



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный  
технический университет**

---

---

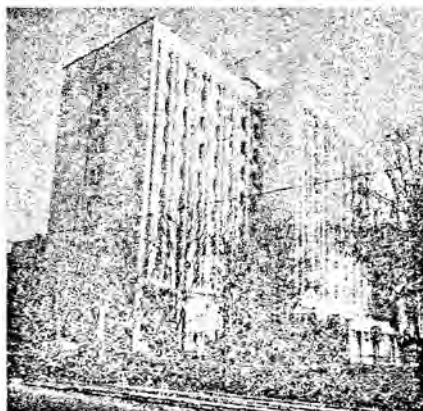


**ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ  
ФАКУЛЬТЕТ**

# **НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

**МАТЕРИАЛЫ**

**8-й Международной научно-технической  
конференции молодых ученых и студентов**



**Минск  
БНТУ  
2015**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**Белорусский национальный технический университет**

---

**Приборостроительный факультет**

**НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ  
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

**МАТЕРИАЛЫ**  
**8-й Международной научно-технической конференции**  
**молодых ученых и студентов**

**Минск**  
**БНТУ**  
**2015**

УДК 681.2.002 (063)

~~ББК 34.9я431~~

Н74

**Редакционная коллегия:**

*О.К. Гусев* (председатель), *А.М. Малярович* (зам. председателя),  
*Ю.М. Плескачевский*, *Ю.И. Енин*, *М.Г. Киселёв*, *М.А. Князев*,  
*Н.В. Кулешов*, *П.С. Серенков*, *К.В. Юмашев*,  
*В.Е. Васюк*, *Р.И. Воробей*, *А.К. Тявловский*

**Рецензенты:**

доктор технических наук *С.В. Бордусов*,  
доктор физико-математических наук *В.М. Борздов*

Издание включает материалы 8-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов «Новые направления развития приборостроения» по направлениям: информационно-измерительная техника и технологии; конструирование и производство приборов; микро- и нано-техника; оптоэлектроника, лазерная техника и технология; стандартизация, метрология и информационные системы; прикладные задачи приборостроения; экономика и управление производством в области приборостроения.

ISBN 978-985-550-704-9

© Белорусский национальный  
технический университет, 2015

## СЕКЦИЯ 1. ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 535.317

### ПРОГРАММАТОР ТРИДЦАТИДВУХРАЗЯДНЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ

Студент гр.11303113 Микитевич В.А.

Д-р техн. наук, профессор Жарин А.Л.

Белорусский национальный технический университет

При конструировании современных устройств широко используются микроконтроллеры. В последние годы на рынке появились 32 разрядные микроконтроллеры с ядром Cortex. Они отличаются высокой производительностью, небольшим энергопотреблением, возможностью работы при малых напряжениях (1,7-3,6В), большим объемом памяти (SRAM до 256кб и FLASH до 2Мб) и наличием большого числа аппаратных интерфейсов, таких как I2C, SPI, CAN, USB, а также наличием быстродействующих ЦАП, АЦП и большого числа универсальных таймеров. В контроллерах также имеется модуль прямого доступа к памяти, что позволяет ускорить

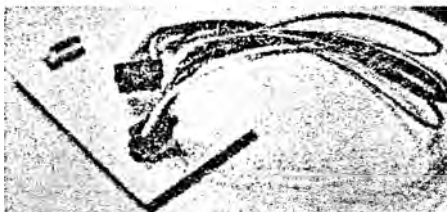


Рис. 1. Внешний вид программатора

обработку информации. Наличие большого количества документации с примерами написания программ позволяет быстро освоить программирование данных микроконтроллеров.

Для написания программ имеется множество разнообразных сред программирования, в том числе свободные, с открытым исходным кодом.

Для программирования микроконтроллеров необходимо использовать программатор. С этой целью был разработан программатор, совместимый с ColinkEx для 32 разрядных микроконтроллеров. В программаторе использован микроконтроллер LPC1343FBD48, который обеспечивает обмен данных по USB с ПК и формирует сигналы программирования на микроконтроллер. Питание программатора и микроконтроллера осуществляется также по шине USB. Микроконтроллер запускается сразу после программирования, т.к. выходы программатора переходят в высокоимпедансное состояние, и не оказывают влияние на работу микроконтроллера и схемы в целом.

Программатор позволяет программировать 32 разрядные микроконтроллеры семейств ARM, Atmel, TI, NXP, ST и др.

## **СПОСОБ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ ПРИБОРОВ**

Студент гр. ПБ-31м (магистрант) Андреев А.А.

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

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Современное развитие приборостроения поставило ряд сложных технических задач по обеспечению высокого качества, точности, надежности изготовления деталей и приборов. Поэтому на данном этапе используют разнообразные по составу действия системы контроля процесса изготовления.

Процесс резания имеет две фазы: стационарную и переходную. Переходный процесс резания делится на рост сигнала и его стабилизацию. Рост сигнала характеризуется врезанием инструмента, то есть постоянным увеличением площади контакта между резцом и заготовкой, и резким увеличением температуры на контактирующих поверхностях. Распространение теплоты в зоне резания происходит за счет теплопроводности материала инструмента и его покрытия. Поэтому, износостойкость инструмента будет определяться тепловым и напряженно-деформированным состоянием в зоне обработки, причем, чем быстрее происходит отвод тепла с режущей поверхности инструмента, тем более высокие термические и механические напряжения испытывает материал инструмента и покрытия. А скорость и интенсивность тепла, которое отводится с зоны обработки в виде стружки, дает информацию о ее характере, и следовательно, о степени износа инструмента. Итак, чем меньше скорость переходного процесса, тем выше стойкость резца.

Способ контроля качества инструмента заключается в том, что сигналы измеряются в двух зонах, а именно, измеряют минимальную величину сигнала акустической эмиссии в зоне резания и инфракрасного излучения в зоне схода стружки при переходном процессе. Затем определяют среднюю скорость изменения каждого из сигналов, а о качестве инструмента судят по величине суммарной средней скорости изменения сигналов акустической эмиссии и инфракрасного излучения.

Предложенный способ для определения качества режущего инструмента позволяет повысить производительность определения износостойкости инструмента и точность. Это позволяет широко использовать данную полезную модель в условиях автоматизированного производства.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВУХПОЛУСНИКОВ НА БАЗЕ ОСЦИЛЛОГРАФА В-422

Магистрант Романов И.А.

Д-р физ.-мат. наук, профессор Комаров Ф.Ф.

Белорусский государственный университет

В настоящей работе предлагается метод регистрации вольт-амперных характеристик (ВАХ) для высокоомных и высокоемкостных полупроводниковых приборов (ПП).

Структурная схема установки регистрации ВАХ показана на рисунке 1. Цифровой блок В-422, входящий в систему измерения ВАХ включает в себя двухканальный осциллограф и одноканальный генератор переменного напряжения. Генератор позволяет формировать сигналы любой формы в диапазоне частот от 100 мкГц до 10 кГц. Цифровой прибор В-422 подключается к компьютеру через USB порт. Программа “Осциллограф” позволяет записывать и сохранять осциллограммы в текстовый файл.

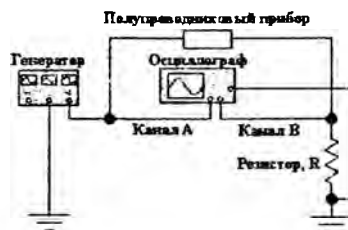


Рисунок 1 – структурная  
схема установки, для снятия  
ВАХ ПП

Для регистрации ВАХ необходимо знать ток и напряжение на ПП в текущий момент времени. Напряжение на ПП получают путем вычитания из напряжения генератора напряжения на резисторе. Ток, протекающий через ПП, определяется по величине сопротивления резистора и напряжения на нем. В результате регистрируют две зависимости тока и напряжения от времени:  $I_{pp}(t)$  и  $U_{pp}(t)$ . Путем исключения времени можно построить ВАХ ПП.

Метод был апробирован на приборной структуре ITO/SiN<sub>x</sub>/Si-n/Al, где ITO – прозрачный электрод на основе оксида индия-олова, SiN<sub>x</sub> – нестехиометрический нитрид кремния, Al – нижний алюминиевый омический контакт. Данная структура обладает большим сопротивлением порядка 10 кОм и емкостью порядка 10 нФ. Полученная ВАХ практически совпала с результатами измерений на данной структуре, выполненными в ГЦ "Белмикрoанализ" НПО "Интеграл" на аттестованной установке HP 4061A semiconductor/component test system.

## ИССЛЕДОВАНИЯ СПЛОШНОСТИ ПОКРЫТИЙ ИЗ ГРАФИТА И ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА НА МЕТАЛЛЕ СКАНИРУЮЩИМ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО КОНДЕНСАТОРА

Аспирант Пантелеев К.В.

Д-р техн. наук, профессор Жарин А.Л.

Белорусский национальный технический университет

Целью работы является экспериментальное исследование и установление закономерных связей неоднородности потенциального рельефа поверхности и нарушений сплошности покрытий различной физической природы на металлическом основании.

Для исследовательских испытаний использовались образцы в виде пластин 40х40 мм, изготовленные из конструкционной стали марки Ст-3 с покрытиями из фторопласта Ф-4 и графита ГСМ-1, нанесенными методом плакирования. Нарушение целостности покрытия достигалось механическим воздействием. Исследования пространственного распределения поверхностного потенциала механически нарушенного покрытия выполняли сканирующим методом динамического конденсатора.

Результаты исследований представлены на рисунке 1.

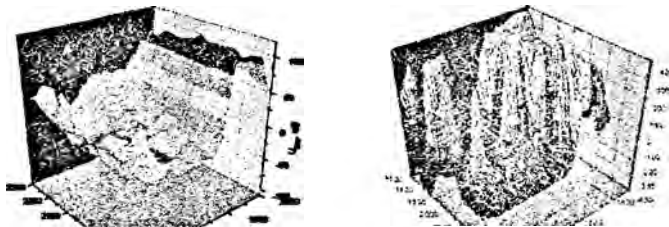


Рисунок 1 – Потенциальный рельеф образцов из стали Ст-3 с механически нарушенным покрытием из: а – графита, б – фторопласта Ф-4

Полученные результаты могут объясняться тем, что покрытие на металле вызывает соответствующие изменения физико-химического и механического состояния его поверхности. Такие изменения ведут к смещению электрохимического потенциала (уровень Ферми) внутри металла и образованию двойного электрического слоя на границе раздела фаз (металл-покрытие), что определяет величину работы выхода электрона (РВЭ). Локальные изменения величины РВЭ прямо пропорциональны эффективному дипольному моменту и степени межмолекулярного взаимодействия материалов основания и покрытия. Нарушение межмолекулярных связей ведет к соответствующим изменениям величины РВЭ и неоднородности потенциального рельефа поверхности образцов.

## **УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ ТОЛЩИНЫ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ЛИФТА**

Студент гр.113450 Черногребель Ю.А.

Ст. преподаватель Куклицкая А.Г.

Белорусский национальный технический университет

На учете в Госпромнадзоре находится 44383 лифта, из которых 16733 отработали нормативный срок службы. Лифтовое оборудование, отработавшее нормативные сроки службы, подвергается диагностическому исследованию. Целью диагностирования лифтового оборудования является определение возможности дальнейшей эксплуатации. Основными металлоконструкциями, подлежащими износу в лифтах, являются верхняя и нижняя балки кабины лифта, направляющие кабины и противовеса.

Цель работы – определить методику ультразвукового контроля толщины металлоконструкций лифта.

В процессе выполнения работ был проведен обзор конструкций лифтов и их видов, изучены типовые схемы лифтов и основные виды работ, выполняемые при диагностировании лифта.

Произведен анализ требований, предъявляемых к конструкции, и определены указания по обследованию металлоконструкций лифта. Основными указаниями по обследованию металлоконструкций лифта являются: обследование металлоконструкций тщательным осмотром, в процессе которого устанавливается состояние всех элементов металлоконструкций, наличие трещин, коррозии, расслоения металла и т.д.; в сомнительных случаях при наличии трещин или коррозии должен быть использован неразрушающий метод контроля толщины. Контроль толщины производится при помощи ультразвукового цифрового толщиномера.

Определено, что максимальный износ толщины металлоконструкций лифта в процессе эксплуатации не должен превышать 5 % от первоначальной толщины металлоконструкций с учетом допусков, установленных в нормативной документации на металлоконструкции.

На основе проведенного анализа методик для контроля металлоконструкций лифта был предложен ультразвуковой контроль толщины металлоконструкций эхо-методом, разработан алгоритм проведения контроля. Исходя из допустимой погрешности измерений, доступности контроля и экономической целесообразности, был предложен прибор для проведения контроля толщины металлоконструкций.



## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК АКУСТИЧЕСКОГО ТРАКТА

Студент гр.ПБ-31м (магистрант) Мошинец Я.А.  
Д-р техн. наук, профессор Румбешта В.А., ассистент Симута Н.А.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

На данный момент все более актуальным становится внедрение систем контроля и диагностики технического состояния режущего инструмента и процесса механообработки.

Метод анализа виброакустической эмиссии зоны резания позволяет получить информацию о состоянии процесса механообработки (ПМО) с высокой точностью в реальном времени, что дает возможность создать высокоточные системы контроля и диагностики с малым откликом по времени.

Недостатком данного метода является то, что для получения высокой информативности и минимально искаженного сигнала, нужно измерительный преобразователь устанавливать непосредственно вблизи зоны резания. Но для его внедрения в производство, датчик необходимо установить в место, которое защищено от механических воздействий и не мешает работе оборудования. Достичь данных условий возможно только на некотором расстоянии от зоны резания, что приводит к искажению измеряемого сигнала. Это ставит перед нами задачу определения характеристик акустического тракта (АТ), как части измерительного канала от источника возникновения сигнала до снимающего сигнал датчика.

Для определения характеристик АТ разработана методика, которая заключается в том, что при резании мы инициируем псевдо-единичный импульс на входе акустического тракта с помощью технологического оборудования, который имеет известные начальные характеристики. Регистрация отклика АТ производится в реальном времени одновременно в двух точках системы, соответственно в опорной и измерительной точке. Крепления датчика в опорной точке должно быть максимально приближенным к зоне резания для предотвращения искажений исходного сигнала. Полученный сигнал, прошедший через механическую часть измерительного канала, сравнивается с опорным сигналом и, на основании этого, определяется АФЧХ акустического тракта.

Решение задачи по определению параметров акустического тракта и использование полученных данных дает возможность создания системы контроля и диагностики технического состояния режущего инструмента и состояния ПМО с последующим ее внедрением в производство.

## КОНТРОЛЬ СКРЫТОЙ КОРРОЗИИ В СТАЛЬНЫХ ОБОЛОЧКАХ ТЕРМОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Студентка гр. 11312112 Гамезо А.А

Ст. преп. Куклицкая А.Г.

Белорусский национальный технический университет

«Стальные оболочки» – обобщающий термин, обозначающий промышленные сооружения, как правило, цилиндрической формы, выполненные из стали различных марок с толщиной стенок от 1 до 20 мм. К ним относятся наземные резервуары для хранения нефти, аммиака и др., а также химические реакторы в нефтехимической промышленности, контейнеры для хранения радиоактивных отходов в ядерной энергетике, трубы и т.д.

Основным методом контроля коррозии является ультразвуковой (УЗ), к преимуществам которого относятся возможность надежного и чувствительного измерения остаточной толщины оболочки. Известные недостатки данного способа: контактный характер, требующий специальной подготовки поверхности (удаление краски, шлифовка); практическая невозможность контроля в труднодоступных местах; низкая производительность испытаний; сравнительно низкая наглядность метода, обусловленная трудностями построения изображений скрытой коррозии. Методы термографии, а именно метод активного теплового контроля, свободны от указанных недостатков.

Метод активного теплового контроля с использованием анализа термографических данных является наиболее близким по достигаемому техническому результату к ультразвуковому [1]. Способ включает импульсный нагрев изделия с помощью ксеноновой лампы. Последовательность термограмм записывают в процессе охлаждения после прекращения действия оптического импульса нагрева, а обработку термограмм проводят либо в режиме он-лайн с помощью встроенного цифрового блока обработки, либо с помощью компьютера.

Выявление скрытой коррозии осуществляется по наличию на термограммах очагов гипертермии в проекции дефектных зон.

Таким образом, термографический метод контроля скрытой коррозии свободен от недостатков ультразвукового метода и позволяет обнаруживать дефекты с той же эффективностью.

### Литература

1. US Patent No. 5631465. Method of interpreting thermographic data for nondestructive evaluation, appl. 29 Febr. 1996.

## ТРАНСФОРМАТОРНЫЙ ДАТЧИК ИЗМЕРЕНИЯ ПРОВОДИМОСТИ РАСТВОРА

Магистрант Лапицкая В.А.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Тявловский К.Л.  
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время существует ряд методов [1, 2], позволяющих измерять отдельные параметры жидких сред в условиях определённости состояния технологической системы и самого измерительного прибора. Одним из таких методов является кондуктометрический метод измерения.

При традиционной реализации контроля параметров жидких технологических сред указанным методом требуется наличие отдельных преобразователей типа и концентрации раствора, устанавливаемых на некотором расстоянии друг от друга с целью исключения взаимного влияния. Решение ряда проблем связанных с использованием множественных электродных датчиков может основываться на использовании универсального измерительного преобразователя и трансформаторного датчика (рисунок 1), обеспечивающего определение как концентрации, так и типа раствора.

Индуктивный трансформаторный датчик образован двумя трансформаторами  $T_1$  и  $T_2$ , связанными общим для обоих трансформаторов одним витком раствора. Ток через раствор  $i$  пропорционален проводимости раствора, а фазовый сдвиг между выходным и входным сигналами  $U_2$  и  $U_1$  определяется типом раствора. Трансформаторный датчик несколько дороже электродного, однако его применение позволяет упростить схему и алгоритм обработки измерительного сигнала, расширить диапазон измерения, улучшить ряд других метрологических характеристик измерительного преобразователя параметров жидких технологических сред.

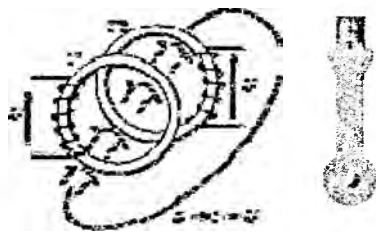


Рисунок 1 – Трансформаторный датчик измерения проводимости раствора

### Литература

1. Гусев, О.К. Методология и средства измерений параметров объектов с неопределёнными состояниями / О.К. Гусев [и др.]; под общ. ред. О.К. Гусева. – Минск: БНТУ, 2010. – 582 с.

## **МЕТОД КОМПЛЕКСНОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА АУДИОАППАРАТУРЫ**

Студент группы 113450 Бобрикович А.А.

Д-р техн. наук, профессор Гусев О.К.,

канд. тех. наук, доцент Воробей Р.И

Белорусский национальный технический университет

Контроль качества аудиосигналов - сложный процесс, в котором тесно связаны наука, искусство и физиология человека. Но, в конечном счете, все решает субъективное восприятие звучания слушателем. Разработка звуковой аппаратуры требует экспрессного и объективного метода оценки качества звучания. Исследования с помощью специального программного обеспечения (SpectraLab) показали наличие четкой корреляции между изменениями статистических распределений объективных характеристик сигнала и экспертной (субъективной) оценкой этих изменений. В этом и заключается суть метода – это объективный контроль, но уже с привязкой к особенностям восприятия звука человеком

Анализируется следующая группа параметров:

- энергетические ( относительная средняя мощность аудиосигнала )
- параметры формы (фронты огибающей аудиосигнала)
- спектральные параметры ( по мгновенным амплитудным спектрам)

Именно искажения перечисленных параметров аудиосигнала наиболее полно воспринимаются органами слуха человека и, по мнению профессиональных экспертов, приводят к потере чувственного и эмоционального содержания, определяющегося его динамическим контрастом и тембральной окраской.

Реализация метода осуществляется на основе автоматизированного комплекса на базе ПК в мультимедийной комплектации с использованием специальных алгоритмов, имитирующих основные свойства слуха и сознания человека, и формирующих на этой основе экспресс оценку качества каналов звукового вещания в соответствии с заданными субъективными критериями заметности искажений.

## ИЗМЕРЕНИЕ ВЯЗКОСТИ ВОДОМАСЛЯНЫХ ЭМУЛЬСИОННЫХ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ

Аспирант Сергеев К.Л.

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

Белорусский государственный аграрный технический университет

В процессах обработки металлов резанием важная роль отводится смазочно-охлаждающим жидкостям (СОЖ). Среди них наибольшее распространение получили водомасляные эмульсионные СОЖ. Функциональные свойства таких СОЖ зависят от их вязкости, которая, в свою очередь, может изменяться с изменением их дисперсности. В докладе представлены результаты экспериментального исследования зависимости вязкости водомасляной эмульсионной СОЖ от размеров капель масляной фазы.

Используемая в экспериментах СОЖ представляла собой 5%-ую водную эмульсию, приготовленную на основе концентрата, в состав которого входили отходы масложирового производства. Кинематическую вязкость  $\nu$  измеряли с помощью капиллярного вискозиметра ВПЖ-2 по стандартной методике. Образцы СОЖ с различными размерами масляных капель получали путем диспергирования с помощью ультразвукового (УЗ) диспергатора погружного типа. УЗ обработку вели на рабочей частоте 22 кГц при постоянной выходной мощности генератора, в том время как длительность обработки  $t$  для разных образцов СОЖ варьировалась и составляла 10, 20, 30 и 40 мин. Средний размер масляных капель  $R_{cp}$  оценивали с помощью компьютерного микроскопа с использованием программы анализа изображений.

Как показали результаты экспериментов,  $R_{cp}$  уменьшается с увеличением  $t$ . Так, значение  $R_{cp}$  исходной СОЖ ( $t = 0$ ) равнялось 5,98 мкм, а при максимальной длительности УЗ обработки ( $t = 40$  мин) становилось равным 1,29 мкм. В свою очередь,  $\nu$  увеличивается с уменьшением  $R_{cp}$ . Так, значение  $\nu$  составляло 4,60 мм<sup>2</sup>/с при  $R_{cp} = 5,98$  мкм (исходная СОЖ) и 5,01 мм<sup>2</sup>/с при  $R_{cp} = 1,29$  мкм (СОЖ после максимальной по длительности УЗ обработки).

Полученные результаты следует учитывать при выборе оптимальных условий осуществления процессов обработки металлов резанием, в частности, варьируя дисперсность СОЖ, можно целенаправленно изменять ее вязкость и, как следствие, характер ее смазывающего, охлаждающего, режущего или моющего действия. Используемая в описанных выше экспериментах техника измерения вязкости СОЖ отличается повышенной эффективностью благодаря применению компьютерной микроскопии для определения дисперсности СОЖ.

УДК 628.74

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА В ЛЕСТНИЧНОЙ КЛЕТКЕ ПЯТИЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ**

Студентка гр.113021 Широкая О.С.

Д-р физ.-мат. наук, доцент Невдах В.В.

Белорусский национальный технический университет

Успешная эвакуация и другие действия по ликвидации опасности для людей в случае возникновения пожара в многоэтажном здании возможны только на первом, начальном этапе его развития, пока не достигнуты условия, несовместимые с жизнью человека.

Цель настоящей работы: промоделировать поведение опасных факторов пожара в лестничной клетке, как части пути эвакуации из пятиэтажного здания.

Моделирование пожара выполнено с помощью программы FDS [1]. Модель лестничной клетки разработана с помощью графического интерфейса PyroSim. Лестничная клетка пятиэтажного здания имеет размеры 7,5х3,0х18,3 м. Стены и потолок толщиной 0,2 м, пол - 0,3 м, лестница сделаны из бетона. На лестничных площадках каждого этажа имеются двустворчатые деревянные двери для выхода на этажи, моделируемые помещениями размерами 7,5х5,0х3,4 м, в которых помещался источник пожара. Температура и задымленность воздуха на лестничной клетке контролировались детекторами температуры и дыма, расположенными на лестничных площадках перед дверями и между этажами на высоте среднего роста человека. Детекторы для контроля изменения давления воздуха в лестничной клетке размещены в лестничном проеме.

В работе промоделированы начальные стадии пожаров длительностью 300с с источником мощностью 1055 кВт, расположенным на первом и пятом этажах здания, при закрытой лестничной клетке и в условиях естественной вентиляции через выходные двери. Получены зависимости пространственных распределений температуры, затемнения и изменения давления воздуха от времени. В докладе обсуждаются различия в динамике заполнения лестничной клетки дымом и изменения температуры воздуха, наблюдаемые при возникновении пожара на разных этажах, а также влияние естественной вентиляции на характер изменения опасных факторов пожара.

Результаты работы могут быть использованы при разработках систем управления эвакуацией людей из пятиэтажных зданий.

### **Литература**

1. Fire Dynamics Simulator (Version 5). Technical Reference Guide / K. McGrattan [et al] // NIST Special Publication 1018-5. – 2009. – 94 p.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ БАЛАНСИРОВОЧНОГО СТЕНДА

Студент гр. ПБ-22 Керчев Л.В.

Ассистент Симута Н.А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Балансировка – это процесс определения и устранения дисбаланса детали корректировкой смещённой массы тела при помощи изменения их массы или геометрии (статическая или динамическая балансировка вращающихся деталей и узлов). Для динамической балансировки в приборостроении используют электронные балансировочные машины. Со времен СССР на заводах, НИИ, в мастерских и учебных лабораториях ВУЗов осталось большое количество аналоговых балансировочных станков. Зачастую, электроника в них пришла в негодность, а техническая документация утеряна, в следствии, подобное устройство больше не эксплуатируется, а их ремонт затруднен. Вместе с тем схемотехнически и функционально такая электроника не является сложной, и современная элементная база позволяет полностью заменить аналоговую электронику на цифровую, при этом не только уменьшить габариты, но и увеличить точность стенда.

Суть метода динамической балансировки заключается в определении величины дисбаланса по вибрации создаваемой при вращении несбалансированной детали и «тяжелого» места как угла между меткой и частью детали при прохождении которой через низ создается наибольшая вибрация.

При модернизации метод определения дисбаланса и механическая часть остается такой же, меняется только блок измерения и анализа. Так фототранзистор и лампа накаливания, которые использовались для определения метки, заменены на компактную оптопару, индукционный датчик вибрации заменен на микроэлектро-механическую систему. Все данные собирает и обрабатывает микропроцессор и передает их на персональный компьютер. Последний выполняет необходимый анализ и определяет величину дисбаланса и координаты «тяжелого» места, которое и его вызывает, после, полученные результаты выводиться на экран ПК в удобном для конечного пользователя виде.

Конечным результатом нашей работы стала замена электроники балансировочной машины, что позволило при минимальных затратах не только восстановить балансировочный стенд, но и повысить его точность и информативность.

## **ПРИМЕНЕНИЕ АВТОКОРЕЛЯЦИОННЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗУБЧАТЫХ РЕДУКТОРОВ**

Студент гр. ПБ-41м Литвинов С.И.

Ассистент Симуца Н.А.,

канд. техн. наук, доцент Шевченко В.В.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Современные приборы содержат в себе большое количество зубчатых передач и редукторов, от точности которых зависят общая точность и качество работы прибора.

При эксплуатации редукторов возникает необходимость комплексного экспресс-контроля их состояния. Это ставит задачу разработки методики и алгоритма диагностики и создания надежной автоматической системы технического диагностирования (АСТД).

Решением поставленной задачи может стать применение корреляционных методов анализа вибрационного сигнала, создаваемого элементами редуктора или зубчатой передачи при работе.

Так как исходные данные являются случайными величинами, то целесообразно использование автокорреляционной функции (АКФ, АСФ). Применение для анализа диагностического сигнала автокорреляционного метода можно с высокой точностью оценить состояние исследуемого механизма.

Предлагается постоянно, или с определенной периодичностью, измерять вибрацию, возникающую при работе редуктора, и, по изменению её АКФ, делать заключение о техническом состоянии редуктора и принимать решение о продолжении его эксплуатации или ремонте. Также анализируя спектр вибрационного сигнала и его изменение во времени можно локализовать дефект, что упрощает ремонтные работы.

Создание на базе метода автокорреляционного анализа вибрационного сигнала оборудования для автоматизированного контроля решает задачу активного технологического диагностирования и мониторинга процесса зубчатых передач и позволят перейти от плановых ремонтных работ до ремонтных работ по состоянию, что позволит сохранить качество работы механизма во время всего периода эксплуатации, а также снизит затраты на ремонт и эксплуатацию.



## КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ С ИДЕНТИФИКАЦИЕЙ ЧЕЛОВЕКА ПО ЕГО ФИЗИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ

Студент гр. 313029 Яворский М.Н.

Ст. преп. Владимирова Т.Л.

Белорусский национальный технический университет

Наивысший уровень безопасности и надежности предоставляют биометрические решения, особенно в сочетании с другими способами подтверждения пользователями своих полномочий. Биометрические идентификаторы нельзя потерять, забыть, передать или похитить.

Главным преимуществом биометрических идентификаторов является возможность произвести аутентификацию пользователя, то есть реальное подтверждение подлинности субъекта получающего права доступа.

Биометрические идентификаторы обеспечивают очень высокие показатели: вероятность несанкционированного доступа – 0,1 - 0,0001 %, вероятность ложного задержания – доли процентов, время идентификации – единицы секунд, но имеют более высокую стоимость по сравнению со средствами атрибутной идентификации.

Биометрическая технология применяется поэтапно: сканирование объекта; извлечение индивидуальной информации; формирование шаблона; сравнение текущего шаблона с базой данных.

Процесс биометрической аутентификации представлен на рисунке 1.



Рисунок 1



Рисунок 2

В настоящее время, очень популярны стали автономные системы контроля доступа. Комплект такого оборудования рассчитывается на одну или несколько точек прохода. Наиболее перспективными являются автономная СКУД с биометрическим терминалом контроля доступа (рисунок 2), Обычно такой терминал обладает внутренней памятью для хранения базы данных разрешенных кодов (отпечатки пальцев), а так же событий входа/выхода пользователей, и содержит в себе контроллер исполнительных механизмов (электромагнитных или электромеханических замков). Для поддержки рабочего состояния терминал подключается к бесперебойному блоку питания.

УДК 556.535.04;

## СИСТЕМА ОНЛАЙН МОНИТОРИНГА В ГИДРОМЕТРИИ

Студенты 4 курса Абрамов А.В., Фиткович Н.М., Кривошапка И.Н.

Ст. преп. Петров П.В.,

канд. географических наук, доцент Новик А.А.,

канд. физ.-мат. наук, доцент Кольчевский Н.Н.

Белорусский государственный университет

Система онлайн мониторинга водных объектов позволяет в автоматизированном режиме производить наблюдения гидрологических характеристик, наиболее важными из которых являются уровни воды, ледово-термический режим, скорости течения, расход воды и др.

Полученные данные дают возможность решения ряда важных прикладных гидрологических задач: в первую очередь в прогнозировании, для гидротехнических и транспортных нужд, в водоснабжении для обеспечения водопользователей, для установления качества вод, определение основных параметров намечаемых мероприятий по охране и использованию вод, в том числе и в целях обоснования строительства водохранилищ.

Соответственно, актуальной задачей является разработка специальных автоматизированных комплексов, осуществляющих систематическое в режиме реального времени наблюдение за гидрологическим режимом водных объектов. Это во многом позволит улучшить экономический эффект от стационарных наблюдений и снизить погрешности измерений связанные с человеческим фактором.

В настоящее время с некоторым классом задач позволяют справиться существующие в гидрометрии автоматизированные гидрологические, снегомерные, осадкомерные комплексы. В докладе будут рассмотрены их преимущества и недостатки, а так же предложен новый вид таких измерителей на основе web-камер и программного обеспечения TimeCatcher, разработанного на кафедре физической электроники и нанотехнологий БГУ[1]. Измерительный комплекс может быть собран на базе миникомпьютера Raspberry Pi, иметь удаленное 3G подключение, а также быть интегрированным через порты USB, GPIO к уже имеющимся на гидропосту измерительным датчикам. Отличительной особенностью данного комплекса является его бесконтактный способ измерения, низкая стоимость и малые требования при обслуживании.

### Литература

1. Кулаженко С.В., Программно-аппаратный комплекс для идентификации и измерения пространственных координат движущихся объектов/ Дипломная работа студента 5-го курса БГУ, Минск, 2012.

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНО-АКУСТИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Студент Андриенко А.И.

Канд. техн. наук Подолян А.А.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Среди исследований, связанных с созданием приборов неразрушающего контроля, особое место занимает исследование электромагнитно-акустических (ЭМА) методов возбуждения и регистрации ультразвука в твердых телах [1,2]. Рассмотрен ЭМА преобразователь, который позволяет контролировать объекты сложной формы. Конструкция предложенного преобразователя показана на рис.1 .

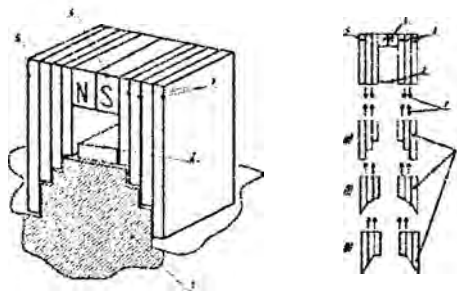


Рис. 1. Структурная схема ЭМА преобразователя для контроля объектов сложной формы. 1 – объект контроля; 2 – плоский проводниковый излучатель; 3 – поперечные элементы магнитопроводов; 4 – магнит, помещенный внутрь корпуса из диамагнитного материала; 5 – элементы механического соединения элементов магнитопроводов; 6 - торцы, который повторяют форму поверхности

Предложенный ЭМА преобразователь позволяет повысить эффективность и точность контроля измерений объектов сложной формы.

### Литература

1. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник/ Под. ред. В. В. Клюева М.: Машиностроение, 2005.-656 с.
2. Анализ электро-акустического преобразователя с угловым вводом возбуждения ультразвуковой волны / Г.С. Тымчик, А.А. Подолян // Вестник НТУУ «КПИ» серия приборостроение. – Киев: Изд-во НТУУ «КПИ», 2014 – Вып.47 – С.85-94.

## ИЗМЕРИТЕЛЬ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА

Студент гр. 113451 Батура А.М.

Канд. техн. наук, доцент Савелов И.Н.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в темпы строительства жилых и производственных зданий постоянно возрастают. Обеспечение технологического процесса строительства зданий и их дальнейшая безопасная эксплуатация невозможна без контроля прочности и качества бетона, на всех этапах строительства. Для измерения геометрических размеров (толщины, длины), прочности и дефектоскопии строительных материалов и горных пород применяются склерометры.

Целью данной работы разработка конструкции автономного измерителя прочности бетона (склерометра) общеклиматического исполнения, предназначенного для использования в условиях строительных площадок.

Для обеспечения эксплуатации разрабатываемого устройства в требуемых условиях разработана конструкция защитного корпуса устройства (рисунок 1).

Корпус прибора выполнен герметичным и состоит из основания, крышки, плоскость разъёма которых герметизируется прокладкой уплотнения из силиконовой резины ИРП 1266. Части корпуса изготавливаются из АБС-пластика. Боковые стенки корпуса имеют волнистую форму для удобной фиксации склерометра в руке при эксплуатации и транспортировке.

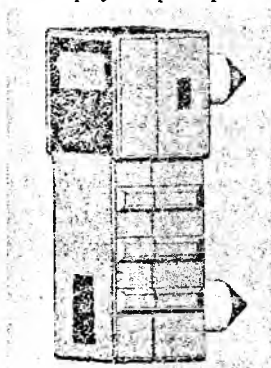


Рисунок 1 Измеритель прочности бетона

В качестве лицевой панели склерометра используется плёночная панель. В плёночную панель встроены светодиоды – подсветка клавиатуры.

Принятые технические решения обеспечивают степень защиты конструкции IP 67. Для обеспечения ремонтпригодности основание и крышка фиксируются шестью винтами М3-6g×50. Для коммутации с внешними устройствами предусмотрен интерфейс USB. Его герметизация обеспечивается заглушкой, выполненной из силиконовой резины ИРП 1266.

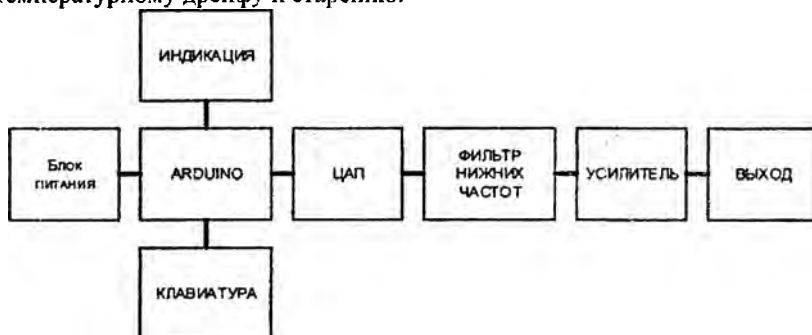
Область применения разработанного устройства: неразрушающий контроль, предприятия стройиндустрии и объекты строительства, научно-исследовательские лаборатории.

## DDS-ГЕНЕРАТОР ARDUINO

Студенты гр. 113451 Батура А.М., Богданович А.В.,  
студент гр. 113311 Качан Р. Ф.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Тяловский К. Л.  
Белорусский национальный технический университет

Генераторы DDS (Direct Digital Synthesizers) уникальны своей определенностью и возможностью генерации сигналов произвольной формы. Мгновенные значения амплитуды и фазы сигнала синтезируются со свойственной цифровым системам точностью, в любой момент времени точно известны и подконтрольны. DDS практически не подвержены температурному дрейфу и старению.



Структурная схема DDS-генератора Arduino

Arduino – это и электронный конструктор и удобная платформа быстрой разработки электронных устройств. Устройство программируется через USB без использования программаторов. Например, контроллер Arduino Uno имеет 14 цифровых вход/выходов (6 из которых могут использоваться как выходы ШИМ), 6 аналоговых входов, кварцевый генератор 16 МГц, разъем USB, силовой разъем, разъем ICSP. Применение микроконтроллера позволило упростить принципиальную схему и расширить функциональные возможности генератора, так как для изменения функций устройства достаточно внести изменения в программу микроконтроллера простым подключением устройства к ПК через USB. DDS-генератор Arduino использован для генерирования звуковых сигналов различной формы. Устройство позволяет генерировать непрерывные сигналы прямоугольной, треугольной, синусоидальной, пилообразной форм. Областью возможного практического применения устройства «DDS-генератор Arduino» являются: измерительная техника, приборостроение, машиностроение.

## РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ

Студент гр. 119831, Белоус П.А.

Канд. техн. наук, доцент Савелов И.Н.

Белорусский национальный технический университет

Регулятор давления является разновидностью регулирующей арматуры, автоматически действующее автономное устройство, служащее для поддержания постоянного давления газа в трубопроводе. Регулятор давления предназначен для защиты конструкций от избыточного давления, также предназначены для автоматического поддержания давления на участке гидравлической или пневматической системы. Основным требованием при подборе регулятора давления является обеспечение устойчивости его работы на всех возможных режимах, что проще всего добиться правильным выбором регулятора для того или иного объекта.

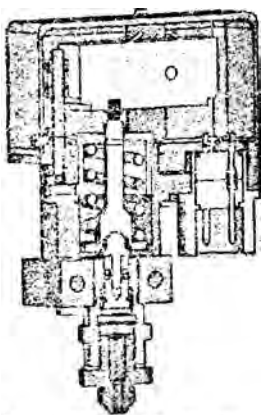


Рисунок 1 – 3D-модель регулятора давления

Целью данной работы является разработка конструкции регулятора давления для применения в пневматических устройствах спортивной техники.

Разрабатываемое изделие, предназначено для эксплуатации во всех макроклиматических районах на суше и на море, кроме макроклиматического района с очень холодным климатом

Для достижения поставленной цели было разработано техническое задание, осуществлен выбор материалов, проведены расчёты элементов конструкции, подтверждающие её надёжность и

работоспособность.

Определили наиболее оптимальную посадку на условие отсутствия теплового заклинивания между тарелкой пружины и тарелкой выключающей. Выбранная посадка – H9/f9 с зазором  $\Delta = 0,01$  мм.

Проведен расчет упругого элемента. Параметры пружины: наружный диаметр пружины  $D = 23$  мм; диаметр проволоки  $d = 2$  мм; полное число витков  $n = 4$ . Для обеспечения герметизации между корпусом и кожухом была предусмотрено установка прокладки уплотнения, выполненной из каучука СКТН-А.

В соответствии с рассчитанным параметрами конструкции была разработана твердотельная модель регулятора давления (рисунок 1).

## **ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ОБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА АУДИОСИГНАЛОВ**

Студент группы 113450 Бобрикович А.А.

Д-р техн. наук, профессор Гусев О.К.,

канд. тех. наук, доцент Воробей Р.И

Белорусский национальный технический университет

Основная проблема контроля качества аудиосигналов состоит в том, что при всей многогранности и совершенности объективных методов контроля, не удается получить абсолютно точную оценку качества звучания. Связано это с отсутствием четкой корреляции между объективными параметрами звукового сигнала, измеряемыми инструментально (линейность АЧХ, уровень нелинейных искажений), и субъективным восприятием звука человеком.

Новым этапом в развитии контроля качества аудио стал анализ статистических интегральных параметров звуковых сигналов, важнейшим из которых, является относительная средняя мощность (ОСМ). Исследования показали, что интегральное распределение ОСМ аудиосигнала на 200-миллисекундном интервале (время интеграции человеческого слуха по громкости) наиболее информативно определяет изменения качества передачи, поскольку статистическое распределение данного параметра, по критерию заметности искажений в аудиосигнале с частотной полосой 60Гц – 20кГц, на 90% совпадает с независимой оценкой профессиональных экспертов.

Динамичность и энергичность – наиболее широко используемые термины субъективной оценки качества звучания. Искажение – критерий сдерживания данных параметров – существенно ослабляет воздействие музыкальных эмоций на слушателя.

Изменением распределений ОСМ, фиксируемым при прохождении аудиосигнала по каналу передачи, осуществляется объективная оценка субъективных параметров качества звучания.

## ПУТЕВОЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ

Студент гр. 119831 Быков Д.Ю.

Канд. техн. наук, доцент Савелов И.Н.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время, как человека невозможно представить без спортивной деятельности, так и спорт невозможно представить без различных технических устройств, чьи эксплуатационные и технологические требования очень высоки. Что обуславливает необходимость разработки новых, либо совершенствования старых технических решений.

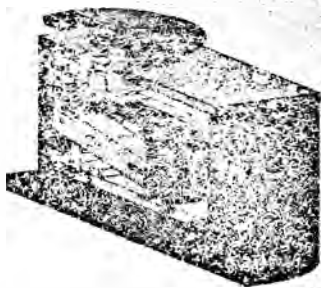


Рисунок 1 – Путьевой переключатель

Цель работы – модернизация конструкции путевого переключателя, для применения его в современных конструкциях спортивной техники, например беговых дорожках.

В соответствии с разработанным техническим заданием, были подобрано и обоснованы соответствующие технические решения. Решения приняты на основании анализа достоинств и недостатков существующих аналогичных устройств.

Герметизация осуществляется при помощи уплотнительных элементов: мембрана, колпачок, прокладка уплотнения.

Основой конструкции является полистирол общего назначения. Он используется в качестве материала крышки и основания. Пружина изготовлена из стали 65Г.

Произведен расчет величины усилия сжатия уплотнительного элемента, что позволит обеспечить необходимую защиту от воды и пыли. Требуемая сила сжатия прокладки уплотнения составляет 72 Н. Рассчитаны основные параметры упругого элемента: наружный диаметр – 16 мм, длина в свободном состоянии – 20 мм, шаг – 4 мм, полное число витков - 6.

Разработаны рабочие чертежи деталей: основания, упругого элемента, рычага и колодки, сборочный чертеж конструкции, а также твердотельная модель конструкции (рисунок 1).



**АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ В ДИОДНЫХ СТРУКТУРАХ ПРИ  
МЕХАНИЧЕСКИХ И ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ  
ПРИМЕНИТЕЛЬНО К СОЗДАНИЮ ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ И  
ТЕМПЕРАТУРЫ**

гр.113451 Василевич Т.А.

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

Белорусский национальный технический университет

Создание датчиков комбинированных воздействий давления, температуры, влажности и других внешних факторов является важной научно-технической задачей, так как может явиться основой для создания новых измерительных устройств на их основе.

Важной особенностью полупроводниковых материалов и структур является их высокая температурная чувствительность и тензочувствительность. Для создания датчиков обычно выбирают зависимость надёжно измеряемого параметра полупроводника от воздействий, например ширины запрещённой зоны  $E_g$ . Выбор этого параметра, а также приложение механического напряжения в области, далёкой от пластической деформации кристалла, позволяет получить линейные характеристики датчиков, а также отсутствие остаточных явлений после снятия нагрузки. Изменение ширины запрещённой зоны может влиять на различные электрофизические параметры полупроводников, что используется в различных датчиках. В диодах с S-образной характеристикой высокая тензочувствительность достигается за счёт смещения глубокого уровня золота вглубь запрещённой зоны кремния. Напряжение лавинного пробоя диодов может также быть использовано для измерения давления, так как оно связано с шириной запрещённой зоны через концентрацию электронно-дырочных пар. Величина пикового тока туннельного диода связана с вероятностью туннелирования электронов через потенциальный барьер p-n перехода и линейно зависит от давления. Это изменение отличается высокой стабильностью и незначительной температурной зависимостью. Следует отметить также принцип, основанный на частотной зависимости максимума частоты излучательной рекомбинации от изменения  $E_g$  при воздействии давления.

Перечисленные принципы могут быть использованы при создании датчиков температуры и давления. Сложность, однако, заключается в одновременном влиянии давления и температуры на одни и те же параметры, что может быть устранено наличием симметричного датчика термокомпенсации, необходимого в схеме измерения давления, либо путем использования схмотехнических или информационно-вычислительных средств.

## ТЕРМОГИГРОМЕТР

Студент гр. 113451 Василевич Т.А.

Канд. техн. наук, доцент Савелов И.Н.

Белорусский национальный технический университет

Термогигрометр цифровой имеет широкое применение в неразрушающем контроле объектов, регистрации температуры и влажности воздуха в производственных, складских и жилых помещениях, а также открытого воздуха. Прибор широко применяется в таких отраслях как метеорология, деревообрабатывающая промышленность, с/х, текстильная промышленность, машиностроение и т. д.

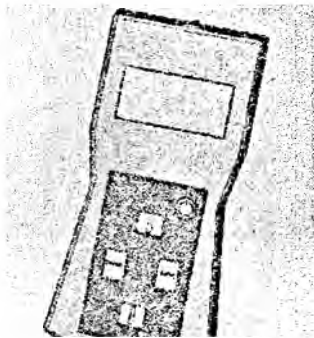


Рисунок 1 – Твердотельная модель конструкции термогигрометра

При выполнении данной работы было разработано техническое задание, где были отражены цель и назначение разработки, технические требования, состав продукции и требования к конструктивному устройству, требования к технологичности, условиям эксплуатации.

Конструкция термогигрометра имеет климатическое исполнение В2. Степень защиты конструкции от внешних воздействий – IP44.

Были выбраны материалы конструкции, обеспечивающие её эксплуатацию в заданных условиях. Корпус данной конструкции изготавливается из АБС-пластика серии SD. Клавиатурная плёночная панель изготавливается на полиэфирной (лавсановой) пленке. Преимущества такой клавиатуры состоят в пылезащищенности и влагонепроницаемости. Герметизирующая прокладка уплотнения изготавливается из силиконовой резины.

Проведенные расчеты на тепловое заклинивание и усилия затяжки уплотнительного элемента показали, что для обеспечения работоспособности конструкции в заданных условиях эксплуатации целесообразно выбрать посадку  $H7/f7$ , с минимальным зазором 26 микрон. Для надёжного уплотнения прокладка должна быть сжата на 25-30% относительно её высоты в свободном состоянии. Сила сжатия прокладки уплотнения составляет 108Н.

С помощью САПР Autocad и SolidWorks разработаны сборочный чертеж конструкции термогигрометра, рабочие чертежи деталей, инструкция по сборке прибора.

## **МЕТОДЫ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ**

Студент гр. ПБ-31м (магистрант) Глазов С.А.,  
студентка гр. МД-41 Шупиченко А.А.

Ассистент Симута Н.А.,

канд. техн. наук, доцент Максимчук И.В.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Современное производство переходит на автоматизированные технологии и, в связи с этим, оснащается технологическим металлорежущим оборудованием с ЧПУ. Такое оборудование позволяет значительно повысить продуктивность производства и обеспечить высокое качество и точность обработки. Поэтому для анализа процесса резания целесообразно применять математические методы обработки случайных сигналов, так как этот процесс сам по себе нестационарный.

Для создания систем диагностики состояния режущего инструмента эффективны методы анализа сигналов виброакустической эмиссии (ВАЭ) зоны резания. Необходимо учитывать, что сигнал ВАЭ сильно зашумлен, а так же сложности его математического анализа.

Существуют такие методы математической обработки шумоподобных сигналов: частотно-часовой анализ, вейвлет-анализ, метод нейронных сетей, автокорреляционный метод. Исчисления и построение автокорреляционной функции динамического ряда интервалов направлено на изучение внутренней структуры этого ряда, как случайного процесса. Автокорреляционная функция представляет собой график динамики коэффициентов корреляции, получаемых при последовательном смещении динамического ряда на одну единицу по отношению к своему собственному ряду. И дает этим преимущество над остальными методами обработки сигналов. Так как не требует создание математических статистик и дает возможность проанализировать случайный процесс механической обработки.

Используя автокорреляционный метод можно проконтролировать износ режущей кромки инструмента, а так же отследить появление и проанализировать развитие дефектов кромки режущего инструмента, что позволяет контролировать текущий износ режущего инструмента и его жизненный цикл.

## **КОНТРОЛЬ ИЗОЛЯТОРОВ КОНТАКТНОЙ СЕТИ ОПТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ (УФ– КАМЕРА)**

Студент гр.113450 Гойжа Д.И.

Канд. техн. наук, доцент Ризноокая Н.Н.

Белорусский национальный технический университет

По статистическим данным ГО « Белорусская железная дорога» и из опыта эксплуатации следует, что нарушение технического состояния контактной сети (КС) происходит из-за выхода из строя следующих элементов: провода и тросы – 22,8% , изоляторы – 24,5%, зажимы и детали 16,3%, поддерживающие конструкции – 9,5%. Отсюда следует, что на долю изоляторов приходится почти четверть отказов, приходящихся на все элементы КС. Анализ специалистов показывает, что появление неисправностей КС в значительной степени объясняется недостаточностью предупредительных мер и недостаточной организацией использования технических средств диагностирования.

С учетом передового опыта зарубежных электросетевых компаний, для выявления загрязнений и дефектов изоляции КС использованы приборы ультрафиолетовой (УФ) диагностики. УФ-камеры позволяют выявлять дефекты изоляции на ранних стадиях, сопровождающиеся коронными разрядами малой интенсивности. Решающими критериями для выбора УФ- камеры для диагностирования изоляторов контактной сети явились такие параметры, как возможность работы прибора в ночное и в дневное время, при различных погодных условиях (дождь, снег), при низких температурах (до минус 15÷20 °С), время работы аккумулятора, а также дистанция обнаружения короны, т.к. ко многим энергообъектам, например опорам линий электропередач, затруднен доступ для осмотра и проведения контроля изоляции. У современных приборов УФ контроля дистанция обнаружения короны достигает 100–150 м. Дополнительный довод к использованию УФ диагностики – все большее распространение в эксплуатации линейных полимерных изоляторов, устанавливаемых взамен фарфоровых (ПФ) и стеклянных (ПС). Однако существует проблема в дистанционном обнаружении дефектных и поврежденных полимерных изоляторов, т.к. пробой может находиться в верхней части изолятора и быть невидим с земли. Применение УФ камер позволит решить эти проблемы.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОФИЛЕЙ ИНФРАКРАСНЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ

Студент Горбачевский А.С.

Д-р техн. наук, профессор Ланин В.Л.

Белорусский государственный университет информатики и  
радиоэлектроники

Для обеспечения высокого выхода годных изделий необходим постоянный контроль режимов технологических процессов. Проблема снижения трудоемкости контроля и одновременного повышения качества изделий не может быть решена без широкого применения компьютерной техники. Выбор в качестве основы для управления технологическими процессами одноплатного компьютера Raspberry PI обусловлен низкой ценой и одновременно широкими техническими возможностями по сравнению с существующими аналогами. Это устройство включает в себя микропроцессор с архитектурой ARM11, 512Мб оперативной памяти и встроенный графический процессор. Благодаря такой комбинации на Raspberry PI исследованы температурные профили нагрева инфракрасных нагревателей в процессах монтажа электронных компонентов (рисунок 1).

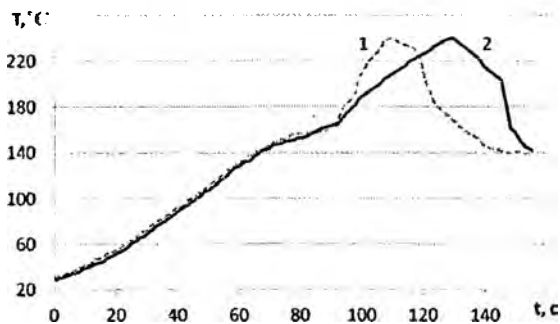


Рисунок 1 – Термопрофили ИК пайки: 1 – лампа КГМ, 2 – керамический нагреватель

Миникомпьютеры позволяют объективно и в реальном масштабе времени с использованием современного программного обеспечения не только контролировать, но и поддерживать в заданных диапазонах необходимые технологические параметры монтажа электронных модулей.

## **СИСТЕМА ОХРАНЫ С РАЗРАБОТКОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ И СИСТЕМЫ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ АДМИНИСТРАТИВНО-ТОРГОВОГО КОМПЛЕКСА**

Студент гр. 113020 Грак Д.А.

Ст. преп. Владимирова Т.Л.

Белорусский национальный технический университет

Интегрированная система охраны (ИСО) представляет собой совокупность совместно действующих технических средств, включающая в себя совместно функционирующие технические подсистемы охраны (или их части) различного назначения. Данные подсистемы, связанные друг с другом информационно и функционально, работают по единому алгоритму и имеют 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.

Проектируемая система охраны состоит из двух подсистем: система охранного телевидения и система контроля и управления доступа.

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

Характерными особенностями охраняемого объекта, влияющими на структуру охраны объекта, являются большая площадь защищаемых помещений, большое количество защищаемых помещений и зон, а также большое количество посетителей.

Автоматизированные системы контроля и управления доступом (СКУД) на объекте позволяет контролировать и управлять посещением отдельных помещений, а также решает задачу оперативного контроля за персоналом и посетителями, их передвижением и временем нахождения на территории объекта.

Использование СКУД в качестве пропускной системы предприятия позволяет:

- контролировать доступ персонала и посетителей в отдельные помещения;
- организовать базы данных на каждого работника или посетителя;
- контроль за передвижением персонала и посетителей на территории объекта;
- отслеживать процесс прохождения сотрудниками точек контроля;
- организовать учет рабочего времени персонала;
- идентификация лица, имеющего доступ на заданную территорию.

#### Основные характеристики СКУД:

- контроль и регистрация прохода сотрудников в разрешенное время или в соответствии с допуском в охраняемые помещения;
- ведение архива проходов;
- отображение состояния системы в режиме реального времени на дисплее компьютера;
- автоматический учет рабочего времени;
- сравнение фотографии сотрудника, хранящейся в базе данных, с реальным изображением с видеокамеры зоны прохода;
- воспроизведение звукового сообщения и информации на экране монитора с указанием названия, номера комнаты в следующих случаях:
  - несанкционированного доступа в помещение;
  - попытки повреждения оборудования системы;
  - пропадания напряжения в сети;
  - пропадания связи с помещением.
- составления отчетов по параметрам: вход/выход, тревоги, дежурств, рабочего времени и пр.;
- фотографирование сотрудников и посетителей с сохранением фотографий в картотеке.

Система охранная телевизионная (СОТ)— позволяет контролировать ситуацию на объекте в реальном режиме времени, обеспечивает выявление и фиксирование правонарушений и, не вступая в контакт с нарушителями, позволяет своевременно реагировать на события.

Система охранного телевидения является высокоэффективным инструментом борьбы с правонарушениями и злоупотреблениями, а также при расследовании обнаруженных правонарушений.

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 видеоинформации 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 цифровая система с цветными ТК.

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ОТ ВНЕШНИХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ**

Студент гр. 113021 Гребенко О. В.

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

ст. преп. Исаев А.В.

Белорусский национальный технический университет

Целью работы является разработка информационной системы обработки данных от автомобильных датчиков, разработка функциональной и принципиальной схем прибора на основе микроконтроллера, описание алгоритма функционирования устройства.

Объектом исследования являлось определение способов обработки цифровых сигналов автомобильных датчиков с целью дальнейшего использования информации для контроля параметров автомобиля.

Улучшение эксплуатационных свойств автомобиля достигается применением электронных систем, обладающих следующими функциями: управление работой двигателя, агрегатов автомобиля; отображение информации водителю, хранение информации; приема информации в автомобиль от внешних информационно-управляющих дорожных систем.

Наибольшее распространение получили функции управления и отображения информации. Электронные системы управления работой двигателя, трансмиссии, ходовой части, рулевого управления, тормозной системы, кузова, системы электропитания и коммуникаций. Все более популярными становятся электронные системы для отображения информации. Визуальные индикаторы показывают цифровые значения множества разнообразных параметров.

Значение параметра кодируется яркостью, длиной и шириной линии и т.п. После сообщения водителю о наступлении события (например, неисправности в какой либо системе), система "рекомендует" водителю целесообразные действия по устранению неисправности.

Электронные системы хранят необходимую информацию в полупроводниковых запоминающих устройствах (ППЗУ) и др.

Для выявления причин дорожно-транспортного происшествия в электронной системе хранится информация о предшествующих аварии режиме движения, действиях водителя, техническом состоянии транспортного средства.

Область возможного практического применения: измерение скорости, пройденного пути, ускорения и других параметров автомобиля с возможностью цифрового и аналогового вывода информации.



## БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ПЛОВЦОВ

Студент гр. 119810 Григорьев Д.А.

Канд. техн. наук, доцент Савелов И.Н.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время для повышения эффективной подготовки спортсменов применяются различные технические средства. Для силовой подготовки спортсменов в плавании рост спортивного результата и совершенствование техники плавания невозможно, без использования подобного оборудования.

При эксплуатации технических средств в бассейнах, устройства подвергаются воздействию воды и агрессивных паров хлора.

Целью данной работы была разработка конструкции блока управления тренажёра для пловцов, обеспечивающая климатическое исполнение УХЛ-1.1 и степень защиты конструкции – IP 67.

Корпус блока управления, для удобства монтажа электронной части и установки его на тренажёре, выполнен разъемным.

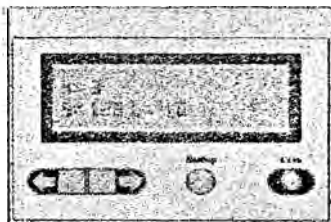


Рисунок 1 – Лицевая панель блока управления

Лицевая панель блока управления реализована на основе пленочной панели. Пленочная панель по сравнению с кнопочной клавиатурой, имеет следующие преимущества: возможность создания тактильного эффекта; все кнопки защищены от пыли, действия воды, истирания; возможность работы в жестких климатических условиях; высокая степень герметичности; встроенные элементы подсветки;

цветные и прозрачные окна под светодиоды и ЖКИ; легкость монтажа (на тыльную сторону наносится клеевой слой).

Функционально конструкция блока управления тренажёра для пловцов обеспечивает управление работы устройства в режимах одиночного изменения нагрузки на протяжении проплываемой дистанции; плавного изменения нагрузки с изменением скорости плавания; в режиме измерения скорости и проплываемого расстояния. Изменение режимов работы осуществляется при помощи кнопок «←», «→» и «Выбор».

Для удобства чтения, отображаемая информация выдается в цифровом виде на экран жидкокристаллического модуля НУ-1602W-204.

Для включения/выключения блока управления тренажёра предусмотрена кнопка «Сеть».

## СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛАССА ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

Магистрант гр.ПН-32м Демидкин С.А.

Канд. техн. наук, доцент, Маркин М.А.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Одной из важных задач метрологии является определение класса шероховатости поверхности, во многом определяющей эксплуатационные характеристики деталей.

Любая, обработанная даже тщательнейшим образом поверхность детали, не может быть полностью идеально ровной. При этом, отклонение может быть либо макрогеометрическим, либо микрогеометрическим. Микрогеометрические отклонения, в свою очередь, определяются не чем иным, как классом шероховатости поверхности. [1].

Предложен метод измерения шероховатости, который сводится к определению геометрических размеров с помощью телевизионной измерительной системы. С помощью микроскопа, компьютера и программного обеспечения легко определить геометрические параметры исследуемой поверхности.

Телевизионная измерительная система работает с программным обеспечением, которое определяет размеры в пикселях, следовательно, размер необходимо перевести в микрометры. Преобразование пикселей в микрометры происходит по следующей методике.

Определение размера объектива по формуле

$$R_i = K_{PROP} \cdot r_{TVS}, \quad (1)$$

где  $K_{PROP}$  – коэффициент пропорциональности;  $r_{TVS}$  – размер объекта, измеренного телевизионной измерительной системой.

$$K_{PROP} = r_{SHD(GOST)} / r_{SHD(TVS)}, \quad (2)$$

где  $r_{SHD(GOST)}$  – размер штриха миры, мкм;  $r_{SHD(TVS)}$  – размер штриха миры, измеренный телевизионной измерительной системой, пикс.

Предложенный метод измерения является простым в применении и более экономным, по сравнению с существующими методами, что является его преимуществом.

### Литература

1. Веркович, Г.А. Справочник конструктора точного приборостроения / Под общей редакцией К.Н. Явленского, Б.И. Тимофеева и Е.Е. Чадаевой. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. — 792 с.

2. Пат. 89022 України, МПК (2006.01) G01B 11/04. Спосіб Маркіної вимірювання шорсткості поверхні / Маркіна О.М.; заявник НТУУ "КПІ". – № 2013 12406, подано 22.10.2013; опубл. 10.04.2014, Бюл. № 7. – 4 с.

## УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ДИАПАЗОНА

Студент гр.11301212 Дробуш Ю.И.

Ст. преп. Владимирова Т.Л.

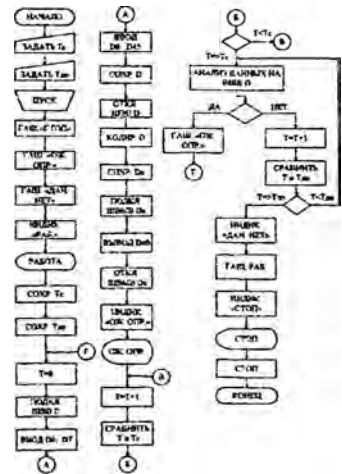
Белорусский национальный технический университет

Устройство осуществляет кодирование числа принятого от источника данных избыточным кодом (веса разрядов не являются степенью двойки) и вывод закодированного числа приемнику. Обеспечивается ожидание следующего числа от источника в диапазоне времени от  $T_{min}$  до  $T_{max}$ , причем до момента времени  $T_{min}$  шина ввода данных не опрашивается, с момента времени  $T_{min}$  до  $T_{max}$  анализируется наличие числа на шине ввода. По достижении времени  $T_{max}$  устройство выводится в состояние «СТОП» с включением индикации «ДАН.НЕТ» (данные отсутствуют).

Последовательность работы устройства описывается алгоритмом работы.

Работа устройства контролируется с помощью следующих индикаторов: «РАБОТА», «СТОП», «ДАН. НЕТ», «ОЖ.ОПР.»(ожидание опроса), расположенных на лицевой панели устройства. Кроме этого на лицевой панели устройства располагаются цифровые переключатели с помощью которых до начала работы задается диапазон времени  $T_{min}$ ,  $T_{max}$  и кнопочные переключатели «СТАРТ», «СТОП» обеспечивающие запуск и завершение работы устройства. Устройство включает в себя следующие блоки: блок ввода (обеспечивает приём и хранение числа), операционный блок (обеспечивает кодирование числа), блок вывода (обеспечивает хранение закодированного числа и его вывод), блок управления (контролирует работу устройства), блок индикации (предназначен для визуального контроля за устройством), блок питания (снабжает устройство электроэнергией).

Выбор элементной базы был осуществлен в соответствии со следующими критериями: потребляемая мощность. Были использованы ИМС КМОП. Работа устройства была проверена моделированием с помощью программы Multisim 11.0. Были проведены расчеты потребляемой мощности и времени задержки распространения сигнала, показывающие экономичность и быстрдействие данного устройства.



## КЛАВИША УПРАВЛЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРОЙ

Студент гр. 119831 Емельяненко Е.В.  
Канд. техн. наук, доцент Савелов И.Н.

Белорусский национальный технический университет

Данная работа посвящена разработке конструкции клавиши управления радиоэлектронной аппаратурой для управления различными устройствами, во всех макроклиматических районах, как с сухим, так и с влажным тропическим климатом, а также разработке и технической документации для её изготовления.

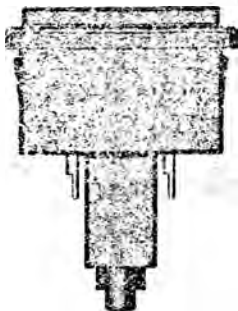


Рисунок 1 - Твердотельная модель клавиши управления радиоэлектронной аппаратуры

Для достижения поставленной цели было разработано техническое задание, в соответствии с которым были выбраны материалы деталей, соответствующие указанным условиям эксплуатации. Решения по выбору материалов конструкции приняты на основе анализа и сравнения нескольких материалов для каждой детали. Главный критерий, которого придерживались при выборе материалов – пригодность материала для эксплуатации в диапазоне температур от

+1 °С до +45 °С. Были выявлены места, в конструкции, уязвимые к воздействию пыли и влаги, и осуществлена их надежная герметизация. Герметичность устройства обеспечивается защитными корпусами, специально разработанными для данной конструкции. В качестве материала защитного корпуса предусмотрено применение силиконовой резины марки ИРП-1338, предназначенной для защитных корпусов.

Была проверена правильность выбора посадки между кнопкой и корпусом на заклинивание и перекос. Установлено, что Н9/ф8 с гарантированным минимальным зазором  $\Delta_{min} = 0,02$  мм обеспечит работоспособность конструкции в заданных условиях эксплуатации.

Определены геометрические параметры в упругого элемента: наружный диаметр – 7 мм, шаг витка – 2 мм, полное число витков - 7.

При помощи системы автоматизированного проектирования SolidWorks 2014 была спроектирована 3D- модель конструкции (рисунок 1). Разработаны рабочие чертежи деталей и сборочный чертеж конструкции при помощи системы автоматизированного проектирования AutoCAD.

**МОДЕЛЬ ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК  
ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ  
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ (ФЭПП) С МНОГОЗАРЯДНЫМИ  
ПРИМЕСЯМИ С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНОЙ РЕКОМБИНАЦИИ  
НЕРАВНОВЕСНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА**

Студент гр.113311 Качан Р.Ф.

Канд. техн. наук, доцент Яржембицкая Н.В.

Белорусский национальный технический университет

Актуальной задачей измерения характеристик и параметров любого объекта, в том числе и ФЭПП с многозарядными примесями и дефектами, является идентификация состояний ФЭПП как объекта измерения, которым соответствуют различные функции преобразования.

Методы идентификации метрологического состояния ФЭПП с многозарядными примесями основаны на измерении параметров и характеристик ФЭПП в зависимости от плотности мощности оптического излучения. ФЭПП с многозарядными примесями и дефектами может находиться в трех метрологических состояниях, переход между которыми может быть вызван изменением плотности мощности оптического излучения, приводящим к изменению времени жизни неравновесных носителей заряда и переходу в область нелинейной рекомбинации.

Структурная модель взаимодействия ФЭПП, содержащего многозарядные примеси с плотностью мощности оптического излучения с учётом нелинейной рекомбинации включает три состояния. Первое состояние соответствует линейной рекомбинации при малых плотностях мощности оптического излучения. Для первого состояния ФЭПП реализован базовый метод измерения характеристик и параметров ФЭПП. Второе состояние ФЭПП с многозарядными примесями соответствует переходу в область нелинейной рекомбинации. Здесь резко возрастает погрешность измерения характеристик и параметров ФЭПП. Измерения параметров и характеристик ФЭПП во втором состоянии не проводятся. Следует заметить, что в случае присутствия в полупроводнике неконтролируемой глубокой примеси акцепторного типа в малой концентрации динамический диапазон ограничивается достаточно малыми плотностями мощности оптического излучения. Это затрудняет практическое использование таких ФЭПП, т.к. в этом случае ухудшается соотношение сигнал/шум. Третье состояние ФЭПП соответствует второй области линейной рекомбинации при высоких плотностях мощности оптического излучения, когда перезарядка глубоких уровней уже завершилась. Несмотря на линейность энергетической характеристики, ФЭПП в третьем состоянии до настоящего времени не использовались.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗМЕЩЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ НА СКЛАДЕ

Студент гр. 113010 Кедо А.В.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Антошин А.А.  
Белорусский национальный технический университет

Анализ новостных сводок МЧС Республики Беларусь показал, что возникновение пожара на складах различных субъектов хозяйствования приводит к полному выгоранию помещения, даже при наличии систем пожарной сигнализации (СПС), что влечет за собой экономические убытки для их собственников. Основной причиной неэффективности СПС является неправильное определение на этапе проектирования целей СПС и критериев их достижения, которые она должна выполнять на конкретном объекте.

Для решения указанной проблемы в работе предлагается расчет эффективности размещения технических средств противопожарной защиты для обеспечения сохранности электронного оборудования хранимого на складе административного здания. Критерий поставленной цели: не допустить нагрев картонных коробок с оборудованием до температуры 200 °С и выше, которая приводит к их пожелтению и перче товарного вида, как следствие, к невозможности реализации данной продукции. В работе приведен расчет эффективности размещения тепловых точечных пожарных извещателей (ТПИ) по методике, которая используется для определения отклика порогового ТПИ при анализе тепловых систем обнаружения пожара.

Полученные результаты показали, что достижение поставленной цели возможно при выполнении условия: расстояние между ТПИ не более 3,9 м, расстояние от ТПИ до стены не более 2,5 м при одновременном использовании модульной установки газового пожаротушения (МУГП).

Дополнительно выполнена проверка эффективности размещения ТПИ на складе путем моделирования расчетного пожара в программе PyroSim 2012. Размер источника пожара 1 м<sup>2</sup> с интенсивностью тепловыделения  $Q=1248$  Вт/м<sup>2</sup>. В результате получено, что критическая температура 200 °С вблизи потолка (на высоте 2,9 м от пола) наступает через 85 секунд после начала пожара, вдали от источника через 102 секунды. Температура воздуха на уровне 2,9 м от пола в момент запуска МУГП не превышает 90 °С, что подтверждает выполнение поставленной в работе цели.

Расчеты и моделирование показывают, что система пожарной сигнализации на складе является эффективной и выполняет поставленную цель только в составе с МУГП.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОБИЛЬНЫХ ДЕФЕКТОСКОПОВ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

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

Канд. техн. наук, доцент Петрик В.Ф.

Национальный технический университет Украины

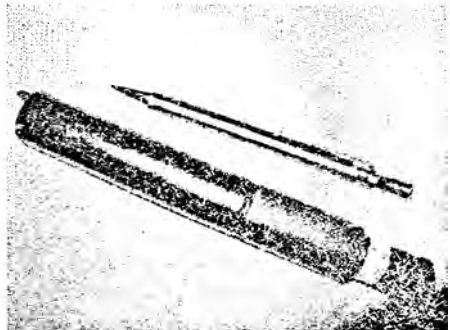
«Киевский политехнический институт»

Учитывая темп жизни человека трудно его представить без четырехколесного стального друга. Но множество из нас вынуждены тратить огромные деньги и уйму времени на ремонт своих автомобилей. В тоже время процесс поиска дефекта и диагностики, например, двигателя внутреннего сгорания вынуждает мастеров использовать более ухищренные методы проверки деталей, узлов и агрегатов. Говоря о современном автомобиле сложно вообще представить процесс диагностики, потому как пространство ограничено.

Разрабатываемая серия мобильных и компактных дефектоскопов, позволяет использовать их практически в любых условиях, для контроля усталости металла поршневых групп, толщины стенок трущихся деталей и т.д. Одним и немало важным преимуществом является возможность контроля удаленно от центра обработки информации с возможностью записи и регистрации дефектов.

Предлагаемый ультразвуковой беспроводной дефектоскоп, состоит из аналоговой части и ПК. Пьезоэлектрический преобразователь, генератор ультразвуковых колебаний, блок аналого-цифрового преобразования, блок управления, блок беспроводной передачи данных по стандарту "bluetooth", являются составляющими аналоговой части. Прием, обработка и анализ данный происходит на ПК.

Преимуществом такой конструкции являются малые габаритные размеры, что позволяет проводить контроль практически в любых пространственных условиях. Рассматриваемый дефектоскоп может быть использован в разных отраслях промышленности начиная от авиапромышленности заканчивая контролем сварных швов.



## ИЗМЕРИТЕЛЬ ДВУХКАНАЛЬНЫЙ ДЛЯ DIN-РЕЙКИ

Студент гр. 113310 Козел П.В.

Канд. техн. наук, доцент Савелов И.Н.

Белорусский национальный технический университет

Двухканальные измерители применяются в химической отрасли, сельском хозяйстве, пищевой промышленности, металлургии и предназначен для измерения температуры, уровня, давления, влажности, веса и других физических величин различных сред.

Целью данной работы является разработка конструкции измерителя двухканального, предназначенного для крепления на DIN-рейку.

Была разработана конструкция измерителя двухканального (ИДПК), предназначенного для его использования в качестве встроенных элементов внутри комплектных изделий категорий 1, 1.1 и 2 при температурах от  $-60$  до  $+40$  °С и влажности 75% и степень защиты конструкции IP45. Выбраны материалы конструкции, которые должны обеспечить надежную работу устройства в течение всего периода эксплуатации.

Измеритель двухканальный имеет следующие характеристики: габаритные размеры  $(100 \times 80 \times 65)$  мм  $\pm 5\%$ , напряжение питания  $(220 В) \pm 10\%$ .

В результате проведенных расчётов было определено, что минимальная толщина стенки корпуса, выполненного из АБС-пластика должна составлять не менее 2 мм.

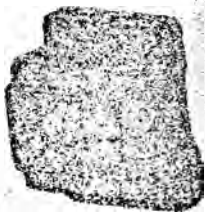


Рисунок 1 - Твердотельная модель ИДПК

Для обеспечения надёжного уровня защиты конструкции от воздействия окружающей среды была определена необходимая сила сжатия герметизирующего резинового уплотнителя. Сила сжатия уплотнителя составляет 98 Н.

Определены геометрические параметры винтовой цилиндрической пружины сжатия для крепления устройства на DIN рейку. Для обеспечения надёжной фиксации на рейку пружина должна быть выполнена из стальной проволоки 65Г диаметром 0,5 мм.

При помощи системы автоматизированного проектирования SolidWorks (рисунок 1) была разработана твердотельная модель двухканального измерителя, а также разработаны рабочие чертежи деталей и сборочный чертеж конструкции при помощи САПР AutoCAD.



## АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНІТНО-АКУСТИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Студент гр. ПБ-21 ПБФ Козловский А.Г.

Канд. техн. наук Подолян А.А.

Национальной технической университет Украины  
«Киевской политехнический институт»

При проведении неразрушающего контроля металлических изделий ультразвуковым методом широко применяются электромагнитно-акустические (ЭМА) преобразователи [1,2], с помощью которых можно сформировать акустическую волну в металле контролируемого объекта без использования контактной жидкости, через ржавчину или лакокрасочное покрытие.

Рассмотрим ЭМА преобразователь, который позволяет повышения качества ультразвуковых измерений в объекте контроля имеющий сложную геометрическую форму, за счет обеспечения более плотного прилегания торцевых поверхностей магнитоводов к поверхности объекта контроля. Конструкция предложенного ЭМА преобразователя объясняется рисунками, которые наведены на рис.1.

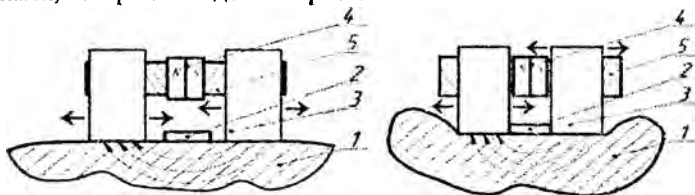


Рис.1 ЭМА преобразователь 1 – объект контроля, 2 – плоский проводной излучатель, 3 - магнитоводы, 4 - магнит, 5 – направляющая.

Использование предложенного ЭМА преобразователя позволяет повысить эффективность та точность контрольно-измерительной поверни сложной формы и упростить проведение контроля.

### Литература

1. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник/ Под. ред. В. В. Клюева М.: Машиностроение, 2005.-656 с.
2. Анализ электро-акустического преобразователя с угловым вводом возбуждения ультразвуковой волны / Г.С. Тымчик, А.А. подолян // Вестник НТУУ «КПИ» серия приборостроение. – Киев: Изд-во НТУУ «КПИ», 2014 – Вып.47 – С.85-94

## **ПРИМЕНЕНИЕ СВЕТОДИОДОВ VL-L542UBC ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПАРОВ ХЛОРОВОДОРОДА**

Студент гр. ПН-11 Комиссиенко С.С.

Ст. преп. Ковтун В.С.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Современное состояние промышленности характеризуется широкой автоматизацией технологических процессов и гибким автоматизированным производством, что привело к резкому росту требований к скорости определения параметров, получение результатов восприятия и измерения паров HCL. В связи с этим в последнее время много внимания мы стали выделять разработке датчиков.

Существенным шагом вперед стало создание нового класса тонкопленочных преобразователей. Сделали чувствительную пленку, включающую в себя полифенилсилоксан и растворитель. Отличается от других она тем, что ей свойственно менять цвет (длина волны пропускания), а также увеличения адгезии и гидрофобности. С помощью макета для измерения изменения цвета измеряют излучаемую способность в области зрительного восприятия (380-780 нм.). Общей преимуществом этих приборов является надежность и высокая скорость излучения.

Было проведено исследование пленки в широком спектре излучения. Для определения спектра поглощения была создана установка. Состав макета: миниатюрная лампочка (Н19-04501) конденсора, набором светофильтры, фотоприемника (типа ФЭУ-66) и кюветы с исследуемой пленкой. ФЭУ-62 имеет большие габариты, поэтому не удалось создать компактный прибор для определения паров хлороводорода. Аналогичные ФЭУ-62 результаты были показаны почти всеми фотоприемниками, но наилучшие результаты были получены светодиодом VL-L542UBC. Учитывая его небольшие габариты 7,2x5 мм, его использование при создании малогабаритного прибора имеет большую перспективу.

Используя VL-L542UBC с предварительным усилителем и использованием аналогово-цифрового преобразователя (АЦП), позволяет получить цифровой сигнал пропорционален концентрации паров хлороводорода непосредственно светоприёмников.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ (ФЭП) С МНОГОЗАРЯДНЫМИ ПРИМЕСЯМИ АКЦЕПТОРНОЙ ПРИРОДЫ

Студент гр.113311 Комлева И.А.

Канд. техн. наук, доцент Яржембицкая Н.В.

Белорусский национальный технический университет

Одним из требований при эксплуатации ФЭП является линейность энергетической характеристики в широком диапазоне плотностей мощности оптического излучения, задаваемая динамическим диапазоном. Динамический диапазон является важной характеристикой ФЭП, определяющей возможность использования данного прибор в составе фотоприемного устройства. Так, например, фотоприемное устройство с ФЭП волоконно-оптических систем передачи, как правило, работает при уровнях входной мощности значительно превышающей порог чувствительности. Запас входной мощности необходим для обеспечения надежной связи, т.к. с течением времени мощность передатчика уменьшается. Большая плотность мощности может оказаться на входе приемника при использовании короткой соединительной линии. Поэтому динамический диапазон фотоприемного устройства должен быть как можно больше.

Динамический диапазон ФЭП существенно зависит от комбинационных процессов с участием многозарядных примесей.

Проведенное моделирование показало, что существуют две линейные области энергетической характеристики ФЭП с многозарядными примесями акцепторной природы при низких и высоких плотностях мощности оптического излучения. Показано, что для примесей акцепторной природы первый динамический диапазон  $D_1$  определяется соотношением:

$$D_1 = \frac{B \cdot N}{P_{\text{пор}}},$$

где  $B$  – постоянная, определяемая параметрами многозарядной примеси акцепторной природы;  $N$  – концентрация многозарядной примеси;  $P_{\text{пор}}$  – порог чувствительности ФЭП в заданной полосе частот.

Установлено, что динамическим диапазоном  $D_1$  можно управлять за счет выбора вида многозарядной примеси и ее концентрации. Это позволяет за счет варьирования вида примеси и ее концентрации создавать ФЭП, работающие в заданном диапазоне плотностей мощности оптического излучения.

## ONLINE COMPUTING SYSTEM OF THE HIDDEN DEPRESSION

Student PBF gr.PB-42m Korotysh A.I.  
Ph.D., Associate Professor Tereschenko M.  
National Technical University of Ukraine  
“Kyiv Polytechnic Institute”

The World Health Organisation predicts that the hidden depression will be soon the second-biggest public health risk after heart disease. Young people are more likely to die from depression than from Aids, cancer and heart disease combined. One person in 20 in Britain is now clinically depressed.

Depression should not be too difficult either to diagnose or to treat. The characteristic symptoms—depressed affect, psychomotor retardation, vegetative signs, ideas of suicide—are straightforward and easy to recognize. The procedures for combining antidepressant medication and psychotherapy are well understood and usually effective.

Masked depression is supposed to be a form of atypical depression in which somatic symptoms dominate the clinical picture and disguise the underlying affective disorder.

To determine whether the person suffers from hidden depression or not, there are two ways: visiting a doctor is a good first step in getting help. They can advise on person's treatment choices - including therapy, medication or referral to a psychiatrist if this is needed.

But people sometimes don't suspect about their disease, they are unaware of it, and to go to the doctor is very responsible step. Some people are afraid of such type of doctors. As a rule, these patients attribute their disturbances to physical illness, seek medical care for them, and report only somatic complaints to their physicians, with the consequence that many of such depressions are not recognized or are misdiagnosed and mistreated. Scientist's estimates of depressed patients who are correctly identified and treated range from 5% to 60%. Recent data show that about 10% of people who consult a physician for any reason originally suffer from affective disorders disguised by physical symptoms.

Another approach in this situation is a self-help techniques. The best thing is that the person is in control and can try different strategies at his own pace.

The results of the researches showed that a person is much easier to go online test rather than go to the doctor. so I am developing online testing system including the most effective methods with no analog in the world. It will be placed on the web-site online testing resource and it will be available for everyone.

## УПРАВЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫМ ПОЛЕМ В ПРОЦЕССЕ НАПРАВЛЕННОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

Канд. техн. наук, доцент Маркин М.А.,  
аспирант Кушовый С.Н.

НТУУ «Киевский политехнический институт»

В настоящее время актуальной задачей является управление температурным полем в процессе направленной кристаллизации (НК). Метод НК широко используется при изготовлении рабочих лопаток (рис. 1) газотурбинных двигателей (ГТД) для авиации и энергетики. Данные детали являются наиболее ответственными, дорогими и по большей части определяющими ресурс и безопасность работы двигателей [1]. Также НК применяется при получении материалов для электроники, электротехники и приборостроения.

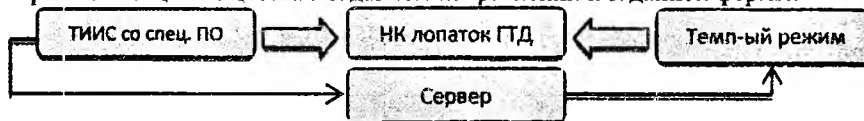
Поставленную задачу предлагается решить посредством использования для контроля температурного режима НК современных телевизионных информационно-измерительных систем (ТИИС).



Рисунок 1 – Рабочая лопатка ГТД

ТИИС – это комплекс оптико-электронных устройств со специальным программным обеспечением, что позволяет измерять температурные характеристики. Измерительная система обрабатывает, анализирует данные о температуре и передает их на сервер для управления температурным полем НК, которое задается с помощью специального нагревательного элемента.

Ниже приведена схема реализации управления температуры в процессе кристаллизации вещества в заданном направлении и заданной формы.



Таким образом, можно контролировать температурное поле НК монокристаллической лопатки ГТД в реальном времени и управлять ее фронтом роста. Это позволит уменьшить процент брака в производстве, а также значительно повысить качество готовой продукции.

### Литература

1. Куликов Г. Г., Трушин В. А., Ганеев А. А. Концепция интеллектуального мониторинга состояния лопаток турбин в процессе эксплуатации авиационных ГТД // Вестник УГАТУ. – 2013. – т. 17. – №. 4.

**КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ ЖИДКИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД**

Магистрант Лапицкая В.А.

Докт. техн. наук, профессор Гусев О.К.

Белорусский национальный технический университет

Управление рядом технологических процессов предприятий перерабатывающей промышленности связано с определением параметров состава жидких технологических сред в заданных точках технологического маршрута в реальном масштабе времени [1]. К таким параметрам относят концентрацию и тип растворенного вещества в водном растворе. В качестве растворенных веществ могут выступать электролиты (кислоты, щелочи, соли), а также основной продукт производства, проталкиваемый по трубопроводу порцией воды. При этом объект технологического контроля представляет собой последовательность несмешиваемых доз растворов различного типа, которые прокачиваются по длинному разветвленному трубопроводу и в априорно неизвестной очередности омывают электроды чувствительного элемента. В этих случаях измерение концентрации без знания типа раствора может сопровождаться грубыми погрешностями, связанными с различием градуировочных характеристик преобразователя для различных типов электролитов. Величина этой погрешности при ошибочном определении типа раствора может превышать допустимые значения в два и более раз [1]. Корректное определение типа и концентрации технологического раствора является необходимым условием для организации процесса мойки технологического оборудования, определения возможности сброс нейтрализованных стоков в канализацию, разделения сред при приемке продукта и других технологических операций.

Для контроля параметров жидких технологических сред традиционно используются кондуктометрические методы измерения. В качестве входного измерительного сигнала  $X(j)$  используется импеданс  $z(j)$  кондуктометрической ячейки. Измерения концентрации раствора электролита основаны на использовании функциональной зависимости тока активной проводимости  $i_R$  и концентрации  $C$  [1]. Для определения типа раствора в режиме "реального времени" используются либо особенности потенциодинамической ВАХ электродного чувствительного элемента, либо фазовые соотношения при использовании бесконтактного трансформаторного датчика.

**Литература**

1. Гусев, О.К. Многофункциональный измерительный преобразователь параметров жидких технологических сред / О.К. Гусев, К.Л. Тявловский [и др.] // Приборы и методы измерений. – 2012. – № 2(5). – С.40-46.

## ТЕРМОПРОФИЛИ ИНФРАКРАСНОЙ ПАЙКИ БЛИЖНЕГО И СРЕДНЕГО ДИАПАЗОНА ИЗЛУЧЕНИЯ

Магистрант Лаппо А.И.,

Д-р техн. наук, профессор Ланин В.Л.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Основным фактором, обеспечивающий качество паяных соединений поверхностно монтируемых (SMD) компонентов в процессе монтажа, и сохранности ремонтируемого изделия во время демонтажа неисправного компонента, является правильный выбор источника нагрева. Применение инфракрасных (ИК) источников позволяет локально воздействовать и уменьшить время нагрева ремонтируемого изделия, что снижает риск повреждения. Для этих целей применяются ИК станции, в конструкцию которых входят нижний нагреватель, предназначенный для предварительного нагрева печатной платы перед пайкой и снижения термических напряжений в изделии, и верхний нагревательный элемент, которым производится процесс монтажа и демонтаж SMD компонентов.

Исследованы термопрофили ИК пайки SMD компонентов с применением разработанной ИК станции монтажа и демонтажа. В данной станции мощность нижнего нагрева равна 1000 Вт. Исследования проводились с применением ИК нагревателей в ближней ИК области (0,7-1,5 мкм) – галогенная ИК лампа накаливания КГМ 30/300; и в средней (2-10 мкм) – керамический ИК нагреватель Elstein SHTS/4. Для автоматизации получения данных применен измеритель-регулятор ОВЕН ТРМ210 и персональный компьютер.

На этапе предварительного нагрева формы термопрофилей близки друг другу, это объясняется тем, что на данном этапе нагрев осуществляется только нижним нагревателем, который в ходе эксперимента не менялся. Для галогенной ИК лампы характерна большая на 71-74% скорость нагрева по сравнению с керамическими нагревателями, что дает основание для выбора данного источника как основного нагревательного элемента в автоматизированных производственных линиях с высокой производительностью.

Применение керамических ИК источников среднего диапазона оптимально в ИК системах, предназначенных для ремонта изделий с SMD компонентами, поскольку для них характерна высокая равномерность нагрева поверхности изделия во время проведения монтажных работ, а за счет увеличения времени нагрева снижаются термические напряжения в объеме компонентов изделия.

## КЛАПАН СБРОСА С ЭЛЕКТРОМАГНИТОМ

Студент гр. 119831 Лукашевич Д.А.

Канд. техн. наук, доцент Савелов И.Н.

Белорусский национальный технический университет

Клапан сброса с электромагнитом применяется в качестве исполнительного устройства для управления потоками в гидравлических системах.

Целью данной работы является разработка конструкции клапана сброса с электромагнитом и адаптация его для применения устройствах в спортивной технике.

Для достижения поставленной задачи было разработано техническое задание, в соответствии с которым были выбраны материалы деталей, соответствующие требуемым условиям эксплуатации. Решения по выбору материалов конструкции приняты на основе анализа и сравнения нескольких материалов для каждой детали. Главным критерий, которого придерживались при выборе материалов – пригодность материала для эксплуатации в диапазоне температур от  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Для защиты конструкции от коррозии было принято решение использовать химическое оксидирование стальных деталей конструкции. Были выявлены уязвимые от пыли и влаги места, и осуществлена их надежная герметизация. Герметичность устройства обеспечивается уплотнительными элементами, специально разработанными для данной конструкции, выполненными из резиновой смеси К-1520, предназначенной для уплотнительных материалов. Защитный корпус обеспечивает степень защиты конструкции IP 67. Расчет направляющей на заклинивание отражает работоспособность конструкции в заданных условиях эксплуатации. Посадка H8/h8 является оптимальной для выбранных материалов.

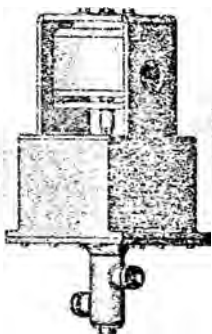


Рисунок 1 – 3D-модель клапана сброса с электромагнитом

При помощи системы автоматизированного проектирования SolidWorks 2014 была спроектирована 3D-модель конструкции (рисунок 1). Разработаны рабочие чертежи деталей и сборочный чертеж конструкции в системе автоматизированного проектирования AutoCAD 2014.



## ПОГРЕШНОСТИ МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО ГИРОСКОПА ПРИ ВИБРАЦИИ ОСНОВАНИЯ

Студенты Лысикова К.О., Пустовойт А.И.

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

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Микромеханические гироскопы - перспективные приборы современной микросистемной техники. Область их применения чрезвычайно широка. Они используются, в частности, в малогабаритных системах ориентации и навигации для судов и летательных аппаратов различного назначения для получения полной информации о движении объектов. Эти приборы, как правило, работают в условиях существенных угловых и линейных возмущений. Поэтому вопросы обеспечения статической и динамической точности таких гироскопов имеет важное значение.

Для описания и изучения возникающих погрешностей в работе получена и проанализирована зависимость, определяющая постоянную составляющую погрешности микромеханического гироскопа с чувствительным элементом в виде твердого тела в упругом торсионном подвесе при вертикальном расположении оси чувствительности в условиях гармонической вибрации основания

При проектировании гироскопов имеются возможности вариации геометрии чувствительного элемента и упругих подвесов. Поэтому важно определить ключевые параметры, наиболее сильно влияющие на указанную погрешность. В работе основное внимание уделено изучению влияния геометрической неоднородности материала резонатора в условиях вибрации при различных конструкциях подвеса.

Моделирование в среде Matlab показало, что приемлемую точность гироскопа при работе в режиме вибрационного воздействия можно достичь за счет учета предельных значения неоднородности упругих свойств конструкционного материала подвеса и инструментальных погрешностей изготовления колебательного контура.

Рассчитанные требования к указанным конструктивным параметрам подвеса учитывают практических возможностей технологии изготовления данных приборов.

### Литература

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

## ВЛИЯНИЕ СИЛ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСА И КАЗИМИРА НА ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЕ КРУТИЛЬНЫЕ АКТЮАТОРЫ

Магистрант специальности 1-38 80 01 Можейко М. А.

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

Белорусский национальный технический университет

Существует много видов микроэлектромеханических (МЭМС) или наноэлектромеханических (НЭМС) систем, в которые входят актюаторы с параллельными пластинами, на которые действуют электростатические силы. Важным параметром в электростатических приводах является напряжение схлопывания. В состоянии равновесия электростатическая сила и удерживающая сила равны. Это приводит к стабильному состоянию актюатора. По мере увеличения напряжения возрастает электростатическая сила и в конечном счете она превышает удерживающую силу, это приводит к эффекту втягивания. Критическое напряжение определяется как напряжение схлопывания. Тем не менее в торсионном актюаторе, в отличие от актюатора с параллельными пластинами, одна пластина наклоняется, когда прикладывается напряжение, и между двумя пластинами появляется угол наклона  $\varphi$ . Таким образом, существует не только критический зазор, аналогичный зазору в приводе с параллельными пластинами, но также и критический угол наклона.

Во многих работах анализируется влияние сил Ван-дер-Ваальса и Казимира на устойчивость электростатических торсионных актюаторов в НЭМС. Важная особенность эффекта Казимира является то, что это явление квантовое по своей природе, оно предсказывает силы между макроскопическими телами. Благодаря этому силы Казимира имеют отношение к МЭМС и НЭМС. Сила Казимира принципиально влияет на производительность и эффективность НЭМС устройств. Приведенные ранее исследования электростатических торсионных актюаторов, не учитывают эффекты Ван-дер-Ваальса и Казимира, которыми можно пренебречь в МЭМС[1]. Эти эффекты играют важную роль в НЭМС.

### Литература

1. Jian-Gang Guo, Ya-Pu Zhao, Influence of van der Waals and Casimir Forces on Electrostatic Torsional Actuators [Электронный ресурс]. – <http://www.sciencedirect.com>.

## СИСТЕМА ОХРАННОЙ И ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ АРХИВОХРАНИЛИЩА

Студент гр. 313039 Островский А.Ю.

Ст. преп. Владимирова Т.Л.

Белорусский национальный технический университет

Система пожарной сигнализации (СПС) – это базовый элемент в системе безопасности любого предприятия. Это продиктовано как желанием владельца обезопасить свое имущество, жизнь и здоровье сотрудников, так и государственными стандартами и нормативными актами министерства по чрезвычайным ситуациям (МЧС). В целом, СПС предназначена для выявления пожара на начальной стадии возгорания и передачи сигнала тревоги на пульт охраны.

Целью системы охранной сигнализации является обеспечение сохранности ценностей, документов и другого имущества, а также защита от проникновения.

Интеграция охранной и пожарной сигнализации в составе единой системы охранно-пожарной сигнализации осуществляется на уровне централизованного мониторинга и управления. При этом системы охранной и пожарной сигнализации администрируются независимыми друг от друга постами управления, сохраняющими автономность в составе системы охранно-пожарной сигнализации.

Выбор технических средств СПС произведен на основании анализа конструкторско-строительных характеристик здания и назначения помещений, а также исходя из базы сертифицированных технических средств и оборудования включенных в «Информационный перечень средств противопожарной защиты и пожароопасных изделий, производимых и ввезенных в РБ».

Параметр	«ПКП-8»	«А6-06»	«Алапм-5»
Информативная емкость, шт.	8	6	8
Кол.о релейных выходов, шт.	4	4	3
Напряжение питания, В	12	12	12
Клавиатура управления	нет	есть	нет
$I_{\text{пот}}$ в дежурном режиме, мА	120	80	120
$I_{\text{пот}}$ в тревожном режиме, мА	134	97,5	150
T °С	(+5) - (+40)	(-20) - (+50)	(-30) - (+50)
Срок службы прибора, лет	8	8	8
Общая стоимость системы, бел. рублей	1 566 930	1 294 280	1 362 350

Реализация СПС будет реализована на базе прибора «А6-06».

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СПЛОШНОСТИ ПОКРЫТИЙ НА МЕТАЛЛЕ ЗАРЯДОЧУВСТВИТЕЛЬНЫМИ МЕТОДАМИ

Аспирант Пантелеев К.В.

Д-р техн. наук, профессор Жарин А.Л.

Белорусский национальный технический университет

Одной из актуальных задач неразрушающих методов контроля качества функциональных покрытий является обнаружение дефектов сплошности, оценка их месторасположения и геометрических параметров. Если задача обнаружения дефектов удовлетворительно решена, то оценка геометрических параметров в ряде случаев остается затруднительной.

Целью настоящей работы является разработка бесконтактных методик контроля сплошности покрытий на металлическом основании и оценки геометрических параметров дефектов зарядочувствительными методами.

Метод контроля сплошности реализуется с использованием установки диагностирования гомогенности прецизионных поверхностей, разработанной в НИЛ ПТ БНТУ (рисунок 1-а).

В состав прибора входят следующие средства:

- двухкоординатный привод Parker Hannifin Corporation;
- блок управления и сбора данных, выполненного на базе стандартного РС компьютера оснащенным платой сбора данных;
- датчик измерения РВЭ (разработка НИЛ ПТ БНТУ).

Измерительный сигнал с датчика РВЭ при обработке с помощью специализированного ПО преобразуется в визуализированное изображение с определенным градиентом цвета. Пространственное разрешение измерений определяется размером измерительного зонда. Обработка цветового изображения объекта и идентификация полученных данных с типом дефекта даёт возможность получить достоверную информацию о неоднородностях покрытия. При просмотре изображений есть возможность измерения линейных размеров объекта на изображении.

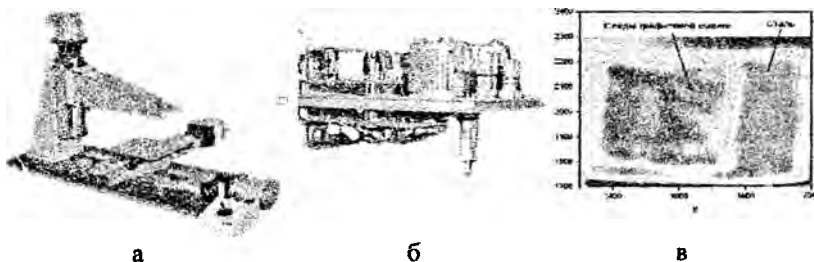


Рисунок 1 – Общий вид установки (а) и зарядочувствительного зонда (б); топология распределения РВЭ (в)

## ПАНЕЛЬ ОПЕРАТОРА ПО-310

Студент гр. 113310 Петриченко В.С.

Канд. техн. наук, доцент Савелов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Панели оператора – это компактные специализированные устройства, позволяющие решить задачу организации операторского интерфейса для ввода данных и управления различными устройствами. Особенно характерно это для локальных систем управления, таких как системы управления небольшими технологическими линиями, отдельными станками и другими агрегатами в таких отраслях, как электроэнергетика, химическая промышленность, металлургия, электронная промышленность..

Целью данной работы является разработка панели оператора в соответствии с заданным климатическим исполнением (ТВ2.1) и степенью защиты конструкции (IP66), выбор оптимальных конструкционных материалов.

При выполнении данной работы было разработано техническое задание, выбраны материалы, имеющие свойства,

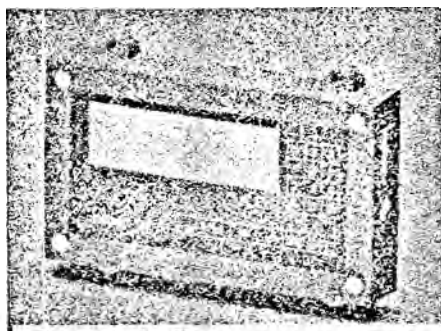


Рисунок 1 - Твердотельная модель панели оператора

удовлетворяющие климатическому исполнению. Конструкция сохраняет работоспособность в диапазоне температур  $-10...+45$  °С и влажности воздуха 75% .

Степень защиты конструкции IP66 обеспечивается наличием в конструкции прокладок уплотнения. Расчет силы затяжки уплотнительного элемента показал, что она должна

составлять  $F=50,4$  Н.

Определена минимальная толщина стенки корпуса  $h=0,95$  мм. Для обеспечения ремонтпригодности основание и крышка корпуса фиксируются четырьмя винтами М4х20.

Для коммутации с внешними устройствами в конструкции предусмотрен интерфейс RS-232, герметизированный уплотнителем, выполненный из силиконовой резины ИРП 1266.

С помощью САПР AutoCAD 2012 выполнены рабочие чертежи деталей и сборочный чертеж. При помощи САПР SolidWorks 2012 выполнена твердотельная модель панели оператора.

## ГЕНЕАЛОГИЧЕСКОЕ ДРЕВО

Студентка группы 11301212 Поклонская Д.А.  
Канд. физ.-матем. наук, доцент Кривицкий П.Г.  
Белорусский национальный технический университет

Разработана компьютерная программа - генеалогическое древо, содержащая паспортные данные членов некоторого родового клана; ссылки на детей (или на родителей). Программа осуществляет поиск всех потомков или всех предков для указанного лица.

Программа разработана в среде программирования C++Builder и представляет собой оконное Windows-приложение [1]. Программа представлена в графическом виде. При запуске .exe файла открывается окно.

При запуске в генеалогическое древо сразу добавляются данные из текстового файла и с ними можно работать. Добавить информацию в древо можно несколькими способами.

С клавиатуры. Просто вводим данные в текстовые поля и нажимаем кнопку “Добавить”.

Случайные данные. Нужно нажать на кнопку “Заполнение случайными данными”. Текстовые поля для ввода данных заполнятся случайно сгенерированными данными. Если затем нажать кнопку “Добавить”, эти данные запишутся в базу.

Если нажать правой кнопкой мыши на область просмотра генеалогического древа, появится всплывающее меню. Через это меню. Можно искать предков либо потомков выбранного человека. Так же программа имеются такие функции, как удаление информации об указанном человеке и сохранение генеалогического древа указанного лица в файл.

Программа удобна тем, что в любой момент можно открыть сохраненный файл с результатами. Разработка программы выполнена в рамках курсового проектирования. В результате доработки это программа может иметь широкие возможности: автоматически строить генеалогические деревья с фотографиями, содержать механизм событий, позволяющий создавать сложные жизнеописания, позволяет хранить мультимедийные данные (текст, фотографии, звук, видео), имеет возможность поиска, сортировки, получения.

### Литература

1. Прата С. Язык программирования C++. Лекции и упражнения. Москва: Вильямс. 2007 – 1134 с.

## ОХРАННАЯ СИСТЕМА АВТОМОБИЛЯ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА СЕМЕЙСТВА PIC

Студент группы 313010 Поляков В.В.  
Канд. физ.-матем. наук, доцент Кривицкий П.Г.  
Белорусский национальный технический университет

Разработана система автомобильной сигнализации на базе микропроцессора семейства PIC , прототипом разрабатываемой системы является автосигнализация Fighter F-15.

Данная система позволяет предотвратить кражу ценных вещей , угон и несанкционированный доступ в автомобиль.

Схемы устройства разработаны в среде проектирования AutoCad. В проекте предоставлена техническая документация с инструкциями по подключению и перечнем

Система удобна тем, что может известить владельца автомобиля на расстоянии о попытках взлома или угона транспортного средства. Схема включает в себя систему энергосбережения , позволяющую существенно экономить заряд аккумулятора .

Система удобна тем, что в любой момент можно проверить состояние автомобиля . Она представляет собой законченный продукт , пригодный для опытной эксплуатации . Разработка и апробация системы выполнена в рамках курсового проектирования . Она заинтересует владельцев транспортных средств , которым нужно быть уверенным в надежной охране своего автомобиля. Система может служить основой для создания более расширенной и функциональной сигнализации для охраны материальных ценностей , которая будет обеспечивать потребности по защите материальных ценностей для разных категорий пользователей.

### Литература

1. Адрианов В. И., Соколов А. В. Автомобильные охранные системы. Справочное пособие. – СПб., БХВ-Санкт-Петербург, Арлит, 2000.
2. Документация на микроконтроллер PIC16F877. [Электронный ресурс] / U.S.A. Microchip Technology Inc - Электрон. дан. — Справочно-информационный интернет-портал «microchip.com», 2001. : Режим доступа: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/ DeviceDoc/30292c.pdf> свободный. - Загл. с экрана

## ПРОТОТИП РОБОТА "АНР-М1"

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

Канд. техн. наук Прокопович Г.А.

Белорусский национальный технический университет

Объединённый институт проблем информатики НАН Беларуси

Пожары – многовековой враг человечества. Они не только наносят колоссальный ущерб имуществу, но и ежегодно лишают жизни многих людей на планете. Борьба с пожарами требует участия высококвалифицированных специалистов и применение новейшей техники, а использование роботов может предотвратить не только распространение огня, но и его возникновение.

**Цель работы:** разработать и протестировать прототип пожарного робота, сделать его максимально простым в конструкции для обеспечения легкой сборки, надежности и низкой себестоимости, при этом не ухудшив функциональности. **Позволить прототипу самостоятельно производить тушение пожара.** **Задачи:** разработать прототип и схему, написать программу, собрать прототип, протестировать, сделать вывод.

**Структурная схема робота:**

Структурная схема робота, ИП-1М и его взаимодействие с окружающей средой, представлена на рис. 1.

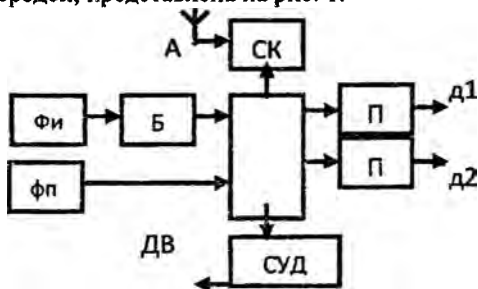


Рисунок 1 – Структурная схема робота.

ФИ – фотоизлучатель; ФП – фотоприемник; Б – буферный каскад;

М – микроконтроллер; ДВ – двигатель; СУД – схема управления двигателем; П – преобразователь; Д – датчик; СК – согласующий каскад; А – антенна.

**Датчики:** Датчик пепла, Передатчик звуковых сигналов, Датчик дыма, Датчик температуры.

**Заключение:** В ходе работы нам удалось добиться поставленной цели: разработать и протестировать прототип пожарного робота, сделать его максимально простым в конструкции для обеспечения легкой сборки, надежности и низкой себестоимости, при этом, не ухудшив функциональности. Был проведён огромный комплекс работ по исследованию способностей робота.



**КАССА АВТОВОКЗАЛА**

Студентка группы 11301212 Рыжкович К.А.

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

Белорусский национальный технический университет

Создана программа для функционирования касс автовокзала. Решение поставленной задачи реализуется посредством набора функций, определяющих направленность и широкий круг возможностей разработанной программы. Это является важным фактом для касс автовокзала, так как далеко не все аналогичные программные продукты реализуют весь спектр необходимых функций. В то же время корректность их совместного использования и отладка программы в ходе выполнения проектирования обуславливают эффективность и надёжность её работы.

С помощью описываемой программы возможно создание расписания автобусных маршрутов, на основе которого могут быть осуществлены следующие функции: выбор ближайшего рейса до заданного пункта (при наличии свободных мест), оформление билетов и заполнение посадочной ведомости, просмотр количества свободных мест на каждом рейсе, предварительная продажа, возврат билетов. Причём предполагается деление программы на две рабочие области: область для работы со всем расписанием и область для работы с конкретным автобусом. В первой реализуется добавление новых автобусов с вводом сопутствующей информации (промежуточная точка, конечная точка, время отправления), удаление расписания. Во второй – выбор автобуса по номеру, при этом данные о нём при необходимости выводятся в специально предназначенную область, покупка билетов предполагает уменьшение количества билетов для выбранного автобуса, возврат билета предполагает увеличение количества билетов для выбранного автобуса, вывод посадочной ведомости с информацией о проданных билетах, поиск ближайшего автобуса до заданного пункта. В программе также предусмотрена проверка возможных ошибок при вводе данных пользователем.

Наряду с широкими возможностями, предоставляемыми кассам автовокзала разработанным программным продуктом его достоинством является ещё и интуитивно понятный интерфейс, позволяющий без специальной подготовки успешно работать в нём. Описанные выше свойства свидетельствуют о том, что программа имеет ярко выраженную практическую направленность и может без внесения существенных дополнений найти широкое применение в сфере обслуживания.

## ТЕРМОМЕТР-ТЕРМОСТАТ

Студент гр. 113451 Седельник О.В.

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

Белорусский национальный технический университет

Для ряда объектов требуется стабилизация температуры на заданном уровне, независимо от изменения внешних факторов. Термометр-термостат предназначен для поддержания заданной температуры жидкости (например, фотораствора, воды в аквариуме, воды в системе электрического водяного отопления, душе и т.д.). Такие объекты характеризуются большой тепловой инерционностью, редко возникающей необходимостью перестройки значения температуры стабилизации, а в ряде случаев требуют и применения систем охлаждения, когда температура окружающей среды превышает значение температуры регулирования. Использование 8-ми разрядного микроконтроллера *ATTiny*, стандартного датчика температуры типа *DS1820* с *1-Wire* интерфейсом, нагревателя и охладителя в качестве исполнительных устройств целесообразно для стабилизации температуры в замкнутых системах и более динамического изменения температуры на объекте.

Алгоритм программы разработан на языке *Assembler* и построен с использованием подпрограмм обслуживания датчика, исполнительных устройств, индикатора, узла управления. Программный код в *Assembler* занимает 588 строк. Программирование микроконтроллера осуществлялось средствами программы *AVR Studio*. После компиляции программы в машинные коды она занимает 5 кБайт.

Термостат обеспечивает возможность задания температуры в диапазоне от  $+15^{\circ}\text{C}$  до  $+35^{\circ}\text{C}$  с погрешностью  $0,5^{\circ}\text{C}$ , а также её регулирования в диапазоне от  $+15^{\circ}\text{C}$  до  $+35^{\circ}\text{C}$  с погрешностью  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ . При использовании нагревателя мощностью 50...100 Вт и охладителя обеспечивается поддержание заданной температуры в аквариуме объёмом до 100 литров.

Унификация подключения датчиков и исполнительных устройств обеспечивает возможность применения термостата для различных областей применения. Функциональные возможности термостата можно существенно расширить введением в устройство суточного таймера с обеспечением изменения предустановленных режимов термостатирования по расписанию. При этом потребуются некоторое усложнение узла управления-индикации и применения более мощного микроконтроллера *AVR* серии *ATMega*.

## АНАЛИЗ ПРИЧИН ПОТЕРИ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Ассистент Симута Н.А.

Д-р техн. наук, профессор Румбешта В.А.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Для построения автоматизированных систем технической диагностики (АСТД) процессов механической обработки (ПМО) в первую очередь необходимо выяснить механизм потери надежности этого процесса.

Как известно потеря качества ПМО возникает вследствие потери динамической стойкости технологической обрабатывающей системы (ТОС) вследствие резкого роста силы резания [1], что приводит к критическому росту динамики ПМО, росту вибраций, снижению качества обработанной поверхности, поломки инструмента и ТОС.

Рассмотрим причины возникновения такой ситуации. Известно, что главной причиной возникновения переменной составляющей силы резания является неравномерность глубины резания, также к её возникновению приводит неоднородность физических свойств обрабатываемой поверхности, периодичность процессов стружкообразования, неравномерность трения инструмента о поверхность обработки [2]. К постоянному росту силы резания приводит износ режущей кромки инструмента [3].

Вышеперечисленные факторы приводят к появлению переменной составляющей износа, которая влияет на трение инструмента о деталь и влияет на силу резания, которая в свою очередь также увеличивает трение и это влияет на износ и его переменную составляющую. Таким образом, образуется замкнутый контур увеличения вышеуказанных параметров, что со временем приводит к утрате динамической стойкости ТОС и потери качества и надежности ПМО.

Только полный анализ причин потери качества и надежности ПМО дает возможность создать надежную и эффективную АСТД.

### Литература

1. Кудинов, В.А. Динамика станков. М.: Машиностроение, 1967. – 359 с.
2. Румбешта, В.А., Информационно-параметрическая модель процесса механообработки для построения системы диагностики / В.А. Румбешта, Н.А. Симута, В.С. Подвысоцкая // Вестник НТУУ «КПИ» Серия машиностроение, Выпуск 63, 2011., с.140-143.
3. Бобров, В.Ф. Основы теории резания металлов. М., "Машиностроение", 1975.

## **ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОХРАНЫ ПОЛИКЛИНИКИ С РАЗРАБОТКОЙ СИСТЕМЫ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ И СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ**

Студент гр. 113020 Скоробогатов Д.В.

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

Белорусский национальный технический университет

Разработаны система охранного телевидения (СОТ) и система контроля и управления доступом (СКУД) интегрированные совместно с системой охранной сигнализации (СОС) поликлиники в общую систему безопасности.

Помимо целевых задач СОТ выполняет сопутствующие функции: получение видеоизображения и запись на носитель ситуации в охраняемых зонах в ночное время при включении детектора движения, мониторинг помещений, психологическое воздействие на потенциального нарушителя с целью оказания «отпугивающего» действия, выполняя таким образом предупредительно-профилактическую функцию. С точки зрения руководителя, СОТ решило основную задачу экономии денег, т.к. благодаря камерам сокращено число сотрудников охраны, записи могут быть использованы для проведения расследования при инцидентах, а также для профилактики правонарушений относительно имущества и хищений, удаленного контроля работы медперсонала.

СКУД или Access Control является второй по значимости дополнительной системой безопасности после СОТ (ССТV, IP-видеонаблюдения). Главной задачей СКУД является управление доступом через идентификаторы. Не менее значимой задачей является выполнение охранных функций в дневное время, когда, как правило, СОС отключена. СКУД выполняет важную функцию поддержания дисциплины работников на объекте. Данная система позволяет контролировать своевременные приходы сотрудников на работу и время ухода с работы с сохранением информации в электронном журнале. Также СКУД позволяет исключить присутствие посторонних в помещениях с ограниченным доступом.

Интеграция данных систем безопасности позволила максимально задействовать функциональные возможности. К примеру: в случае факта прохода через двери, на экран монитора с камеры, установленной над дверью, выводится фотография лица человека, который идет в помещение, и осуществляется его идентификация по имеющимся базам данных (работники или другие) с выдачей сигнала тревоги, если проход запрещен.

**ДИАГНОСТИКА ПОВЕРХНОСТИ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ  
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР В УСЛОВИЯХ  
ФОТОМАГНИТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Студентка гр. 11312112 Стельмахова А.П.

Ст. преп. Ломтев А.А.

Белорусский национальный технический университет

В условиях фотомагнитного воздействия исследовалась серия структур на основе антимионидов индия типа диэлектрик-полупроводник, в качестве диэлектрика в которых использовался собственный окисел. В структурах, у которых поверхность полупроводника подвергалась предварительной шлифовке и полировке, наблюдался аномальный фотомагнитный эффект, причем для антимионидов индия р-типа проводимости при комнатной температуре и п-типа проводимости при азотной температуре в случае полированных образцов аномальный фотомагнитный эффект в области сильных магнитных полей переходил в нормальный. При этом наблюдалась корреляция между размером зерен полирующей алмазной пасты и величиной аномального фотомагнитного эффекта, а также точкой перехода от аномальной к нормальной составляющей эффекта. При азотной температуре для антимионидов индия р-типа проводимости аномальный фотомагнитный эффект наблюдался в области сильных магнитных полей. Для этого случая также существует корреляция между обработкой поверхности полупроводника и величиной аномального фотомагнитного эффекта. Нетривиальный ход зависимости сигнала фотомагнитного эффекта от величины магнитного поля наблюдается в случае слабой освещенности, причем для травленного (СР-4) образца при комнатной температуре наблюдалась двойная смена знака сигнала фотомагнитного эффекта. Смена знака фотомагнитного эффекта наблюдалась также на температурных зависимостях для образцов из антимионидов индия п-типа. Установлена корреляция между положением максимума этих зависимостей и температурой перехода от смешанной к примесной проводимости. Для антимионидов индия р-типа температурные зависимости аномального фотомагнитного эффекта имели два максимума, что свидетельствует о наличии рекомбинационных уровней. При уменьшении интенсивности возбуждающего света один из уровней не проявлялся.

## ФОТОМАГНИТНЫЙ ДАТЧИК НА ОСНОВЕ АНТИМОНИДА ИНДИЯ

Студентка гр. 11312112 Стельмахова А.П.

Ст. преп. Ломтев А.А.

Белорусский национальный технический университет

Диапазон измеряемых значений величины магнитного поля с помощью известных фотомагнитных датчиков ограничен областью магнитных полей, в которой величина сигнала фотомагнитного эффекта в зависимости от величины магнитной индукции изменяется линейно. Разработанный фотомагнитный датчик позволяет существенно расширить область измеряемых значений величины магнитного поля, что достигается путем использования аномальной составляющей фотомагнитного тока, обусловленной наличием приповерхностной области пространственного заряда в дрейфом носителей заряда в электрическом поле этой области. В датчике применена компенсационная схема измерений, заключающаяся в наложении нормальной и аномальной составляющей фотомагнитного тока, что обеспечивает достаточную точность измерений. Диапазон значений величины индукции магнитного поля, в котором работает датчик, можно изменять путем выбора полупроводникового материала и соответствующей обработки его поверхности. Магниточувствительный элемент датчика был изготовлен на основе антимонида индия в виде структуры металл-диэлектрик-полупроводник. В качестве металла использована полупрозрачная пленка алюминия, которая наносилась вакуумным напылением ( $p=5e-5$  мм рт. ст.). Диэлектриком служил однослойный собственный окисел и двухслойный в сочетании с окислом кремния. Показано, что разработанный фотомагнитный датчик может быть использован не только для измерения величины индукции магнитного поля, но и для регистрации длины волны падающего излучения, причем датчик позволяет регистрировать небольшие изменения в спектральном составе излучения и дает линейный участок смены знака фотомагнитной ЭДС в зависимости от длины волны излучения. Это позволяет использовать его в устройствах для дистанционного измерения и автоматической регулировки высоких температур. Исследовались различные факторы, влияющие на чувствительность и стабильность характеристик датчика.

## **ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ДЛЯ ТОРГОВОГО ЗАЛА ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО МАГАЗИНА**

Студентка гр.113010 Стукалова Е.С.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Антошин А.А.

Белорусский национальный технический университет

В соответствии со сводкой МЧС, пожары в продовольственных магазинах Республики Беларусь за период 2009-2015 в 40% случаях сопровождались пламенным горением, вследствие чего происходил полный охват помещения пламенем, и только в 60% - тление. Основной ущерб при пожаре – перекрытие, холодильники, прилавки, товары.

Для решения указанной проблемы необходим расчет эффективности размещения технических средств обнаружения пожара, а также обоснованно произвести выбор технических средств обнаружения пожара.

В работе выполнен необходимый расчет в соответствии с методикой [1] (методика определения целей, задач и критериев достижения целей систем пожарной сигнализации на основе расчета сценария предполагаемого пожара и учета объемно-планировочных решений) для торгового зала продовольственного магазина площадью 297.7 м<sup>2</sup>. Показано, что время, необходимое для прибытия аварийно-спасательных подразделений МЧС при возникновении пожара больше времени, когда температура в торговом зале достигнет критического значения, при котором произойдет полный охват зала пламенем. Чтобы не допустить полный охват пламенем торгового зала необходимо такой объект оборудовать автоматической установкой водяного пожаротушения.

Результаты расчета могут использоваться на практике при проектировании эффективных систем пожарной сигнализации и установок пожаротушения.

### **Литература**

1. National Fire Protection Association 72 National Fire Alarm Code. 2007 edition. This edition of NFPA 72 was approved as an American National Standard on August 17, 2006.

2. А.А. Антошин, Д.Л. Есипович, А.А. Пукач, Г.И. Олефир Обоснование выбора пожарных извещателей при проектировании систем пожарной сигнализации: учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы для студентов специальности 1-38 02 03 «Техническое обеспечение безопасности» / А.А. Антошин [и др.]. – Минск: БНТУ, 2008. – 68 с.

## КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРЕЦИЗИОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ МАЯТНИКОВЫМ МЕТОДОМ

Магистрантка гр.1-38 80 01 Тимохова Т.В.,

студентка гр.11312113 Карпович С.К.

Канд. техн. наук, доцент Ризноокая Н.Н.

Белорусский национальный технический университет

В современных условиях качество выпускаемой продукции выступает важным показателем экономических успехов любого предприятия, и даже государства. Контроль качества продукции является составной частью производственного процесса. В свою очередь главным критерием качества технологий являются методы контроля различных способов воздействий для получения качественных изделий, соответствующих эксплуатационным требованиям.

Целью данной работы является разработка системы контроля качества прецизионных поверхностей маятниковым методом.

В ходе выполнения данной работы были проведены эксперименты. Эксперименты проводились с использованием трех образцов кремния с разной толщиной алюминиевого покрытия (20нм, 50нм и 200нм).

Для проведения эксперимента маятник отклоняли и прижимали к упору. С помощью микрометрического винта перемещали положение упора на угол принятый в качестве амплитуды запуска маятника. Угол фиксировался на калибровочной линейке. После чего включалась запись сигнала, поступающего с Web-камеры на персональный компьютер и маятник отпускался. Когда маятник прекращал совершать колебания, запись останавливалась. Не снимая маятник с образцов, запуск повторяли

ещё раз. После этого маятник с помощью подъемного устройства поднимали, образцы передвигали на произвольное расстояние. Затем данные обрабатывались в программах MathCad, MathLab и Excel.

На рисунке 1 показано сравнение амплитуд качаний маятника.

Из рисунка видно, что данный метод чувствителен к покрытиям различной толщины, что позволяет контролировать толщину нанесения покрытия.

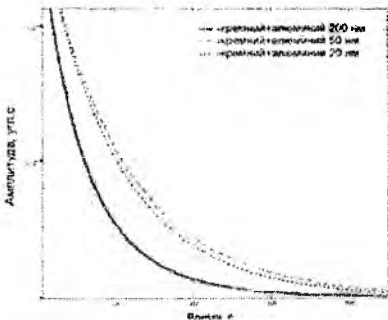


Рисунок 1 – Сравнение амплитуд колебаний маятника



## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ В НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ**

Студент гр. ПК-41м (магистрант) Топиха Д.М.  
Д-р пед. наук, доцент Протасов А.Г  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Непрерывная интенсификация технологических процессов, сокращение энергоемкости производства, удовлетворение растущих требований экологии выдвигают новые требования перед учеными и инженерами, направленные на повышение качества производимой продукции. Решение данной проблемы лежит в плоскости развития новых средств неразрушающего контроля, которые бы позволили повысить достоверность контроля, автоматизировать процесс сбора информации и обеспечить контроль труднодоступных для оператора участков объекта.

Поставленная задача может быть решена путем создания аппаратуры, реализующей беспроводную передачу данных от преобразующей части системы контроля к блокам обработки и индикации результатов.

В докладе предлагается схема дефектоскопа для неразрушающего контроля, который имеет телеметрический канал связи между ультразвуковыми преобразователями и устройством обработки и отображения информации. Телеметрический канал связи использует беспроводную технологию Bluetooth для обеспечения обмена данными. Разделение преобразующей части дефектоскопа и блоков обработки дает возможность использовать более мощную вычислительную технику для обработки полученных данных.

Предложенная схема дефектоскопа позволяет применять различные методы обработки и оцифровки несущих сигналов, автоматизировать процесс контроля и производить контроль крупногабаритных объектов благодаря дистанционному управлению сканирующим устройством.

Разработанный прибор обеспечивает передачу данных на определенное расстояние без потери полезной информации о состоянии контролируемого объекта. Малый вес и габариты дефектоскопа позволяют использовать его в труднодоступных местах сложных конструкций, а так же в агрессивных средах, исключаящих присутствие оператора. Предложенный дефектоскоп может быть использован для выявления дефектов типа трещины, раковины, непровары и т.п.

## INDOOR-НАВИГАЦИЯ С ПОМОЩЬЮ BLUETOOTH-МАЯЧКОВ

Студент гр. АП-25 Фальков Е.В.

Ассистент Романов А.Ю.

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Московский институт электроники и математики

В настоящий момент задача навигации внутри помещений становится все более актуальной, что обусловлено широким внедрением в повседневную жизнь интеллектуальных гаджетов и устройств, а также новых систем поддержки, облегчающих жизнь людей.

Технология на основе устройств Beacon (маячок) позволяет решить эту проблему. Маячки состоят из достаточно простой схемы и элемента питания, а срок службы устройства от одной батарейки, в среднем, составляет около 2 лет. Размер устройства может быть разным, но, в основном, не превышает размера ладони. Принцип навигации с помощью таких устройств довольно прост: пользовательское устройство принимает сигналы, создаваемые маячками, и рассчитывает расстояние до них, на основании чего определяет собственное расположение на карте.

В сообщении, принимаемом сканирующим Bluetooth-сигналы устройством, маячок передаёт следующие основные параметры: UUID (16 байт) – идентификатор маячка; Major (2 байта), Minor (2 байта) – параметры для идентификации маячков внутри одной UUID-группы. Для точной навигации необходимо также знать эталонное значение TX-Power (мощность сигнала, посылаемого маячком на расстояние в 1 метр). Данные параметры и информация о планировке помещения позволяют определить местоположение человека по сигналам от двух и более маячков. Особенность использования такой технологии заключается в низкой потребляемой мощности маячка и малых расходах энергии принимающего устройства, используемого для навигации. Недостатком же данного подхода является возможность непредсказуемого выхода из строя одного из маячков, а также наличие помех от других передающих устройств, что может приводить к уменьшению точности сигнала. Кроме того, передаваемая маячком информация имеет ограниченный объем.

В связи с этим существует необходимость в разработке инструментов для создания электронных карт помещений, общей информационной базы и протоколов доступа к ней, методов кодирования передаваемой информации, а также более точных алгоритмов позиционирования и устранения влияния внешних помех на точность навигации.

## ПОРТАТИВНЫЙ АНАЛИЗАТОР – СИГНАЛИЗАТОР ВЗРЫВООПАСНОСТИ

Студент гр. 113450 Черногребель Ю.А.

Канд. техн. наук, доцент Савелов И.Н.

Белорусский национальный технический университет

Портативный анализатор – сигнализатор взрывоопасности предназначен для определения дозврывоопасных концентраций горючих газов, паров горючих жидкостей и их совокупности в воздухе.

Целью работы является модернизация конструкции портативного анализатора – сигнализатора взрывоопасности с целью обеспечения герметичности и адаптации к условиям эксплуатации.

В данной работе были выбраны материалы конструкции, которые полностью соответствуют степени защиты IP66 и климатическому исполнению О1. Приведены возможные аналоги материалов конструкции. Для обеспечения герметичности и адаптации к условиям эксплуатации было предложено использование пленочной панели, уплотнительной прокладки между частями защитного корпуса, заглушки.

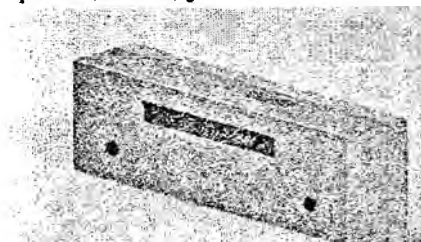


Рисунок 1 – Портативный анализатор – сигнализатор

Уплотнительная прокладка и заглушка предназначены для защиты конструкции от пыли и влаги.

Пленочная панель портативного анализатора – сигнализатора взрывоопасности используется для обеспечения IP 66 и улучшения эргономичности. Так как пленочная панель обеспечивает IP 65, то для

повышения степени защиты используется силиконовый герметик У – 2 – 28.

Для повышения ударной прочности, износостойкости на основание и крышку конструкции нанесено антискользящее покрытие SOFT – TOUCH.

Были определены наружный диаметр резьбы винта  $d_{в} = 2,5$  мм и толщина стенок корпуса  $h = 3$  мм. При расчете наружной резьбы винта был предложен метод расчета, в котором используется аппроксимация значений. Метод расчета сокращает количество алгебраических операций, необходимых для нахождения диаметра наружной резьбы винта.

При помощи системы автоматизированного проектирования Solid Works 2012 была разработана 3D-модель портативного анализатора – сигнализатора взрывоопасности.

## **СИСТЕМА ОХРАННОЙ И ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ЦЕХА ПО РЕМОНТУ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ**

Студент гр. 313039 Чибисов Д.М.

Ст. преп. Владимирова Т.Л.

Белорусский национальный технический университет

Здание цеха представляет собой отдельно стоящее двухэтажное здание общей площадью в 599 м<sup>2</sup>. Количество помещений, входящих в состав объекта охраны – 21. Здание цеха относится к объекту охраны подгруппой А I, хищения на котором в соответствии с уголовным законодательством Республики Беларусь может привести к особо крупному ущербу.

Система охранной сигнализации здания цеха согласно планам сети охранной сигнализации, включает в себя 18 шлейфов. Следовательно, для защиты объекта необходима система, контролирующая не менее 18 зон охранной сигнализации. На рынке Республики Беларусь присутствуют системы на базе ПКПО «А16-512» производства ООО «Ровалэнт», «Аларм-7» производства ЗАО «Аларм» и ПКП «Сигнал-20» производства ЗАО «НВП Болид». Технические характеристики, рассмотренных СОС удовлетворяют проектируемой системе, целесообразно использовать систему на базе прибора ПКПО «А16-512», т.к. при требуемых характеристиках ее стоимость ниже. Для построения СОС здания цеха используются следующие охранные извещатели: извещатели магнитоконтактные – «ИО 102-3»; извещатели инфракрасные поверхностные типа «шгора» – «ИНС-106»; извещатели контроля разрушения стекла – «ИНС-206»; извещатели инфракрасные объемные – «ИНС-110».

Выбор технических средств СПС произведен на основании анализа конструкторско-строительных характеристик здания и назначения помещений, а также исходя из базы сертифицированных технических средств и оборудования включенных в «Информационный перечень средств противопожарной защиты и пожароопасных изделий, производимых и ввезенных в РБ». Для защиты цеха необходим прибор для контроля пяти зон пожарной сигнализации. На основе анализа, разрешенных к применению средств противопожарной защиты были выбраны система на базе ПКП-8 (версия 2) производства ЗАО «Новатех Системы безопасности», система на базе прибора ПКП «А6-06» производства ООО «Ровалэнт» и система на базе Аларм-5 производства ЗАО «Аларм». Технические характеристики, рассмотренных систем пожарной сигнализации удовлетворяют проектируемой системе поэтому использовать систему на базе прибора «А6-06», т.к. при требуемых характеристиках у нее наименьшая стоимость.

## ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОХРАНЫ И КОНТРОЛЯ ДОСТУПА АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ

Студент гр. 313029 Шамсутдинов А.Р.

Ст. преп. Владимирова Т.Л.

Белорусский национальный технический университет

Для эффективного использования оборудования технических средств охраны (охранная, пожарная сигнализация, контроль доступа) необходимо обеспечить оперативное управление всей системой в целом. Для этой цели используются аппаратно-программные комплексы управления: интегрированные системы безопасности (ИСБ).

Одна и та же ИСБ может быть использована на объектах разного типа: промышленные предприятия, административные здания и т.п. Для того чтобы организовать эффективную и экономически выгодную ИСБ конкретного объекта требуется учесть все особенности объекта.

В зависимости от вида и концентрации материальных ценностей помещения административных зданий можно разделить на: «особо важные» помещения; помещения, в которых размещены большие материальные ценности (денежные средства); «прочие» помещения.

Характерными особенностями административного здания, влияющими на структуру охраны объекта, являются большое количество защищаемых зон и помещений которые имеют небольшую площадь и требуют разных режимов доступа (условно контролируемый, контролируемый, свободный и т.д.) в установленные интервалы времени, большое число посетителей.

Предлагается использовать структуру ИСБ приведенную на рисунке 1.

ИСБ состоит из: выносной панели управления (ВПУ), контроллера сектора охраны (КСО), абонентских блоков (АБ). К АБ подключаются выносные контрольные панели (ВКП), исполнительные устройства (ИУ), охранные шлейфы (ШО).

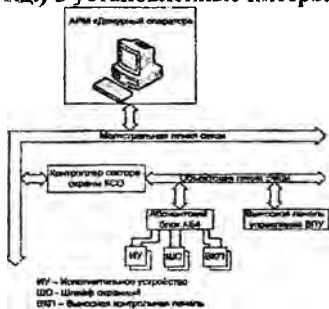


Рисунок 1

ПЦН (пульт центрального наблюдения) – это составная часть системы, представляющая собой автоматизированное рабочее место «Дежурный оператор». Он предназначен для приема от КСО извещений о состоянии охраны объекта, служебных и контрольно-диагностических извещений, обработки, полученной информации и представлении ее в заданном виде.

## ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ

Студент гр. 113450 Шоломицкая М.М.

Канд. техн. наук, доцент Савелов И.Н.

Белорусский национальный технический университет

Преобразователь избыточного давления предназначен для непрерывного пропорционального преобразования в нормированный выходной сигнал напряжения постоянного тока, значений избыточного давления жидкостей и газов в системах контроля и управления давлением.

Цель данной работы является модернизация конструкции преобразователя избыточного давления с целью обеспечения герметичности и адаптации к условиям эксплуатации.

В данной работе были выбраны материалы конструкции, которые соответствуют климатическому исполнению Т1.1. Приведены возможные аналоги материалов конструкции.

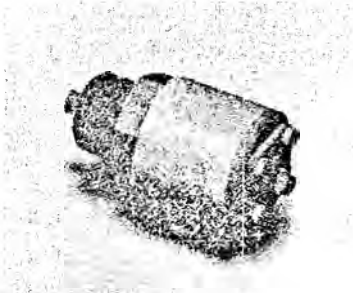


Рисунок 1 — Преобразователь избыточного давления

Для защиты конструкции от пыли и влаги был разработан защитный корпус преобразователя избыточного давления, который должен быть изготовлен из дюралюминия марки Д16. Из дюралюминия Д16 также должны быть изготовлены: штуцер, коллектор, гермопроходник, кожух, крышка, выходной разъем.

Полость со стороны коллектора герметизируется при помощи уплотнительного кольца. Уплотнительное кольцо изготовлено из резиновой смеси ИРП-1266. Необходимая сила сжатия уплотнения составляет 65 Н.

В результате выполнения данной работы была проведена модернизация преобразователя избыточного давления, которая позволила упростить конструкцию в соответствии с экономическими, технологическими и климатическими требованиями. Разработано техническое задание на проведение модернизации конструкции преобразователя избыточного давления.

Разработана твердотельная модель преобразователя избыточного давления в САПР при помощи SolidWorks 2009 (рисунок 1); рабочие чертежи штуцер, коллектор и уплотнительное кольцо, кожух, крышка, сборочный чертеж преобразователя избыточного давления, при помощи САПР AutoCAD Mechanical 2011.

## КОЛОДКА АВТОМАТИЧЕСКАЯ КА-Д14

Студент группы 119821 Шпирунок Д.С.

Канд. техн. наук, доцент Савелов И.Н.

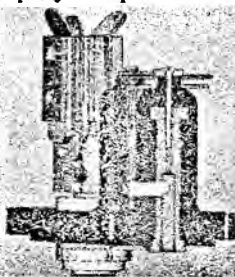
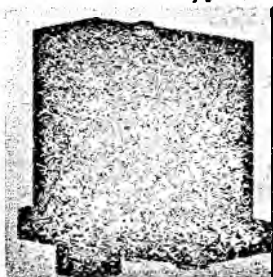
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в электронной аппаратуре актуальна проблема коммутации электрических контактов. Для данной цели может применяться колодка автоматическая.

В процессе выполнения данной работы была разработана конструкция колодки автоматической. Данная конструкция может широко использоваться не только в электронной аппаратуре, но и в спортивной технике - электрических и электро-механических узлах тренажёров.

На начальном этапе проектирования было разработано техническое задание и произведён выбор материалов конструкции.

Принятыми техническими решениями были обеспечены требуемая степень защиты конструкции IP 66 и климатическое исполнение В1. Так в конструкции предусмотрены защитная крышка и прокладка



уплотнения, которая обеспечивает герметизацию конструкции. Её ширина составляет 2мм, а высота 5 мм. Чтобы обеспечить необходимое уплотнение и требуемый уровень герметизации должна обеспечиваться сила сжатия прокладки  $F = 180$  Н.

Рисунок 1 – Колодка автоматическая

Определили наиболее оптимальную посадку на условие отсутствия заклинивания при подключении колодки в электрическую цепь устройства. Посадка – G7/f7 с зазором  $\Delta = 0,018$  мм при  $t = +45$  °С и  $\Delta = 0,014$  мм при  $t = -60$  °С обеспечит гарантированное подключение колодки во всё диапазоне температур эксплуатации.

Произведён расчёт параметров упругого элемента обеспечивающего электрический контакт - ширина ленты пружины 16 мм.

С помощью системы автоматизированного проектирования AutoCad были разработаны рабочие чертежи пружины, гнезда, корпуса и корпуса гнезда и сборочный чертёж колодки. С помощью системы автоматизированного проектирования SolidWorks была разработана твердотельная модель колодки (рисунок 1).

УДК 621.792.4

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

гр.113451 Шунькина Д.А.

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

Белорусский национальный технический университет

В работе рассматривается полупроводник с пространственно не равномерным распределением неравновесных носителей заряда, которое может быть получено, например, за счет инжекции носителей через контакт, либо светом из области собственного поглощения. Явление, возникающие при этом в биполярном режиме, в общем случае весьма сложны и многообразны, что связано с большим количеством физических процессов, протекающих одновременно и иногда конкурирующих друг с другом. Целью работы является 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 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 объема, 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 происходит интенсивная перезарядка глубоких уровней примеси и дефектов.



## ТОЛЩИНОМЕР ДЛЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

Студент гр. 113451 Шуныкина Д.А.

Канд. техн. наук, доцент Савелов И.Н.

Белорусский национальный технический университет

Толщиномеры используются для измерения толщины лакокрасочных покрытий, а также измерения глубины пазов и оценки шероховатости поверхности. Свое применение находят в различных промышленности, более часто в судостроительной и автомобильной промышленности, с целью контроля качества выпускаемой продукции.

Целью данной работы является разработка конструкции толщиномера в соответствии с заданным климатическим исполнением (О1.1) и степенью защиты оболочки (IP55).

При выполнении данной работы было разработано техническое задание на проведение модернизации конструкции, которая позволила усовершенствовать конструкцию в соответствии с экономическими, технологическими и климатическими требованиями.

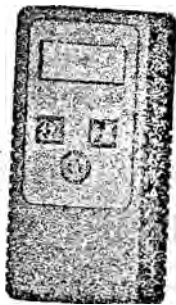


Рисунок 1 –

Твердотельная модель

В процессе выполнения работы были выбраны материалы, из которых изготавливаются детали конструкции в соответствии с условиями эксплуатации и климатическими требованиями. Для корпуса выбран материал АБС-пластик 2020-31.

Для герметизации корпуса в местах установки дисплея предусмотрен силиконовый герметик Ceresit/CS 25/№07. Для обеспечения герметизации между основанием и крышкой предусмотрена установка уплотнительной прокладки из резины ИРП-1266 НГА. Определена необходимая сила сжатия уплотняющей резиновой прокладки, которая составляет 150 Н. Для крепления корпусных частей конструкции выбраны винты из стали А4 с оксидным покрытием.

Произведены расчеты на правильность выбора посадки сопрягаемых деталей (бобышек с платой). Оптимальной является посадка 8H8/h8.

Разработана твердотельная модель толщиномера (рисунок 1) при помощи SolidWorks 2014; рабочие чертежи деталей и сборочный чертеж конструкции при помощи AutoCAD Mechanical 2012; Выполнена анимация процесса сборки устройства в SolidWorks 2014.

## **СЕКЦИЯ 2. КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ПРИБОРОВ**

УДК 535.317

### **УСТРОЙСТВО УДЕРЖАНИЯ ЭНДОПРОТЕЗА АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА**

Студентка гр. 113710 Грабцевич Е.В.  
Кардиохирург РНПЦ «Кардиология» Иллиев С.Ы.,  
Канд. техн. наук, профессор Минченя В.Т.  
Белорусский национальный технический университет

Сердечно-сосудистые заболевания удерживают первенство среди основных причин смертности населения всего мира. Ежегодно от заболеваний сердца и сосудов умирает до 20 млн. человек, что делает эту проблему глобальной. [1] Исследователи многих стран приходят к выводу, что именно сердечно-сосудистые заболевания останутся единственной причиной смертности в XXI веке. Единственным радикальным способом лечения этого заболевания является хирургическая коррекция порока - протезирование аортального клапана.

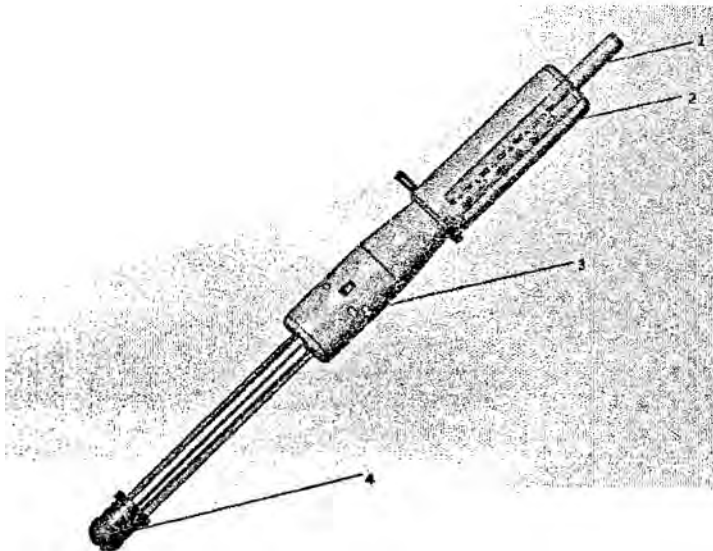
Существует два основных типа клапанов, которые могут применяться для замены аортального клапана - механические и биологические. Аллографт – трансплантант, выделенный из особи одного генотипа. [2] При постановке аллографта возникают проблемы создания правильной формы в соответствии с анатомо топографическими нормами строения сердца и сосудов.

При проведении операции протезирования клапана используются специальные приспособления для постановки, однако они импортные, дорогостоящие и одноразового применения.

Целью данной работы являлась разработка отечественной конструкции постановщика аллографта для эндопротезирования аортального клапана. Данное устройство представляет собой держатель с цилиндрическим корпусом. Автоматический механизм позволяет отнести это устройство к универсальному для 6 размеров (диаметры клапана: 19,21,23,25,27 мм), что определяет его преимущество по сравнению с существующими конструкциями.

Предварительно, перед операцией с помощью затвора, перемещающийся по пазу детали 2, устанавливают нужный размер. При нажатии на рукоятку, шток 1 передвигается на длину, соответствующую размеру клапана, раздвигая при этом три направляющие 3, закрепленные на штифтах детали 5. На каждую направляющую закрепляется силиконовый захват, стенки которого соприкасаются со створками аортального клапана. В исходное положение направляющие возвращаются

по средством трех плоских пружин, закрепленных на штифтах детали 5 по 120 градусам.



Для качества и сокращения времени операции необходимо создавать подобные устройства, которые смогут заменить импортные дорогостоящие инструменты на рынке Беларуси. Данное устройство по сравнению с аналогами зарубежного производства обеспечивает заданное усилие, позволяет ставить клапаны различного диаметра, легко в управлении и удобно для стерилизации.

#### Литература

1. Огорокова, Л.Н. Диагностика болезней сердца и сосудов. 200-500.
2. Цукерман, Г.И. Протезирование аортального клапана бескаркасным аллографтом / Г.И. Цукерман // Грудная и сердечнососудистая хирургия – 1993, 5, 53-57

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ИМПЕДАНСА ЗУБНОЙ ЭМАЛИ

Студентка гр. 113711 Латушко Т.С.

Канд. техн. наук, доцент Минченя Н.Т.

Белорусский национальный технический университет

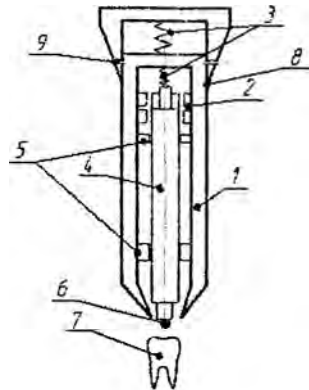
Зубная эмаль - это верхняя оболочка зуба, защищающая от внешнего воздействия и различных заболеваний полости рта. Она является также основным защитником наших зубов от кариеса. Поврежденную или разрушенную зубную эмаль довольно сложно восстановить. Эрозия эмали диагностируется в процессе стоматологического осмотра. Для выявления трещин эмали используются оптические системы или метод зондирования (с помощью зонда с пластмассовой ручкой, на рабочую часть которого надевается резиновая муфта, зуб подвергается легкому механическому точению)

Разработанное устройство, которое показано на рис.1, позволяет измерять твердость верхнего слоя зуба механическим способом, путем кратковременного вдавливания измеряющего элемента непосредственно в зуб. Твердость — импеданс (сопротивление) деформации, возникающий при внедрении в него более твердого тела (наконечника или индентора).

Индентор вдавливается в зуб с силой 3-10Н, проникая на несколько мкм. Измерение прекращается при достижении контакта корпуса с поверхностью зуба. По шкале определяется глубина внедрения конуса в ткани зуба, по величине, которой можно судить о проблеме полости рта, что позволяет определить степень эрозии зуба и предотвратить ее дальнейшее развитие.

## Литература

1. Суржанский, С.К. Прижизненное определение твердости тканей зубов и ее роль в патогенезе и ортопедическом лечении патологической стираемости. - Автореф. канд. дисс. Мед. Н., Киев, 1988 г., 23 с.



1-корпус; 2-емкостной датчик; 3-пружина; 4- стержень;

5-втулка; 6- наконечник; 7- зуб; 8-шкала; 9-штифт

Рис.1 Устройство для измерения импеданса

## УСТАНОВКА ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ ГИБКИХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ СТОМАТОЛОГИИ

Студент гр. 113210 Будницкий А.С.

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

Белорусский национальный технический университет

Директор ООО «Ваймикс» Толсташов Д.А.

Канд.мед.наук., ассистент Костецкий Ю.А.

Белорусская медицинская академия последипломного образования

Успех эндодонтического лечение зубов во многом определяется качеством obturation системы корневого канала. Применение ультразвука позволяет повысить качество эндодонтического лечения, однако эффективность использования ультразвуковой энергии зависит от конструкции инструментов и их физико-механических свойств. Существующие методы механической обработки нежестких изделий не позволяют выполнить заданные требования к стоматологическим инструментам, выполняющим роль концентратора- волновода. В данной работе рассматривается конструкция специального устройства к установке электролитно-плазменной обработки, разработанной в научно-технологическом парке БНТУ «Политехник» [1], позволяющего с помощью специальной программы формировать необходимый профиль.

Предложенное устройство содержит обрабатывающий модуль, включающий ванну для электролита, токоподводящее устройство, систему прокачки электролита. Обрабатывающий модуль выполнен с возможностью перемещения по закрепленным на раме направляющим, содержит последовательно расположенные вдоль обрабатываемого изделия круговую форсунку с кольцевым электродом, охватывающим обрабатываемое изделие по контуру и кольцевой волновод для подвода ультразвука в зону обработки. Круговая форсунка гидравлически соединена с ванной для рабочего электролита, зажимные токопроводы и кольцевой электрод контактной камеры анодно поляризованы, а кольцевой электрод катодно поляризован.

С помощью программы можно изменять скорость перемещения обрабатываемого изделия и интенсивность ультразвука, тем самым обеспечивать программируемую величину съема материала.

### Литература

1. Особенности процессов размерной обработки металлических изделий электролитно-плазменным методом / Ю.Г.Алексеев, А.А.Кособуцкий, А.Ю.Королев, В.С.Нисс, Д.В.Кучерявый // Литье и металлургия.-2005.-№4.-С.188-195.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОККЛЮЗИОННЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ ЗУБНЫХ РЯДОВ

Студенты гр.113711 Шлык В.А.<sup>1</sup>, Студент гр.22412 Асимов А.Р.<sup>2</sup>  
Инженер Ольгомец И.В., канд. техн. наук, профессор Минченя В.Т.<sup>1</sup>,  
ассистент Барадина И.Н.<sup>3</sup>

Белорусский национальный технический университет<sup>1</sup>  
Минский государственный радиотехнический колледж<sup>2</sup>

Белорусская медицинская академия последипломного образования<sup>3</sup>

В современных подходах к реабилитации функции жевательного органа коррекция окклюзии приобретает первостепенное значение. Таким образом, в ортопедической стоматологии возросла потребность в применении устройства, обеспечивающего оценку функционального состояния зубочелюстной системы – устройство для определения окклюзионных взаимоотношений.

Нами предложена конструкция устройства для восстановления правильной анатомической формы зубов и жевательной функции. Устройство позволяет определить последовательность возникающих контактов при смыкании челюстей, распределение нагрузки на каждый зуб и на определённый сегмент, временное соотношение между возникающими контактами в различных участках зубного ряда, позволяет анализировать взаимосвязь силы и времени контакта, смещение центра силы при движении нижней челюсти.

Система состоит из чувствительной к давлению индивидуальной пластинки – сенсора (резистивного датчика) толщиной 0,2 мм и компьютера, анализирующего информацию. Пластинку помещают между зубными рядами, после чего пациент прикусывает её с максимальным усилием в течение 2–3 секунд и на мониторе компьютера отображаются данные о контакте между зубами. Анализ полученной информации осуществляют с помощью специальной компьютерной программы.

Адекватная оценка и контроль окклюзии играет важную роль для достижения положительного результата и повышения срока службы любого стоматологического лечения. Неправильные окклюзионные контакты приводят к перегрузке зубов и к дефектам зубного ряда.

Разработанное устройство позволяет одновременно оценить статистическую и динамическую нагрузку зубного ряда, проанализировать ее изменение во времени и по секторам сформированных окклюзионных поверхностей, оценивать функциональное состояние зубочелюстной системы и принимать правильные решения для коррекции.

## **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ОБРАБОТКИ ШАРИКОВ ИЗ КАМНЯ**

Магистрант Волк Н.М

Канд. техн. наук, доцент Луговой В.П.

Белорусский национальный технический университет

Область применения неметаллических шариков весьма обширна и охватывает различные отрасли народного хозяйства: ювелирную промышленность для изготовления украшений из цветного камня, оптическое производство и ряд других отраслей.

Особенность шлифования и доводки шариков из камнесамоцветного сырья заключается в неоднородности структуры данного вида материалов в силу происхождения и химического состава. Кроме того, при обработке шариков из камня в зоне контакта с инструментом возникает повышенный коэффициент трения, чем при обработке шариков из металла. Действие перечисленных факторов оказывает существенную роль на кинематику вращения шариков в канавках доводочного инструмента, повышая трудоемкость обработки заготовок. Использование ультразвуковых колебаний позволяет изменить кинематику и динамику движения шариков в зоне контакта в результате высокочастотного воздействия вибрирующего инструмента. Интенсификация съема припуска с поверхности материала шариков может быть достигнуто регулированием технологических и акустических факторов. К технологическим факторам относят скорость вращения инструмента, сила прижима, материалы доводочных инструмента и материал заготовок, размер абразивного зерна, радиус дорожки на доводочном диске, профиль канавок. Схема обработки шариков с использованием ультразвука имеет некоторые особенности, заключающиеся в том, что распространение ультразвуковых волн по поверхности инструмента имеет волновой характер. Такую закономерность распространения ультразвуковых колебаний в инструменте можно целенаправленно использовать для интенсификации процесса обработки. В этом случае процесс формообразования шариков зависит от расположения обрабатываемых шариков относительно стоячей волны, возбуждаемой в материале инструмента. Шарики, обработанные на различных радиусах дорожек нижнего диска, имеют различные условия обработки и отличаются как по размерам, так и по точности формы.

Проведенные предварительные испытания позволили оценить влияние перечисленных технологических и акустических факторов на скорость съема материала и точность обработки.

## ИЗМЕРЕНИЕ СИЛ РЕЗАНИЯ ПРОВОЛОЧНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ С МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Аспирант Богдан П.С.

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

Белорусский национальный технический университет

В результате проведенных ранее исследований установлено, что применение электроконтактной обработки исходной поверхности проволочного инструмента является эффективным и простым в реализации способом придания ей режущей способности.

Вместе с тем, для комплексного изучения процесса распиливания указанных материалов таким инструментом важно располагать данными, отражающими влияние режимов электроконтактной обработки его исходной поверхности на величину сил сопротивления, действующих в зоне обработки. Экспериментальному определению таких зависимостей посвящена настоящая работа.

Для измерения сил резания использовалась установка резания проволочным инструментом, в которой каретка и рабочий стол соединены посредством упругой балки равного сопротивления с наклеенными на ней по полумостовой схеме тензодатчиками. Сигнал с тензодатчиков, пропорциональный величине сил сопротивления, поступал на усилитель постоянного тока и далее на самописец ЭНДИМ 622.01, где фиксировался на бумажном носителе.

Запись сил сопротивления производилась в начале обработки, то есть на стадии врезания проволочного инструмента в поверхность образца, а также по истечению 5 и 10 минут его распиливания.

Учитывая, что величина сил сопротивления, действующих в зоне распиливания, представляет собой сумму сил резания  $F_r$  и сил трения  $F_{тр}$ , то для их разделения использовалась следующая методика. В начале осуществлялась обработка образца проволочным инструментом с модифицированной поверхностью с фиксированием значения  $F_{стах}$ . По истечении принятого времени обработки, он заменялся на проволочный инструмент в исходном состоянии его поверхности, который устанавливался в полученный на образце пропилен, и фиксировалось значение максимальной силы трения  $F_{трmax}$ , действующей между ними в процессе их относительного возвратно-поступательного движения. По полученным значениям  $F_{стах}$  и  $F_{трmax}$  вычислялась максимальная величина сил резания  $F_{рmax}$ , действующих в процессе распиливания образца ( $F_{рmax} = F_{стах} - F_{трmax}$ ).



## СТЕНД ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ИМПЛАНТАТОВ

Монич С.Г., Красовская И.А.

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

Белорусский национальный технический университет

Стоматологические имплантаты используются для внедрения в костную ткань челюсти человека с целью протезирования. Состояние поверхности металлического имплантата влияет на уровень прочностных характеристик соединения, получаемого в результате его интеграции в организме человека. Электроконтактная обработка позволяет получить наиболее прочное соединение костной ткани и имплантата.

Для оценки полученного соединения на сдвиг, и на отрыв используется установка, показанная на рисунке 1. На основании 1 закреплены две вертикальные стойки 2, связанные между верхней поперечной планкой 3. Механизм нагружения смонтирован на опорной плите 4, прикрепленная к вертикальным стойкам. Он состоит из реверсивного электродвигателя 5, на валу которого закреплен винт 6, соединенный с гайкой 7, жестко связанной с направляющей 8.

Для измерения усилия разрушения исследуемого соединения используется электронный динамометр. Одним зацепом он соединен с подвижной направляющей механизма нагружения, а вторым, с помощью нити 10, связан с металлической оправкой 11 имитатора костной ткани. Причем, в зависимости от вида испытаний (на сдвиг или на отрыв), образец металлического имплантата 12 соответствующим образом ориентируется и закрепляется на основании установки.

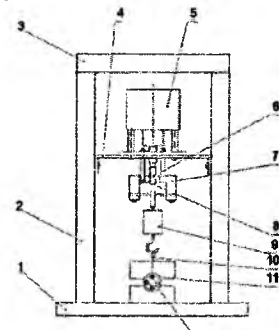


Рис. 1.

Принципиальная схема  
общего вида установки  
для проведения  
испытаний

### 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 с.

## **СРАВНЕНИЕ УТОМЛЯЕМОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ВИЗУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Студентка гр. 113710 Насанович М.С.

Канд. техн. наук доцент Зайцева Е.Г.

Белорусский национальный технический университет

Фактором утомляемости человека является работа с самосветящимися экранами. В настоящее время рассматривается возможность перехода школьного образования на планшеты. Альтернативным планшету средством является электронная книга, которая работает в отраженном свете. Ряд электронных книг основаны на e-link технологии. Падая на экран электронной книги, свет будет отражаться от поверхности.

Актуально сравнить влияние на утомляемость излучающих свет средств восприятия визуальной информации и гаджетов, работающих в отраженном свете. Для выявления этого влияния была разработана и опробована методика экспериментов с использованием программы «Интегратор».

В эксперименте принимали участие 8 экспертов. Эксперименты проводились раз в две недели в течение шести недель. Методика эксперимента заключалась в следующем: эксперты были разделены на 3 группы: 1 группа - испытуемые, которые читают текст на обычном бумажном носителе, 2 группа - на планшете; 3 группа – на электронной книге. Перед чтением и после него они проходили тестирование в программе «Интегратор» Для анализа утомляемости, выбрали следующие тесты: память на десять чисел, буквенная таблица Анфимова, исследование сенсомоторной реакции, таблица Шульте.

Обработка предварительных данных дала основание предполагать, что пользование электронной книгой вызывает меньшее утомление, чем планшетом, излучающим свет. Для подтверждения этого предположения требуется провести дополнительное количество экспериментов.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕКАТЫВАНИЯ АБРАЗИВНЫХ ЗЁРЕН МЕЖДУ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ И МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ПРОВОЛОЧНОГО ИНСТРУМЕНТА**

Магистрант Балякин В.А.

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

Белорусский национальный технический университет

Тонкая, диаметром 0,15-0,3 мм, стальная или вольфрамовая проволока используется в качестве непрофилированного инструмента, применяемого для распиливания твердых хрупких материалов.

Авторами [1] предложено осуществлять модификацию исходной поверхности проволоки путем ее электроконтактной обработки, в результате чего на ней образуются углубления (лунки), выполняющие роль конструктивных элементов, препятствующих перекатыванию абразивных зерен, подаваемых в виде свободной суспензии в зону обработки. Также авторами были рассчитаны параметры единичной лунки на поверхности инструмента, обеспечивающие отсутствие перекатывания абразивного зерна.

С целью подтверждения результатов теоретических исследований необходимо разработать механизированную установку, позволяющую наблюдать поведение абразивного зерна между инструментом и заготовкой в зоне резания. Необходимые элементы установки: модель абразивного зерна, инструмент со сформированными лунками различного профиля и обрабатываемая заготовка с создаваемой нагрузкой на зерно, а также электродвигатель с регулируемой частотой вращения и реверсивным ходом, выполняющим функцию непрерывности хода модели инструмента, как и в случае при использовании проволочного либо ленточного инструментов. Движение модели инструмента и заготовки относительно друг друга рекомендуется выполнить с использованием п-образных направляющих и подшипников качения для уменьшения трения. Установку рекомендуется выполнять из дерева для уменьшения энерго- и ресурсозатрат.

### **Литература**

1. Киселев, М.Г. Теоретическое обоснование рациональных параметров режима электроконтактной обработки проволочного инструмента / М.Г. Киселев, А.В. Дроздов, А.В. Москаленко, П.С. Богдан // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого №3 2012, С. 3-10.

## УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ ИМПЕДАНСА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТКАНИ

Студентка гр.11307112 Корытко А.Г.

Канд. техн. наук, доцент Минченя Н.Т.

Белорусский национальный технический университет

Способность биологических тканей к деформациям может быть охарактеризована с помощью коэффициента жесткости. Очевидно, что на величину этого показателя влияют и толщина слоя подкожно-жировой ткани, и тургор кожи, и степень кровонаполнения органа [1]. Все это крайне усложняет как количественную оценку этого показателя, так и его физиологическую трактовку.

На сегодняшний день существует большое разнообразие электронных средств для определения импеданса биологической ткани, принцип действия которых основан на косвенном методе измерения, что значительно снижает точность измерения и требует сложных процедур градуирования и калибровки.

Для решения данной проблемы предлагается использовать устройство, которое позволяет прямым методом проводить измерение импеданса биологической ткани. С этой целью целесообразно использовать мостовую схему с тензометрическими датчиками, которые представляют собой специальную упругую конструкцию с закреплённым на ней тензорезистором и другими вспомогательными деталями.

В результате такое устройство позволит измерять импеданс не только мышечной ткани, но и костной (эмаль зуба), десен и т.д.

Схема устройства приведена на рисунке 1.

Из которой видно, что на участок биоткани 1 воздействуют коническим индентором 2, который, перемещаясь, вызывает деформацию тензодатчиков 3, подключенных в мостовую схему. В блоке 4 происходит преобразование сигнала с датчиков в форму, удобную для восприятия человеком.

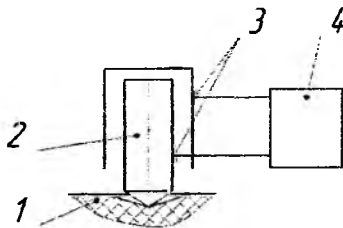


Рис. 1. Схема устройства  
измерение импеданса  
биологической ткани

### Литература

1. Ремизов А. Н. Медицинская и биологическая физика: Учеб. для мед. спец. вузов. – М.: Высшая школа, 1999. – 616 с.

## ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВНУТРИЧЕРЕПНОГО ДАВЛЕНИЯ У МЛАДЕНЦЕВ

Студент гр.ПБ-12 Костюк С.А.

Канд. техн. наук, доцент Безуглый М.А.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Измерение внутричерепного давления (ВЧД) является важной процедурой при диагностике состояния новорожденных. Патологии и болезни, сопровождающиеся повышенным ВЧД, имеют значительное негативное влияние на дальнейшее развитие ребенка.

Наиболее приемлемыми и целесообразными с точки зрения безопасности и точности являются измерения ВЧД, осуществляемые на родничке [1]. Такие приборы работают по сравнительному принципу с использованием оптического метода контроля кривизны контактирующей с родничком мембраны.

Учитывая анатомическую специфичность родничка новорожденных (средние размеры у младенцев в возрасте 0-6 месяцев составляет  $26 \times 28 - 16 \times 18$  мм, а 6-12 месяцев –  $16 \times 18 - 5 \times 8$  мм), в процессе разработки датчика измерения давления были оптимизированы размеры и конфигурация участка мембраны, который будет вступать в контакт.

Для уравнивания давления внутри камеры датчика с ВЧД используется автоматическая компрессионная система линейного повышения давления. С учетом необходимости размещения внутри камеры датчика элементов оптического контроля, которые являются причиной неравномерного возрастания давления в датчике, а значит могут приводить к ложно-положительному определению уровня плоскостности мембраны, авторами предложено использование в камере диффузора особой конструкции. Это позволит достичь не только равномерного распространения воздуха, но и стабилизирует сам датчик во время работы.

На данном этапе проведено схемотехническое моделирование работы прибора, подобрана элементная база и разработана конструкция.

### Литература

1. A Simple Noninvasive Technique of Measuring Intracranial Pressure in the Newborn D. Vidyasagar and T. N. K. Raju *Pediatrics* 1977;59;957.

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИМПЕДАНСНОГО ДЕФЕКТОСКОПА

Студент гр. ПК11 (бакалаврат) Украинец С.С.

Канд. техн. наук, доцент Галаган Р. М.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Обеспечение высокого и стабильного качества промышленной продукции и продления службы эксплуатации сложных систем является важной задачей. В настоящее время актуальность приобретает контроль клеевых и сотовых структур. Из-за несовершенства технологии изготовления в них возникают дефекты, влияющие на прочность и надежность данных изделий. Акустический импедансный метод является одним из самых распространенных в этой сфере; он используется, когда модуль упругости материала изделия достаточно велик [1].

К сожалению в Украине большая часть приборов для контроля импедансными методами технически и морально устарела. Поэтому важной задачей является разработка современной компьютеризированной информационно-измерительной системы импедансного дефектоскопа для контроля композиционных материалов, которая позволяла бы выделять и обрабатывать несколько информативных параметров сигнала импедансного датчика в реальном времени.

В работе рассматривается импульсный вариант акустического метода неразрушающего контроля и его физические основы. Был проведен анализ дефектов в композитных материалах и возможностей их обнаружения. Предложено реализовать программную часть информационно-измерительной системы дефектоскопа в среде графического программирования LabVIEW. Данная программа позволяет проанализировать влияния фрикционного шума на метод контроля и исследовать анализ влияния параметров композиционного материала на результаты контроля. В свою очередь, это позволяет при помощи подключения дополнительных пакетов и драйверов создать рабочую схему системы импедансного дефектоскопа. И при подключении датчиков к компьютеру, через USB-вход, проводить непосредственный контроль изделий [2].

### Литература

1. Ланге Ю.В. Акустические низкочастотные методы и средства неразрушающего контроля многослойных конструкций / Ю.В. Ланге. – М.: Машиностроение, 1991. – 276 с.
2. Федосов В.П. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW / В.П. Федосов, А.К. Нестеренко – М.: «ДМК Пресс», 2007. – 456 с.

**КОМБИНИРОВАННЫЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ УЛЬТРАТОНОТЕРАПИИ**

Студент гр. ПБ-12 Цапенко В.В.

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

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Ультратонотерапия - метод лечебного воздействия на организм переменным током надтональной частоты (22 - 44 кГц) высокого напряжения и малой силы. Переменный ток надтональной частоты оказывает на организм терапевтическое действие, близкое к местной дарсонвализации. Метод отличается другими параметрами тока, меньшим раздражающим влиянием, тепловым действием, хорошей переносимостью детьми, а также более выраженным лечебным эффектом при воспалительных и сосудистых заболеваниях [1].

Разработан излучатель ультратонотерапии, который отличается от существующих металлическими электродами и магнитами с неодимом железа бора. Особенностью данного излучателя также является наличие контактного термо-датчика благодаря которому можно контролировать температуру локального участка кожи и предотвращать перегрев тканей. Основным блоком данного устройства является генератор прямоугольных импульсов на NE555, который работает с частотой в диапазоне 5Гц-180 кГц, и имеет напряжение питания 3-12 вольт.

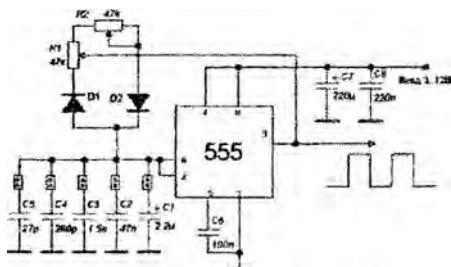


Рис.1 Электрическая схема генератора прямоугольных импульсов на NE555

Ультратонотерапия - современный физиотерапевтический метод, который используется для реабилитации больных с различными заболеваниями.

**Литература**

1. <http://www.kdcenter.ru/rbt/content/darsonvalizatsiya-i-ultratonoterapiya>
2. <http://cosmocat.ru/publ/20-1-0-2340>

## РАЗРАБОТКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАЛЬНОМЕРА

Студент гр. ПК-11 (бакалаврант) Шиндерук Т.Д.  
Канд. техн. наук, доцент Галаган Р.М.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Работа посвящена разработке ультразвукового прибора для измерения расстояния со звуковой системой оповещения, позволяющая людям с низким зрением ориентироваться в пространстве. Устройство должно быть компактных размеров и легкое в освоении.

В разрабатываемом приборе используется ультразвуковой датчик расстояния HRLV-MaxSonar. Датчик работает на частоте 42 кГц с частотой измерений в 10 Гц и позволяет измерять расстояние до 5000 мм. Также датчик имеет высокое разрешение в 1 мм, выход с аналоговым напряжением и импульсный выход что позволяет их легко подключать с любым микроконтроллером, малые размеры и малый вес модуля. Принцип измерения расстояния связан с измерением скорости прохождения волны, отраженной от объекта в рабочем диапазоне измерений [1].

Для получения сигнала с датчика и передачи его на компьютер используется плата Arduino Micro, основанная на микроконтроллере ATmega32u4. Плата характеризуется высокой скоростью передачи данных и малыми размерами.

На данный момент качестве программного обеспечения для обработки и представления сигнала на компьютере используется пакет графического программирования NI LabVIEW [2]. К его достоинствам можно отнести: большое количество функций для сбора данных, вычислений, генерации сигналов и анализа; большое количество графических элементов для реализации удобного интерфейса пользователя, большое количество библиотек; независимость программ от платформы, поскольку они выполняются в специальном исполнителя среде; наличие пакета для непосредственной работы с Arduino.

Следующим этапом в разработке является создание самостоятельного законченного устройства. Для этого планируется с помощью полученных и изученных в среде LabVIEW данных создать программное обеспечение для платы Arduino Micro.

### Литература

1. Бартон Д. Радиолокационные системы / Сокращенный перевод с английского под редакцией К.Н. Трофимова М., «Военное издательство», 1967. — 480 с
2. Федосов В.П. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW / В.П. Федосов, А.К. Нестеренко М., «ДМК Пресс», 2007. – 456 с.



## УСТРОЙСТВО АКУПУНКТУРНОЙ ДИАГНОСТИКИ ЧЕЛОВЕКА

Студент гр.ПБ-32м, магистрант Бабенко О.О.

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

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Электропунктурная диагностика базируется на учениях медицины, а именно акупунктуры и иглоукалывания, рефлексодиагностики, и оперирует с их базовыми понятиями и концепциями. Изменение электропроводности в биологически активных точках при наличии патологического процесса, является основанием для создания так называемых методов электропунктурной диагностики.

Устройство основано на методе Накатани проводит измерение электрокожного сопротивления, репрезентативных точек двенадцати парных меридианов. Измерения проводят одновременно в симметричных точках. Воздействуют постоянным, стабилизированным по уровню тока, тестирующим сигналом.

К недостаткам устройства с данным методом, можно отнести нестабильность и сложность обработки, диагностики и интерпретации результатов при определении электрического потенциала акупунктуры точек, сложность установки электрода на данных точках с правильным анатомическим расположением меридиана и узкий спектр диагностики. Данные недостатки можно устранить установкой термодатчика в активные электроды, которые передают дополнительные параметры на обработку в микроконтроллер и расширяют диагностические возможности прибора. Дополнительный жидкокристаллический дисплей показывает топологическую картину и позволяет ориентироваться в анатомических особенностях дислокации заданной координаты поверхности тела и последовательно проходить контролируемые точки, что повышает точность расположения активных электродов на поверхности и увеличивает точность работы устройства. Микроконтроллер проводит обработку условных единиц в системные электрические единицы, позволяет сравнить между собой абсолютные значения электрокожного сопротивления БАТ измеренные как разными методами, так и разными измерительными приборами, и сопоставить между собой таблицу метода Накатани к таблице метода Фолля [1].

Таким образом введение термодатчика, микроконтроллера и жидкокристаллического дисплея позволили существенно повысить точность диагностики функционального состояния организма человека и расширить функциональные возможности устройства.

### Литература

1. Заявка на патент U201501541 “Пристрій акупунктурної діагностики людини”.

## ПРОТЕЗИРОВАНИЕ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Студент группы 113711 Батечко Р.А.

Доцент Габев В.Л.

Белорусский национальный технический университет

Протезирование — комплекс медико-социальных мероприятий, направленных на возмещение анатомических и функциональных дефектов человека с помощью протезно-ортопедических средств и приспособлений. При этом главная задача протезирования — максимально возможное восстановление функций утраченного органа и возвращение человека к активной трудовой деятельности. Последнее обстоятельство имеет большое психологическое значение и влияет на сроки освоения и мастерство управления протезом.

Протезы верхних конечностей подразделяются на четыре основные группы: косметические; функционально-косметические; активные (подразделяются на тяговые и с внешними источниками энергии), рабочие. С развитием технологий в области медицины и электроники, появились абсолютно новые виды протезов, стала доступна возможность управления протезом непосредственно, что ранее было невозможно.

С физиологической точки зрения целесообразнее использовать управление, наиболее близкое к естественному. Наиболее физиологичным является биоэлектрическое управление, при котором управляющим сигналом служат электрические потенциалы, возникающие при сокращении мышц. Всякое сокращение (напряжение) скелетных мышц сопровождается появлением в них электрической активности. Интенсивность этой активности тем выше, чем сильнее сокращение мышцы.

В протезах с миотоническим управлением сгибанием и разгибанием пальцев искусственной кисти используется эффект увеличения периметра культи при сокращении ее мышц. При сокращении мышцы культи надавливают па специальный датчик, сигнал с которого через электронную систему управляет движением пальцев искусственной кисти, ротацией кисти.

В настоящее время серийно выпускаются различные конструкции протезов верхних конечностей с внешними источниками энергии. Это протезы предплечья и плеча, оснащенные электромеханическими приводами, с биоэлектрическим, электроконтактным и миотоническим видами управления; протезы плеча с электромеханическим приводом кисти, управляемым с помощью биопотенциалов мышцы культи плеча, и тяговым управлением локтевым шарниром.

Однако современный уровень развития, например энергетики, еще не обеспечивает восполнения утраченных мышечных ресурсов после ампутации конечности малогабаритными, портативными с высокой мощностью источниками энергии, отвечающими требованиям протезирования исполнительными механизмами.

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ОСЕВОГО СМЕЩЕНИЯ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ**

Студент гр. 113210 Берхин Е.В.

Канд. техн. наук, доцент Савченко А.Л.

Белорусский национальный технический университет

Под относительным осевым смещением колец подшипника понимается расстояние между плоскостями наружного и внутреннего колец, измеряемое с двух сторон радиально-упорного подшипника. Этот параметр измеряют под рабочей нагрузкой, величина которой зависит как от усилий, возникающих в подшипниковом узле в процессе работы, так и от требуемого предварительного осевого натяга в паре радиально-упорных подшипников.

Существующие устройства для контроля этого параметра ориентированы в первую очередь на подбор дистанционных колец в паре подшипников и требуют установки на измерительную позицию одновременно двух подшипников. Устройства для контроля отдельных подшипников обычно громоздки и неудобны в эксплуатации, из-за чего на предприятиях зачастую дуплексируют подшипники посредством их ручного подбора.

Предлагаемое авторами устройство ориентировано на контроль отдельных подшипников в цеховых условиях и может быть использовано как при дуплексации, так и при определении размеров дистанционных втулок.

Устройство выполнено в настольном исполнении и включает следующие основные узлы: узел установки контролируемого подшипника с возможностью вращения вокруг оси от руки или с помощью привода; узел нагружения на основе актуатора с электроприводом; узел измерения нагрузки на подшипник на основе динамометра с преобразователем деформации упругого элемента в электрический сигнал; два измерительных преобразователя индуктивного типа, установленных на поворотных траверсах. Размещение преобразователей обеспечивает нечувствительность к силовым деформациям при нагружении подшипника.

Использование электромеханических узлов в конструкции устройства позволяет реализовать полуавтоматический режим работы.

## ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ШАРЖИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Студент гр.11302112 Бодряк Д.А.

Канд. техн. наук, доцент Новиков А.А.

Белорусский национальный технический университет

Технологический процесс шаржирования представляет собой насыщение поверхности инструментов (притиров, доводочных плит, ограничных дисков и др.) абразивным порошком или пастой для придания ей режущих свойств. Поэтому точность и качество поверхностей деталей, обрабатываемых с помощью таких инструментов, в первую очередь определяются эксплуатационными показателями полученного в результате шаржирования покрытия, в частности его режущей (полирующей) способностью и износостойкостью. В свою очередь значения этих показателей зависят от количества и размера, внедрившихся в поверхность в результате ее шаржирования твердых частиц, характера их распределения на поверхности, прочности закрепления в материале основы, а также разнорысности.

Существует несколько способов закрепления абразивных материалов в поверхности инструмента. Рассмотрим некоторые из них.

Приклеивание абразивных зерен к поверхности инструмента. Данный способ технологически прост, однако имеет ряд недостатков: недостаточная прочность закрепления абразивно-клеявого слоя к основе, что приводит к преждевременному выкрашиванию в процессе шлифования, низкие рабочие температуры, так как клеевой состав при нагреве теряет свои связывающие свойства.

Вдавливание абразивных зерен в поверхность инструмента. Алмазные зерна располагаются на рабочей поверхности инструмента, равномерно распределяясь на ней, а затем зерна вдавливаются твердым бруском или роликом. Однако данный способ не обеспечивает полного сохранения целостности абразивных зерен при их шаржировании.

Шаржирование в процессе притирки. Оно производится следующим образом: притираемую поверхность изделия покрывают равномерным слоем абразивного порошка или пасты и начинают притирку. Во время притирки абразив вдавливается в притир. Такой способ неравномерно располагает абразивный слой на режущем инструменте, так как во время притирки трудно вдавить в притир совершенно ровный слой абразивного порошка.

Для повышения качества шаржирования поверхностей абразивным порошком или пастой можно сообщить накатному ролику ультразвуковые колебания, что позволяет целенаправленно влиять на условия контактного взаимодействия абразива и поверхности инструмента.

## ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ

Студент Бурин А. А.

Ст. преп. Самойлова М.С.

Белорусский национальный технический университет

Электроинструмент многофункциональный – это электроинструмент, предназначенный для обработки материала со снятием стружки. Электроинструмент получил широкое распространение, и сейчас без его использования трудно представить ремонтные работы. Многофункциональный электроинструмент может заменить сразу несколько, что в свою очередь увеличивает скорость работы, так как не нужно затрачивать лишнее время на поиск нужного инструмента. С его помощью можно осуществлять резку, шлифовку и полировку различных материалов, сверление отверстий и другое. А благодаря наличию механизма быстрой смены режущего инструмента мы можем существенно сэкономить время работы. С его помощью можно обрабатывать твердые породы древесины, а также металлы низкой и средней твердости. Благодаря небольшим размерам и малой массе им легко и удобно пользоваться даже одной рукой. Многофункциональный электроинструмент состоит из следующих основных элементов: двигатель, редуктор, АКБ, корпус. Энергия для двигателя инструмента вырабатывается от аккумуляторного блока, который размещается в его задней части, либо от сети переменного тока. Аккумулятор данного инструмента состоит из набора небольших элементов заключенных в одном корпусе. Многофункциональный электроинструмент использует двигатель постоянного тока, у которого в полости расположены постоянные магниты по кругу. Также существуют модели с бесколлекторными двигателями (ЕС-двигателями).

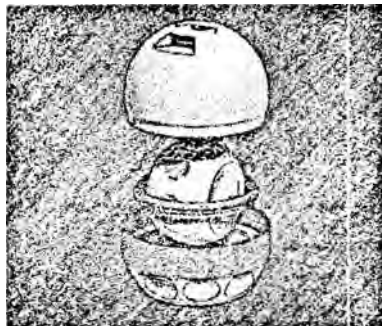
Студент гр. 10702214 Вага М.В.

Белорусский национальный технический университет

HandEnergy - это генератор энергии, позволяющее вырабатывать ее везде, где только захотите. Он компактен и прост в использовании.

HandEnergy основан на свойствах двухосного роторного гироскопа. Корпус сконструирован так, что в его середине есть канавка. Ротор представляет собой однородное тело осевой симметрии. Ширина паза круговой канавки больше чем диаметр оси. Наиболее важные параметры

HandEnergy – это длина оси гироскопа (расстояние между точками опоры оси на горизонтальные поверхности круговой канавки) и диаметр оси. При скольжении оси гироскопа по канавке на ось действуют силы трения. Кроме сил трения на ось гироскопа со стороны боковых поверхностей круговой канавки действуют силы реакции опоры. Как только ротор запущен, наклон устройства заставит один конец оси двигаться по верхней



стороне канавки, а другой — по нижней. Когда ось вращающегося ротора соприкасается с верхней и нижней поверхностью канавки, это вызывает прецессию и ось ротора начнёт кольцевое движение по ней. Сила трения между осью и поверхностью канавки может либо ускорять, либо замедлять вращение гироскопа. Наибольшее ускорение достигается тогда, когда ось ротора начинает «скользить» по поверхности канавки максимально ровно. Поскольку сила трения очень важна для подобного эффекта, устройство ни в коем случае нельзя смазывать. Максимальная скорость вращения ротора достигается при удерживании сферы в руке и постоянном поддержании вращения движением кисти. По поверхности ротора поочередно поставлены магниты разными полюсами. Катушка индуктивности устанавливается недалеко от движущихся магнитов. На катушке индуктивности возникает ЭДС индукции, которое после устройства стабилизации напряжения (которое установлено рядом с катушкой) подается потребителю. С помощью данного устройства можно подзарядить ваш мобильный телефон, камеру, питать портативную колонку, фонарик, светодиодное освещение и другое оборудование.

## ПРИМЕНЕНИЕ АКТИВНОГО ШУМОПОДАВЛЕНИЯ В БЫТОВОЙ ТЕХНИКЕ

Студенты гр. 113221 Гавриленко В.В., Муравицкий А.Г.

Канд. техн. наук доцент Зайцева Е.Г.

Белорусский национальный технический университет

Шумоподавление представляет собой процесс устранения звуковых сигналов из полезного звукового сигнала с целью повышения его субъективного качества. Шумоподавление принципиально делится на пассивное и активное.

Пассивное шумоподавление в основном используется для уменьшения шума в производственных помещениях. Для этого применяют звукоизоляцию помещений смежных с шумным производственным участком, акустические экраны, кабины наблюдения с дистанционным управлением, обработку стен и потолков звукоизолирующей обшивкой, виброизоляцию оборудования, глушители аэродинамического шума, средства индивидуальной защиты (наушники, беруши и др.).

Современный уровень развития техники позволил осуществлять активное шумоподавление. Звуковая волна представляет собой волну сжатия и разрежения воздуха. При помощи динамиков можно создать волны той же частоты и амплитуды, но в противоположной фазе, и они ослабят друг друга. В этом и заключается принцип работы активного шумоподавления. В настоящее время ведется разработка встраиваемых масштабируемых систем активного шумоподавления для различных сфер применения: вентиляция, тихие серверные шкафы, окна и откосы, лежачие и грузовые авто. Такие системы – технология, позволяющая значительно снизить уровень шума, особенно если источник звука хорошо локализован. Еще лучшие результаты эти системы показывают, если спектр шума имеет периодические составляющие как показано на рисунке 1.

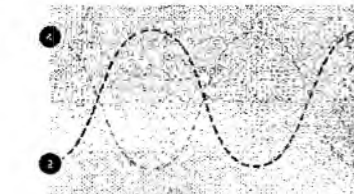


Рисунок 1. – Принцип активного шумоподавления.

На рисунке 1 показан сигнал системы активного шумоподавления 1, который находится в противофазе шуму 2. При наложении этих сигналов друг на друга человек не услышит ни одного из них.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ФЕНОВ ДЛЯ УКЛАДКИ ВОЛОС

Студентка гр.113220 Гемская Д.А.,

Канд. техн. наук доцент Зайцева Е.Г.

Белорусский национальный технический университет

Фен — электрический прибор, выдающий направленный поток нагретого воздуха. Фен обычно выполняется в виде отрезка трубы, внутри которой располагаются вентилятор и электронагреватель. Часто корпус фена оснащается pistolетной 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. Важнейшей особенностью фена является возможность подачи теплого или холодного воздуха точно в заданную область.

Первые фены появились в начале прошлого столетия и за свою историю неоднократно видоизменялись, приобретали дополнительные функции.

Используя современные технологии и учитывая скорость их развития можно предположить, что в будущем фены будут использовать энергию от альтернативных источников, например солнечные батареи, USB-питание и т.д.

Для удобства пользования в будущем возможно производство беспроводных фенов.

Огромное количество электрических приборов использует больше электроэнергии, чем им необходимо. Можно обеспечить возможность подключения фена мог к любому из электроприборов с целью и использования для работы лишней электроэнергии.

Для экономии времени можно в фен вмонтировать несколько резервуаров для жидкости. Воздушный поток в фене создаст достаточную мощность для распыления жидкости. Можно сделать укладку и не выпуская фен из рук, зафиксировать её лаком для волос, при следующем нажатии на кнопку фен произведет ароматизацию волос.



## РЕСУРСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЯ

Горбатьок О.О. (аспирант)

Д-р техн. наук, профессор Антонюк В.С.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

В настоящее время пьезоэлектрический двигатель нашел широкое применение в различных отраслях приборостроения, системах нанопозиционирования, микро- и нанoeлектромеханических системах. Однако уровень их надежности до сих пор оставляет желать лучшего. Поскольку пьезоэлектрические двигатели базируются на элементах трения, главной проблемой повышения надежности таких двигателей является их технический ресурс, который в свою очередь на прямую зависит от собственного момента самоторможения.

Поэтому момент самоторможения выбран в качестве критериального параметра эксперимента по исследованию ресурсных характеристик реверсивного пьезоэлектрического двигателя [1].

Целью работы являются разработка методики определения ресурсных характеристик реверсивного пьезоэлектрического двигателя

Предложена методика эксперимента и программа управления одновременно тремя двигателями одной модели с возможностью установки параметров, необходимых для исследования зависимости момента самоторможения двигателя от количества наработанных им оборотов. Установлено, что с увеличением количества наработанных циклов момент самоторможения уменьшается, что объясняется стиранием толкателей.

Результаты эксперимента показали, что при наработке двигателем около 18 млн. циклов момент самоторможения уменьшается с 1,4 кг\*см до 0,2 кг\*см. Установлено, что стирание толкателей осциллятора служит причиной нарушения работы двигателя. Износ толкателей равномерный, что позволяет прогнозировать работоспособность двигателя по изменению его момента самоторможения. Полученная зависимость дает возможность построить математическую модель зависимости КПД двигателя от момента самоторможения и в результате усовершенствовать его ресурсные характеристики, обеспечив тем самым надежность и рациональность использования таких двигателей.

### Литература

1. Петренко С.Ф. Пьезоэлектрический двигатель в приборостроении / Петренко С.Ф. – К. : Корнийчук, 2002. – 96 с.

## КОМПЛЕКСЫ ФИЗИОТЕРАПИИ НА БАЗЕ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Студентка гр. 113710 Грабцевич Е.В.

Канд. техн. наук, доцент Зайцева Е.Г.

Белорусский национальный технический университет

Актуальным направлением является разработка физиотерапевтических аппаратов с обратной связью, которые управляются согласно параметрам организма. Модуль – это функционально завершённый узел радиоэлектронной аппаратуры, оформленный конструктивно как самостоятельный элемент. Необходимо создавать модульные физиотерапевтические аппараты, совершенствовать и анализировать их с помощью законов развития технических систем (далее ТС). Модульный комплекс – совокупность совместимых модулей, взаимодействие которых способствует совершенствованию работы ТС.

Структура модульного комплекса представляет собой аппарат с основной частью - базовым модулем на котором размещаются блоки физиотерапии, например, блоки электротерапии, магнитотерапии, звукотерапии и оптического воздействия. Так же комплекс может содержать блок измерения параметров пациента при процедуре, таких, как ЭКГ, ЧСС, дыхание, температура, давление. Блок связан с основным модулем, а так же с каждым блоком физиотерапии в отдельности. Он содержит информацию о каждом пациенте, а так же имеет возможность накопления и обработки статистических данных. Аппарат физиотерапии так же может содержать блок носителей (хранилище), в который после обработки данные попадают для длительного хранения. Этот имеет связь с блоком измерения параметров и, в свою очередь, может быть связан с региональным хранилищем. Все данные пациента могут быть распечатаны для размещения в карточку и с помощью блока визуализации могут быть просмотрены на экране врачом или пациентом. Основным блоком решаются следующие задачи: взаимодействие с человеком, координация блока диагностики с блоком физиотерапии и с каждым его компонентом в отдельности, передача данных с блока диагностики на носитель данных, обмен данных между носителем и хранилищем. Координация блока диагностики с блоком физиотерапии происходит следующим образом: воздействуя на пациента тем или иным фактором, на блоке диагностики получаем значения физиологических параметров. Ухудшение или наоборот улучшение состояния пациента даст возможность варьировать параметры процедуры: увеличивать/уменьшать ток, изменять время, затраченное на процедуру, изменять громкость звука и др. параметры воздействия.

## ОСОБЕННОСТИ КОНТУРНОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ

## КОНЦЕВЫМИ ФРЕЗАМИ.

Студент гр..ПБ-31 Даценко М.А., (магистрант)

Д-р техн. наук, профессор Антонюк В.С.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

В условиях современного производства фрезерование концевыми фрезами на станках с числовым программным управлением является наиболее распространенных операций при обработке корпусных деталей.

Известны исследования процесса концевого фрезерования в которых изучали влияние различных параметров процесса на силы резания и работоспособность фрез. При этом получены результаты, которые связывают условия обработки с выходными характеристиками процесса. Однако они не раскрывают условия работы концевой фрезы при врезании, выходе и обработке внутренних углов при контурном фрезеровании.

Целью работы являются разработка математической модели расчета составляющих сил резания в процессе контурного фрезерования концевой фрезой труднообрабатываемых сплавов.

Усилия, возникающие в процессе стружкообразования, действующие на концевую фрезу, можно получить, рассматривая тонкие сечения фрезы в виде элементарных дисков. При этом определяется положение зубьев, и для каждого зуба, который участвует в резании, произведение элементарной площадки на удельное давление стружки определяет усилие стружкообразования. В процессе контурной обработки реальная глубина резания  $t$  вдоль траектории движения режущего инструмента определяется величиной угла контакта  $\beta_i$  концевой фрезы и заготовки, который изменяется по несимметричному закону.

При предложенной математической модели угловое положение фрезы задается с определенными интервалами. Равнодействующая сила резания  $R$  на зубе фрезы является переменной на всем протяжении дуги контакта с заготовкой, как по величине, так и по направлению. При этом на зуб фрезы действуют тангенциальная  $P_{tg}$  и радиальная  $P_r$ , составляющие равнодействующей силы резания.

**Выводы:** Предложенная математическая модель расчета составляющих сил резания при фрезеровании труднообрабатываемых сплавов позволит определить составляющие сил резания на основе анализа входных данных, полученных экспериментально, влияние силовой нагрузки на прочность фрезы, а также повысить точность контурной обработки концевыми фрезами труднообрабатываемых сплавов на станках с ЧПУ.

## РАЗРАБОТКА ЖЕНСКОГО НАБОРА УКРАШЕНИЙ «ЦИРЦЕЯ»

Студент гр. 113910 Дивин А.В.

Ст. преп. Самойлова М.С.

Белорусский национальный технический университет

Современная индустрия моды требует постоянного обновления ассортимента и создания конкурентоспособной продукции на основе использования новых дизайнерских и технологических концепций.

В данном проекте разрабатывается дизайн и технология изготовления набора украшений «Цирцея», в состав которого входят брошь, серьги и кулон.

В качестве основной идеи формирования общей концепции набора был выбран образ и форма бабочки.

Женский набор «Цирцея» выполнен из серебра СrМ800 ГОСТ 30649–99. В качестве вставок в основание украшений выбираем драгоценный камень топаз.

Для увеличения производительности изготовления этого сложного изделия целесообразно использовать литье с камнями, так как имеется большое количество вставок. Этот метод позволяет получить высокую точность размеров и качество поверхности. При этом обеспечивается высокая надежность и качество закрепки камней. Данный метод позволяет избежать ручной закрепки камня, которая требует применение достаточно длительной ручной обработки с привлечением опытных рабочих-закрепщиков.

В данном наборе кулон подвешивается на шариковую цепь, которую можно изготовить с помощью цепевязального станка.

Современное производство ювелирных цепей построено на использовании высокоскоростных автоматических цепевязальных машин.

В данном проекте также был разработан и рассчитан цепевязальный станок для производства шариковой цепи, соответствующий условиям технического задания.

Данный станок относится к устройствам холодной обработки металлов и может быть применен для получения шариковой цепи, используемой в различных отраслях промышленности, а также в ювелирном производстве.

Узел формирования центрального стержня цепи и узел формирования шариков выполнены в виде обойм, которые устанавливаются в корпусе на подшипниках и каждая из которых снабжена валиками с винтовой нарезкой.

Применение изобретения позволит полностью автоматизировать машину, отменить ручной труд, что даст возможность оператору обслуживать большее количество автоматов.

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ДИЗАЙН ПЛЕТЁНЫХ УЗОРОВ

Студентка гр.113910 Дорняк С.И.

Канд. техн. наук, доцент Луговой В.П.

Белорусский национальный технический университет

В последние годы с развитием информационных технологий и теория узлов возрос интерес к изучению плетёных орнаментов, широко распространённых в искусстве разных народов. Сложность и многообразие таких узоров затрудняет их анализ, поэтому необходимы специализированные методы исследования. Возможность продолжать изучение и создавать новые образцы орнамента определяется появлением новых математических и алгоритмических инструментов и технологических средств, позволяющих создавать более точное описание геометрических форм, которые можно воплотить в новые дизайнерские разработки и реальные материальные объекты.

В современном дизайне важно, используя опыт прошлого, внести оригинальные новшества, отражающие современный взгляд на мир и место украшения в нем.

Интеллектуальный и эффективный инструмент для конструирования плетенок – крестовидный маркер разрыва (КМР) – представляет собой равносторонний крест из четырех линейных маркеров разрыва, однозначно определяющий наличие или отсутствие лент в определенном месте поля. Под полем здесь понимается квадратная область размера  $n \times n$  клеток, в которой строится плетенка. В программе MonPlet, возможно построение плетенок с помощью как линейных, так и крестовидных маркеров в режиме редактора и генератора.

При создании плетеных орнаментов в редакторе MonPlet необходимо помнить о законах композиции – все части узоров должны быть согласованы, отдельные элементы узора могут повторяться несколько раз.

Кроме получения разнообразнейших вариантов плетенок, в редакторе MonPlet имеется возможность менять цвет фона, ленты и окантовки, ширину ленты и другие параметры, которые помогают дизайнеру сделать узор наиболее соответствующим целям орнаментации.

Таким образом, метод интерактивного и автоматизированного проектирования плетёных орнаментов, позволяющий создавать как традиционные, так и новые образцы, получил развитие за счет использования характерных сочетаний крестовидных маркеров – блоков КМР. Применение разработанной методики значительно расширяет возможности дизайнеров и художников-декораторов, позволяя выбирать наилучший из множества сгенерированных образцов, быстро формировать и видоизменять узоры в стиле плетеного орнамента и другие плетенки, строящиеся на квадратной сетке.

## ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ САМОРЕЗА НА УСЛОВИЯ ЕГО ВКРУЧИВАНИЯ В ОБРАЗЦЫ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ВЫКРУЧИВАНИЯ ИЗ НИХ

Дроздов А.В., Монич С.Г., Миранович А.С.

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

Белорусский национальный технический университет

Саморезы представляют собой крепежные детали, которые широко применяются в строительстве и медицине. В последнем случае они выполняются в виде винтовых стоматологических имплантатов, которые вкручиваются в служат в качестве опоры для протезов зубов [1].

В качестве примера на рисунке приведен график изменения тока нагрузки двигателя шуруповерта при его вкручивании в образец из сосны и выкручивании из него.

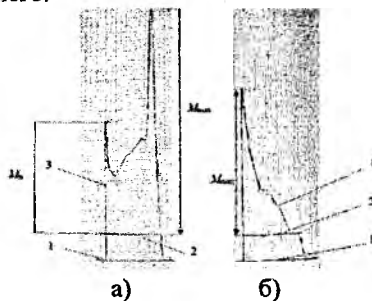


Рис. График изменения тока нагрузки двигателя шуруповерта за времени вкручивания самореза в образец из сосны (а) и за время его выкручивания из него (б): 1 – нулевая линия; 2 – линия, соответствующая работе двигателя шуруповерта без нагрузки; 3 – линия, соответствующая вкручиванию самореза; 4 – линия, соответствующая его выкручиванию.

Учитывая, что измеряемый ток нагрузки двигателя шуруповерта пропорционален крутящему моменту  $M_{кр}$ , прикладываемому к саморезу при его вкручивании и выкручивании в материал образца, то на полученных графиках приняты следующие обозначения:  $M_n$  – крутящий момент, соответствующий началу движения самореза относительно материала образца при его вкручивании и выкручивании;  $M_{max}$  – максимальное значение момента сил при вкручивании и выкручивании самореза.

### Литература

1. Wang, Z. Surface modification process by electrical discharge machining with a Ti powder green compact electrode / Z. Wang [et.al] // J. of materials processing technology – 2002. – №129. – P. 139–142.

## ДОЗАТОРЫ ЖИДКИХ ВЕЩЕСТВ

Студент гр.113212 Ермаков Е.В.

Канд. техн. наук, доцент Новиков А.А.

Белорусский национальный технический университет

**Дозатор** — устройство для автоматического дозирования заданной массы или объёма твёрдых материалов, паст, жидкостей, газов. Основные области применения дозаторов жидких веществ: пищевая и химическая промышленность, производство косметики.

По принципу действия все дозаторы можно разделить на автоматические и ручные. Для фасовки жидкостей применяют три основных типа дозаторов: объёмные дозаторы, массовые дозаторы, весовые дозаторы.

**Объёмный дозатор** - устройство, дозирующее продукт объёмным способом дозирования - путем заполнения продуктом (веществом) свободного пространства (объема). Диапазон дозирования таких дозаторов обычно не превышает 1 л.

Объёмные дозаторы жидкости просты по конструкции, достаточно надёжны, однако обладают наибольшей погрешностью дозирования среди всех дозаторов (от 0,5 до 10-20 %). Так же к недостаткам объёмных дозаторов можно отнести зависимость объёма дозы от температуры и давления.

**Массовый дозатор** - устройство, дозирующее продукт массовым способом дозирования - путем измерения количества продукта, прошедшего через определенное пространство и применяется, преимущественно, для дозирования жидкостей и паст. Единицами измерения доз в массовых дозаторах являются см<sup>3</sup> или литры.

Массовые дозаторы обладают значительными преимуществами относительно других: высокая точность дозирования (от 0,2 %), отсутствие размера дозы от температуры и давления, малая погрешность при дозировании пенящихся сред.

**Весовой дозатор** - устройство, дозирующее продукт путем измерения веса продукта и отмеривания его по данному критерию с использованием стандартных мер веса – килограмм и грамм.

Главным плюсом весовых дозаторов является небольшая погрешность дозирования (от 0,1 до 2,0%). Благодаря этому, весовой способ дозирования жидкости является наиболее распространенным, и применяется в точных технологичных процессах, приборостроении.

Основным недостатком весового дозатора является его малая производительность. Чтобы ее увеличить необходимо, что бы дозатор располагал большим количеством весовых ковшей, что значительно влияет на его стоимость.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УПРУГОГО ЭЛЕМЕНТА АВТОМОБИЛЬНЫХ ВЕСОВ

Студент гр. 113210 Журавский А.А.

Канд. техн. наук, доцент Савченко А.Л.

Белорусский национальный технический университет

Цилиндрическая прорезная пружина имеет характеристики, позволяющие успешно использовать ее в весо- и силоизмерительных устройствах в сочетании с индуктивными преобразователями деформации в электрический сигнал. Благодаря высокой нагрузочной способности при относительно небольших размерах она может быть использована в автомобильных и других весах с аналогичными пределами взвешивания. Для этого конструктору необходимо владеть рядом характеристик, отсутствующих в справочной литературе, в том числе характеризующих работу пружины в динамике.

Работа пружины в динамике описывается уравнением колебательного звена

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F,$$

где  $m$  – масса колеблющихся элементов пружины с присоединенным грузом;  $c$  – коэффициент демпфирования;  $k$  – жесткость пружины;  $x$  – деформация;  $F$  – внешняя сила.

Исследования направлены на установление связи между геометрическими параметрами пружины и коэффициентом демпфирования. Для этого используется весовая функция (импульсная переходная характеристика) пружины. Для получения весовой функции на пружину воздействуют ударной нагрузкой, имитирующей  $\delta$ -функцию, и регистрируют изменение деформации во времени с помощью индуктивного преобразователя. Из полученного графика расчетным путем получают параметр затухания  $\xi$ , связанный с коэффициентом демпфирования и являющийся одним из коэффициентов передаточной функции колебательного звена

$$W(p) = \frac{1}{T^2 p^2 + 2\xi T p + 1},$$

где  $T = \sqrt{\frac{m}{k}}$  – постоянная времени;  $\xi = \frac{c}{2\sqrt{km}}$  – параметр затухания.



## ДИАГНОСТИКА ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ КОНЦЕВЫМИ ФРЕЗАМИ, НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Заец С.С., Мороз А.В.

Канд. техн. наук, доцент Максимчук И.В.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Надежность любых технических средств, а тем более средств, работающих в автоматизированном или автоматическом режиме, является одним из основных свойств, по которому оценивается целесообразность применения этих средств в производстве. Надежность (по ГОСТ 27.002-83) - свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.

Процесс механической обработки, как объект контроля, разделяется на ряд функционально не связанных между собой блоков или блоков, функциональными связями которых с достаточной для практики точностью можно пренебречь, тогда является эффективным применение матричного принципа представления пространственного состояния.

Матричный метод распознавания в большинстве случаев применяется для диагностирования таких процессов, и объектов контроля, работоспособность которых с необходимой точностью может быть определена функцией изменения одного из наиболее информативных параметров во времени, или объектов, для оценки работоспособности которых необходимо параллельное съема информации по нескольким параметрам в строго фиксированный момент времени. В данном случае состояние процесса механической обработки описывается системой матриц с числом строк  $n_1$ , равным соответственно числу уровней квантования значений амплитуды аналогового сигнала, снимаемого с одного датчика системы диагностирования, или числу одновременных фиксированных параметров. Соответственно число столбцов  $n_2$  таких матриц принимается равным числу точек квантования аналогового сигнала по времени или числу фиксированных моментов времени параллельного съема информации с нескольких датчиков диагностирования процесса механической обработки.

Проводя диагностирование механического процесса обработки концевыми фрезами на фрезерных станках с ЧПУ, в реальном времени, и проводя процесс распознавания сигнала с эталонным значением, получаем четкую картину состояния протекания процесса, при изменении показателей, которого можем говорить о приближении к перед аварийного или аварийного состояний.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЕРИИ ЖЕНСКИХ КУЛОНОВ «FLIGHT OF FANCY»

Студент гр.113910 Ильенков И.С.

Канд. техн. наук, доцент Дроздов А.В.

Белорусский национальный технический университет

В современном мире у людей возросла потребность самовыражаться, выделяться из толпы и нести в себе какую-то изюминку для подчёркивания своего личного «Я». Свойственный ювелирному искусству консерватизм прочно занял свои позиции и на протяжении десятилетий не желает уступать их каким бы то ни было новым веяниям Ювелирное дело, не смотря на сложившиеся многовековые традиции, должно двигаться в ногу со временем и желанием потребителя. Поэтому одна из задач современного производства – соединить в себе традиции прошлого и требования современного потребителя. Одним из решений этого вопроса – является применение сменных частей в ювелирных украшениях. В данной работе был разработан технологический процесс производства серии женских кулонов «FLIGHT OF FANCY». Набор «FLIGHT OF FANCY» включает в себя несколько различных лицевых частей кулона которые можно крепить на одно и тоже основание, выполненные из золота 585-й пробы. В одном из вариантов кулона имеется декоративная вставка из граната выполненная в огранке «Hexactly», закрепленного с помощью крапанов, так же нанесён рисунок методом гравирования. На другом варианте кулона применяются такие методы декоративной отделки как чернение и родирование. Сами же кулоны имеют ажурный вид напоминающие лепестки цветов. Изящные формы цветов идеально подходят для ювелиров ведь они полностью отражают саму суть ювелирного дела – изящность и миниатюрность, нежность и привлекательность Украшения созданные на основе цветов придают неповторимый шарм и элегантность и сочетаются со многими стилями одежды.

## КРЕСЛО-ПОДЪЕМНИК

Студентка гр. 113710 Ильюк О.О.

Доцент Габец В.Л.

Белорусский национальный технический университет

В последние годы на повестку дня встала задача реабилитации инвалидов, то есть максимально возможного возмещения инвалидам утраченных ими жизненных функций. Трудности, с которыми сталкиваются инвалиды порой настолько серьезны, что для многих становятся труднопреодолимыми или непреодолимыми вообще. Современные медицинские технологии и специалисты в области ортопедии, протезирования, психологии, реабилитации делают все, чтобы помочь им как можно быстрее адаптироваться к своему новому состоянию и начать двигаться после ампутации конечности. При реабилитации людей с ампутированными нижними конечностями применяются различные технические средства, которые компенсируют нарушения системы движения человека.

В этом случае основной процент реабилитационного оборудования составляют инвалидные кресла, которые принято делить на инвалидные кресла - коляски и кресла - каталки [1]. В отличие от каталок, коляски предназначены для самостоятельно передвижения, эту же функцию выполняют кресла-подъемники.

Функциональное, удобное и хорошо передвигаемое кресло-подъемник, служащее для размещения на нем, подъема на определенную высоту и самостоятельного перемещения, может стать основой для повышенного уровня активности для инвалидов с парной ампутацией бедер. С помощью кресла - подъемника инвалид самостоятельно, предварительно зафиксированным сможет осуществлять передвижение по помещению, принимать водные процедуры, пищу и многое другое, что он бы не смог сделать без поддержки взрослых и дополнительной опоры.

Прочие преимущества, такие как облегчение дыхания и пищеварения, повышение степени владения головой, туловищем и верхними конечностями, а также общая устойчивость достигаются при помощи надежного поддержания тела в прямом положении при помощи разработанной конструкции.

### Литература

1.Официальный сайт Республиканского унитарного предприятия «Белорусский протезно-ортопедический восстановительный центр» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – [www.bprov.by](http://www.bprov.by). Загл. с экрана.

## **ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТРЕХКООРДИНАТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКРАНИРОВАНИЯ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ**

Казакевич И. С., Солобай А. А., Труханов А. В.

ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению», Республика Беларусь

В последние годы всё более актуальной становится проблема защиты микроэлектронных, радиоэлектронных и оптических приборов от воздействия постоянных и низкочастотных магнитных полей. Источники постоянного магнитного поля могут быть как естественными, так и искусственными. К естественным источникам можно отнести поле магнитосферы Земли, к искусственным - крупные ферромагнитные объекты (металлические конструкции); производство, передачу и распределение электроэнергии, а также нештатные ситуации.

Зачастую проблему магнитного экранирования принято решать с помощью специализированных ферромагнитных материалов на основе металлов и сплавов элементов группы железа. Коммерческие материалы выпускаются в форме лент, фольг, сеток, композиционных покрытий и т.п. Для оценки эффективности экранирования постоянных магнитных полей в Лаборатории физики магнитных пленок (ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению») создан программно-аппаратный комплекс (ПАК), разработана методика, позволяющая провести характеризацию материалов магнитных экранов.

ПАК состоит из трехкоординатных (взаимно ортогональных) катушек Гельмгольца; источников питания постоянного тока (Б5-47); коммутационного блока; внешнего модуля АЦП включающего цифровой ввод/вывод E14-140M (L-CARD) и сменных блоков преобразователей Холла. Используя стандартные источники постоянного тока (Б5-47) измерения можно проводить в диапазоне полей от  $\sim 2,2 \div 2,3 \times 10^{-5}$  Тл ( $0,22 \div 0,23$  Э или  $17,5 \div 18,3$  А/м) до  $\sim 3,4 \times 10^{-4}$  Тл (33,6 Э или 2670 А/м).

Методика измерений состоит из 4 этапов: 1. Измерения сигнала (U, V) на датчике Холла без экрана при дискретных значениях внешнего магнитного поля; 2. Измерения сигнала ( $U_1$ , V) на датчике Холла с экраном при дискретных значениях внешнего магнитного поля; 3. Расчет значений разности потенциалов на датчике Холла с экраном и без экрана; 4. Расчет значений эффективности экранирования.

Таким образом созданный ПАК позволяет проводить измерения влияния внешнего магнитного поля в трех взаимно ортогональных координатах и рассчитывать эффективность экранирования различных материалов для создания экранов, применяемых на практике.

## ОПИСАНИЕ И ПРИНЦИП РАБОТЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ РАСПИЛИВАНИЯ ТВЕРДЫХ И СВЕРХТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ С ГРАВИТАЦИОННОЙ ПОДАЧЕЙ

Студент 113210 Казачек С.А.

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

Белорусский национальный технический университет

Принцип действия устройства для распиливания твердых и сверхтвердых материалов с гравитационной подачей основан на механическом распиливании твердого и сверхтвердого материала путем придания заготовке двумерного циркуляционного движения.

В качестве примера на рисунке изображена принципиальная схема работы такого устройства [1].

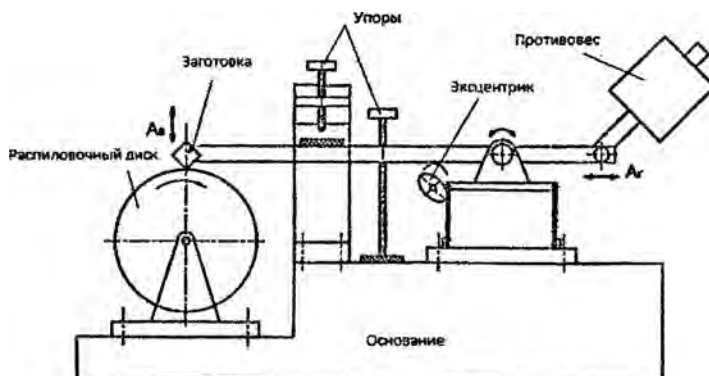


Рис.1 Принципиальная схема работы устройства

В основе механизма сообщения заготовке двумерного циркуляционного движения лежит процесс распиливания, при котором центр тяжести противовеса расположен выше оси качания стрелы. Поэтому при вращении эксцентрика, она совершает колебательные смещения вдоль горизонтальной оси и одновременно вертикальные (по дуге окружности) смещения, обусловленные возникающим под действием виброускорений переменного относительно оси качания стрелы динамического момента.

### Литература

1. Дроздов, А.В. Повышение производительности и качества распиливания сверхтвердых кристаллов путем сообщения заготовке вынужденных колебаний. / А.В Дроздов /– Минск: БНТУ, 2005 г. – 24с.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ ШАРИКОВ ИЗ МИНЕРАЛОВ

Студентка гр.113910 Ковалевич К.О.

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

Белорусский национальный технический университет

Особенностью процесса обработки шариков из стекла, ювелирного камня и других хрупких материалов является значительная разноразмерность заготовок. При обработке необходимо учитывать так же хрупкость, спайность и высокую стоимость материала.

Традиционному процессу шлифования шариков между плоскими дисками присущи следующие недостатки: крайне неравномерное распределение давления на обрабатываемые заготовки и большие динамические нагрузки. Уменьшить отрицательное влияние указанных факторов можно с помощью устройства, представленного на рисунке 1.

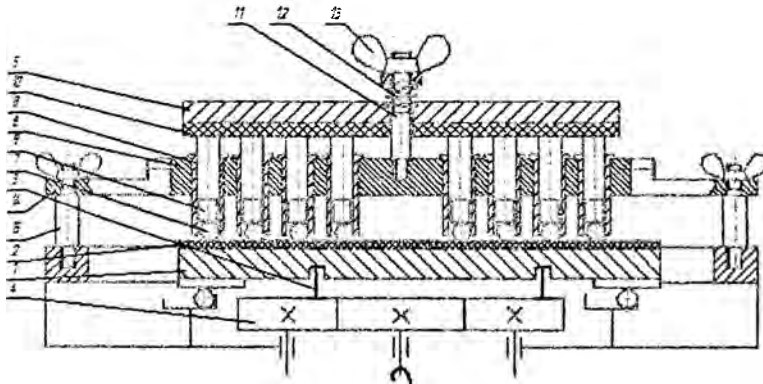


Рисунок 1 – Устройство для шлифования шариков из минералов

В состав устройства для шлифования шариков входит нижняя планшайба 1 с эластичным покрытием 2, соединенная с двумя поводками 3, эксцентрично смонтированными на водилах 4, связанных с приводом вращения, верхний прижимной диск 5 с расположенным на нем промежуточным диском из эластичного материала 10 и сепараторный диск 6 с отверстиями для шариков 7. В отверстиях сепараторного диска установлены втулки 8 для размещения шариков, в которые вставлены цилиндры 9, выступающие над сепараторным диском. Нагрузка на шарики регулируется при помощи пружины 12, гайки-барашка 13 и шпильки 11. Установка неподвижного верхнего диска 5 осуществляется с помощью кронштейнов 14, жестко закрепленных на его торцевой поверхности и опирающихся на три стойки 15, закреплённые на столе станка.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ ПРИБОРОВ

Аспирант Ковальчук А.В.

Белорусский национальный технический университет

Актуальной является проблема повышения радиационной стойкости конструкционных материалов, используемых с ядерно-энергетических системах, а строительство в Беларуси собственной АЭС делает решение этой проблемы стратегической задачей, направленной на импортозамещение и создание собственной научно-технической и производственной базы радиационно-стойких материалов. Особенности их разработки и получения, а также контроля свойств указанных материалов в процессе эксплуатации явились концептуальной предпосылкой появления самостоятельного научно-технического направления – радиационного (ядерного) материаловедения.

Перспективным является использование PVD/CVD радиационно-стойких покрытий и барьерных слоев для повышения долговечности и уменьшения массогабаритных параметров деталей основных узлов и конструкций паропроизводительных установок АЭС, реакторов на быстрых нейтронах и термоядерных реакторов. Такие исследования уже получили определенное развитие, хотя и остаются невыясненными многие вопросы, касающиеся изменений физико-механических свойств покрытий в процессе облучения, механизмы взаимодействия дислокационной структуры с комплексами радиационных дефектов, зарождения и эволюции избыточных и интерметаллидных фаз в условиях облучения и другие.

Важно отметить, что толщины получаемых вакуумным осаждением покрытий в связи с их радиационной проницаемостью пока не в состоянии полностью предотвратить радиационное повреждение деталей приборов, поэтому исследования радиационной устойчивости материалов, используемых в качестве основы, является не менее важным, чем исследования свойств самих покрытий. А так как процессы образования радиационных дефектов, их коалесценции и аннигиляции зависят не только от условий облучения, но и от структурного состояния и состава материала при температурно-деформационных и температурно-временных циклах, то перспективными являются исследования, направленные на выявление закономерностей изменения физико-механических свойств материалов при облучении и разработку способов, направленных на повышение их радиационной устойчивости путем комплексной обработки, сочетающей в себе модифицирование основы и нанесение многослойного покрытия.

## РЕНТГЕНОВСКАЯ CRL-ТРУБКА

Студенты Кравченко О.И., Кривошапка И.Н.

Магистрант Яскевич Ю.Р.

Ст. преп. Петров П.В.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Кольчевский Н.Н.

Белорусский государственный университет

Современные источники рентгеновского излучения (РИ) представлены в основном четырьмя типами устройств: рентгеновскими трубками, синхротронами, высокотемпературной плазмой, рентгеновскими лазерами. Исторически являясь первыми созданными искусственными источниками РИ, рентгеновские трубки до сих пор не теряют актуальности своего развития. На сегодняшний день актуальными задачами развития рентгеновских трубок являются: увеличение площади термоэмиссии электронов катода; развитие системы фокусировки электронов на материале мишени; получение радиационно-стойких материалов анода, генерирующих РИ с заданными спектральными характеристиками; создание микрофокусных источников.

Предлагается новый тип рентгеновской трубки с интегрированной составной преломляющей линзой (в англ. Compound Refractive Lens, CRL

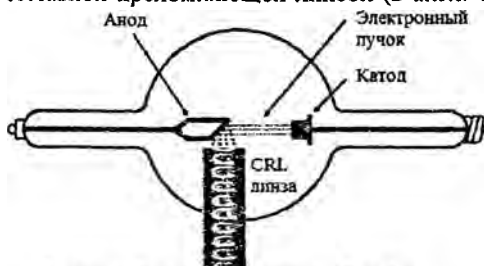


Рисунок 1. Схема CRL-рентгеновской трубки

[1]) в роли анода, либо выпускного окна рис.1. Характеристики составной преломляющей линзы будут определять спектральные и угловые характеристики излучения на выходе CRL-рентгеновской трубки. Предполагается, что при правильной ориентации

области возбуждения фотонов в составной линзе и области линзы, из которой возможен выход излучения, рентгеновские источники CRL-типа будут формировать сфокусированные микропучки.

### Литература

1. Петров, П.В. Рентгеновская преломляющая оптика: состояние и перспективы / П.В. Петров, И.Л. Мудрецов, Ю.Р. Яскевич, Н.Н. Кольчевский. -VIII Международная конференция молодых ученых и специалистов "Оптика - 2013", Санкт-Петербург, Россия, 12-16 Окт., 2013. - 28-30 с.



## **ДЕКОРИРОВАНИЕ ГРАВИРОВАНИЕМ СУВЕНИРНЫХ И ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПРИРОДНОГО КАМНЯ**

Студент гр.113910 Кравченя А.М.

Канд. техн. наук, доцент Луговой В.П.

Белорусский национальный технический университет

Растровое (полутоновое) гравирование на камне широко применяют в архитектуре представительских зданий (объектов государственной, региональной и муниципальной власти), а также на мемориальных досках и памятниках. Незначительную долю изделий с растровым гравированием представляют изделия декоративного назначения, к которым относятся сувениры из природных камней. Повышение художественного уровня и эстетической привлекательности может быть достигнуто за счет расширения палитры применяемых материалов и новых подходов к дизайну декоративных и сувенирных изделий ювелирного назначения из природных камней. Развитие компьютерных технологий в художественной обработке камня позволило увеличить производительность обработки, однако качество станочных работ зачастую уступает ручной гравировке, в частности из-за малой глубины наносимого изображения. Лазерная технология дает меньшую глубину, избыточное разрешение и является более дорогостоящей технологией по сравнению с механическим способом растрового (ударного) гравирования. В связи с этим в настоящее время становится более эффективным способ декорирования изделий на натуральном камне машинным способом, позволяющим достигнуть высокое качество передачи гравированных художественных изображений нанесением механическим способом на станках с ЧПУ. Целью работы является разработка научно обоснованных методов и приёмов дизайна и обеспечение качества декорированных гравированием изделий с учетом особенностей физического процесса нанесения изображений.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ОБЪЕКТНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ**

Аспирант Лапига А.С.,  
Канд. техн. наук, доцент Вислоух С.П.,  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Для повышения эффективности работы САПР ТП нужно применить такой подход, в котором определенные правила проектирования будут заложены в систему не жестко и будет существовать возможность их изменения в зависимости от условий производства. Для сокращения времени проектирования на производствах используют групповые технологические процессы. При этом определение типа детали, форм поверхностей, их взаиморасположение, ввод габаритов детали, размеров, точности ее поверхностей выполняется технологом-проектировщиком вручную. Гораздо эффективней будет такой способ получения начальных данных, при котором часть информации получается автоматически из 3D-модели детали (например, размеры поверхностей, их шероховатость, допуски и т.п.), а часть – выбирается из базы данных (например, данные, необходимые для определения припусков на обработку или режимы резания). И только те данные, которые невозможно получить из 3D-модели детали или базы данных, указываются проектировщиком в режиме диалога (например, размеры заготовки, способ ее получения и т.п.). Предлагается способ автоматизированного проектирования ТП механической обработки деталей, который включает в себя групповой ТП с элементами модулей технологического процесса изготовления. При этом вышеперечисленные действия по определению начальной информации для проектирования выполняет САПР ТП, а технолог-проектировщик только контролирует правильность выполнения работ и в случае необходимости производит корректировку. Для реализации поставленной задачи необходимо, чтобы 3D-модели комплексной детали, и детали, для которой проектируется ТП, определялись как совокупность наборов связанных между собой геометрических элементов, которые могут обрабатываться САПР. Одним из подходов может быть применение языка описания данных EXPRESS и принципов стандарта STEP. 3D-модель, описанная на языке EXPRESS с помощью прикладного протокола STEP, представляет собой структуру данных, состоящую из определенных взаимосвязанных сущностей. Каждая сущность – это геометрический элемент детали такой, как грань, поверхность и т.п.

## **ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ**

Студент гр.ПБ-12 (бакалаврант) Ластовецкий А.В.

Ассистент, Яковенко И.О.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический университет»

На сегодняшний день контроль артериального давления (АД) является важнейшим процессом для оценки сердечно-сосудистой системы. Тонометры являются одними из самых распространенных бытовых приборов медицинского назначения.

Современное развитие в этой области позволило заменить механические тонометры, которые для получения достаточно точных результатов требовали наличия у измеряющего специальных навыков, на автоматические и полуавтоматические тонометры. Эти тонометры гораздо более удобны в использовании, однако в основе их работы также лежит метод определения АД, который требует полного пережатия артерии, что приводит к существенному нарушению гемодинамики артерии.

К недостаткам можно отнести и большое время измерения (более минуты), что является критическим параметром в ситуациях, когда необходимо произвести измерение АД у большого количества людей, а также они имеют невысокую точность, в следствии чего существует риск не правильного диагноза. Еще одним недостатком таких измерений есть невозможность отслеживание динамики изменения АД в течение некоторого промежутка времени, так как диастолическое и систолическое значения АД не являются величинами постоянными, а колеблются с течением времени. [1]

В данной работе была проведена классификация методов измерения АД с целью получения более полной оценки методов измерения АД и выявления их достоинств и недостатков.

Предложено разработать алгоритм преобразования сигналов в показания прибора и спроектировать прибор непрерывного удаленного контроля артериального давления пациента без использования громоздких устройств, обладающих манжетами. Что позволит более точно определить состояние гемодинамики человека без нагрузки на его организм.

### **Литература**

1. Акиннин В.В. Исследование и разработка способов измерения и мониторинга артериального давления : дис. ... канд./техн. наук. Пенз. гос. университет, Пенза, 2006.

## ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФ

Студент гр.ПБ-12 Лещенко С.В.

Ассистент, Яковенко И.О.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Развитие медицинского приборостроения, в особенности, электроники привело к созданию высокочувствительных методов регистрации биологических сигналов. Для диагностики заболевания сердца широко используется метод электрографического исследования, который совершенно безвреден и бесполезен для пациента и требует минимальных затрат. По данным электрокардиографии можно оценить ритм сердца, частоту сердечных сокращений, состояние проводящей системы сердца, кровоснабжение и особенности обменных процессов сердечной мышцы, различные виды нарушений ритма сердца и проводимости, нарушения электролитного баланса и другие нарушения.

Результатом электрокардиографии является получение электрокардиограммы (ЭКГ), что показывает графическое представление разности потенциалов возникающих в результате работы сердца и проводящихся на поверхность тела. На ЭКГ отражается усреднение всех векторов потенциалов действия, возникающих в определённый момент работы сердца.

В данной работе рассмотрены датчики и измерительные преобразователи биоэлектрической активности сердца, разработана классификация датчиков и преобразователей биоэлектрической активности сердца, определены источники погрешностей, возникающих при регистрации биосигнала.

Можно выделить проблему автоматического анализа электросигнала, что связано с физиологическим происхождением сигнала, которое обуславливает его непредсказуемость, недетерминированность, на стационарность и подверженность многочисленным влияниям шумов, помех.

Таким образом, необходимо усовершенствование компьютерного анализа ЭКГ, что применяется в кардиологической практике. Повышение точности методов определения временных параметров сигнала, устранение ошибок распознавания информативных фрагментов ЭКГ, что отражают отдельные стадии электрического возбуждения предсердий и желудочков сердца приведет к исключению ошибок при постановке диагноза и в дальнейшем повысит качество лечения пациента.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОЛЬЕ «DROP»

Студент гр.113910 Локтионова Д.Д.  
Ст. преп. Самойлова М. С.

Белорусский национальный технический университет

Женское кольцо «Дроп» выполнено из золота 333-й пробы. Главным элементом в изделии является центральная часть – каменная вставка из синтетического рубина, который является центральным связующим звеном. Рубин устанавливается в касте, конструкция которого предусматривает отлитое вместе с ним кольцо, с помощью которого центральная часть соединена с пластинами. Пластины составляют каркас кольца и являются жесткими элементами конструкции. Наперевес данным деталям выступают гибкие панцирные цепочки, припаянные к подвескам в форме капли. Особенность конструкции кольца в том, что ширина цепочек варьируется и уменьшается сверху вниз.

Начало изготовления ювелирного изделия начинается с проработки его внешнего вида. Первое полученное изображение изделия выглядит эскизом, который отвечает на вопрос: как будет выглядеть украшение? После принятия окончательного варианта изделия его необходимо детально прорисовать, чтобы понять, какие технологические операции необходимо будет выполнить для изготовления кольца.

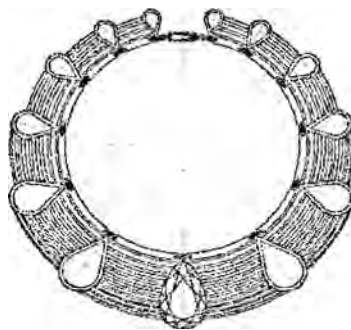


Рисунок 1 – Колье «Дроп»

Технологический процесс изготовления данного кольца включает в себя следующие операции: заготовительная, плавка и литье металла, вырубка каркасных пластин, цепевязание, шлифование и полировка. Особо важной операцией в этом изделии является сборка, так как оно имеет в своей конструкции большое количество цепочек, которые необходимо припаять к подвескам. После сборки и монтировки выполняется пробирование и контроль.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ КОМПОЗИЦИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЮВЕЛИРНЫХ И БИЖУТЕРИЙНЫХ УКРАШЕНИЙ**

Магистрант Луговой В.В.

Ст. преп. Луговая И.С.

Белорусский национальный технический университет

Ювелирные украшения отличаются от многих произведений декоративно-прикладного искусства миниатюрностью своих размеров. Этот фактор вносит ряд специфических особенностей при проектировании и конструировании ювелирных украшений. Разработка композиции ювелирного украшения состоит из двух этапов. Первый этап заключается в создании определенного образа украшения, представленного визуально в виде совокупности геометрических форм, из которых она составлена. Решение данной задачи является многовариантной задачей, и потому основной целью дизайнера является выбор наиболее гармоничного варианта композиции. На композиционный замысел влияют различные количественные и качественные факторы, к которым следует отнести:

- вес, объем, размеры и жесткость изделия используемых материалов;
- форма, размеры и количество вставок;
- система связей между элементами украшения,
- стиль и влияние моды.

Второй этап проектирования заключается в доработке рассматриваемого объекта для придания эстетических качеств с помощью взаимосвязанных между собой средств композиции: пропорций, цвета, контраста, симметрии и асимметрии, метрической повторяемости элементов украшения, выявления характера рельефности поверхности, масштабности, возможности создания иллюзорной декоративности и пр.

Пропорции являются одним из наиболее известных и важных средств композиции ювелирных украшений. Цветовое соотношение в композиции ювелирных украшений играет существенную роль. Поиск вариантов обеспечивается за счет активного взаимодействия метра с цветом камней, которые характеризуются насыщенностью, интенсивностью и оттенком. Симметрия в композиции традиционна для классических вариантов ювелирных украшений. Однако использование асимметрии дает не менее интересные и креативные решения композиции для украшений, выполненных в стиле модернизма. Метр и ритм активно взаимодействуют с контрастом и нюансом при повторяемости различных элементов: камней с корнеровой, пазовой и невидимой закрепкой; гризанта, мелкой штамповки, вафельной отделки и пр.

## УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ПРОШИВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ В ХРУПКИХ МАТЕРИАЛАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОЛЬЦЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОРОВ

Аспирант Луговой И.В.

Белорусский национальный технический университет

Полученные результаты проведенных экспериментов, показали, что исследуемые конструкции кольцевых концентраторов, по своим техническим характеристикам превосходят традиционные стержневые концентраторы в силу ряда обстоятельств.

В работе была дана сравнительная оценка эффективности различных модификаций форм предложенных кольцевых волноводов. С этой целью был проведен сравнительный анализ производительности обработки с применением кольцевых концентраторов различных исследуемых типов. Полученные результаты показывают, что предлагаемая схема обработки с применением кольцевых концентраторов позволяет повысить производительность обработки по сравнению с традиционным поршневым волноводом до 2,4 раз. Сравнительный анализ предлагаемых кольцевых концентраторов показал, что наилучшие показатели производительности были достигнуты в конструкции с кольцевым концентратором переменного сечения, в меньшей степени – с кольцевыми волноводами постоянного сечения (рисунок 15). Самые низкие показатели производительности были достигнуты при обработке с концентраторами плоскопараллельного типа.

Были выполнены сравнительные эксперименты по оценке влияния различных технологических факторов на производительность прошивания отверстий: вида материала и размера абразивных зерен, статической нагрузки и пр. Полученные результаты показывают, что предлагаемая схема обработки с применением кольцевых концентраторов позволяет повысить производительность обработки по сравнению с традиционным поршневым волноводом до 2,4 раз.

Полученные результаты исследований показали, что точность ультразвуковой прошивки отверстий зависит от ряда акустических и технологических факторов. Оценка точности производилась для сквозных отверстий диаметром 1 мм в оптическом стекле и глухих отверстий, обработанных на глубину  $h = 4\div 8$  мм. Точность обработки отверстий оценивали по отклонениям точности полученного размера от заданного на входе в отверстие и на выходе из отверстия; а также по точности формы по конусности и эллипсности отверстия. Было установлено, что отклонения размера на выходе отверстия составляют 0,02 мм, конусность при этом не превышает  $5^\circ$ , эллипсность менее 0,01 мм, искривление оси менее 0,1 мм.

## О ПРИМЕНЕНИИ ТЕНЗОДАТЧИКОВ В МЕДИЦИНЕ

Студент гр. 113711 Лысенко Е.А

Доцент Габец В.Л., Минченя Н.Т.

Белорусский национальный технический университет

Для измерения деформаций в устройствах измерения пульсового давления в настоящее время широко применяются тензодатчики. Причины, вызвавшие столь бурное развитие тензометрии, кроются в новых широких возможностях, которые открывают тензодатчики. Тензометрический датчик – это основной измерительный элемент. Его принцип действия основан на преобразовании механической деформации, возникающей при нагрузке датчика, в электрический сигнал. Затем тензодатчик передает полученный электронный сигнал на индикационный прибор, отображающий полученный результат в цифровом виде. Тензодатчики используются как чувствительные измерительные элементы в электронных весах, дозирующих весовых системах, силоизмерительных установках, испытательном оборудовании, системах контроля силовых нагрузок, медицинском оборудовании. Тензометрическое оборудование обладает следующими преимуществами: высокая точность измерений; весовые системы на тензодатчиках имеют меньшие размеры; расширенные функциональные возможности; удобство эксплуатации. [1]

Полупроводниковые материалы, из которых изготавливаются тензодатчики имеют кристаллическую структуру, т.е. представляют собой совокупность огромного числа атомов, упорядоченно расположенных в пространстве и образующих кристаллическую решётку. Физические свойства тензодатчиков должны оставаться неизменными (или мало изменяться) при измерении статических деформаций вплоть до максимальных температур применения. Тензодатчики должны иметь следующие характеристики: низкий и стабильный температурный коэффициент сопротивления во всем интервале температур; высокое и стабильное удельное сопротивление; высокую коррозионную стойкость поверхностного слоя; постоянство структуры; повышенная степень защиты от окружающей среды; высокая точность (комбинированная ошибка - 0,02%); повышенная допустимая и предельная (разрушающая) нагрузки; устойчивость к динамическим перегрузкам (вертикальным и боковым) [2].

### Литература

1. Шарапова, В. М. Датчики: Справочное пособие. / В. М. шарапова, Е. С. Полищука. – М., «Техносфера», 2012. – 17 с.
2. Тематический отраслевой сборник трудов № 10. Конструкционные материалы на основе углерода. – М., «Металлургия», 1975. – 184 с.



## КОМБИНИРОВАННЫЙ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИЙ АППАРАТ

Студентка гр. ПБ-12 (бакалавр) Махия Н.В., студентка гр. ПБ-32м  
(магистрант) Прендюк О.С.

Канд. техн. наук, доцент Терещенко Н.Ф.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Физиотерапевтические аппараты широко используются как в лечебных целях, так и при профилактике в повседневной жизни. Самые популярные направления применения это УВЧ-терапия, ультразвуковая терапия, магнитотерапия, лазерная терапия и термотерапия. Выпускаются и физиотерапевтические аппараты для домашнего применения.

В последнее время широкое распространение получили метод одновременного применения в процедуре физиотерапии действия магнитного поля в комбинации с низкоэнергетическим лазерным излучением.

Лазерное излучение оказывает противовоспалительное, анальгезирующее воздействие, накопление АТФ, синтез белка и коллагена. Магнитное излучение оказывает эффект снижения давления, уменьшается адгезия и агрегация.

Одновременное применение магнитного поля и лазерного излучения дает возможность получить более выраженный эффект в сжатые сроки.

Проведены исследования магнито-лазерной физиотерапевтической аппаратуры на основе аппарата МВТ-01 МТФ. Для него было разработано новый датчик, изменена переходная втулка держащая диод [1].

Нами проведены исследования влияния лазерного излучения с интегральным контролем действия путем оценки изменения температуры в зоне излучения и предложена перспективная аппаратная реализация[2].

Следовательно, внедрение адаптивных магнито-лазерных аппаратов, обеспечивающих контроль основных параметров действия во время процедуры, может обеспечить более точную и эффективную процедуру. В настоящее время развитие и внедрение новых технологий растет. Поэтому эта отрасль требует еще многих исследований с разного рода тканями.

### Литература

1. Патент України № 92434 / Терещенко Н.Ф., Прендюк О.С., Махия Н.В. Аппарат лазерной терапии и облучения крови // Бюл.№ 15, 11.08. 2014 г.

2. Патент Украины на полезную модель № 92433 / Терещенко Н.Ф., Тимчик Г.С., Печена М.Р., Прендюк О.С., Махия Н.В. Автоматизированный комбинированный физиотерапевтический аппарат. //Бюл.№15 від 11.08.2014.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ОБРАБОТКИ ВИНТОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КРЕПЕЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Миранович А.С., Монич С.Г.

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

Белорусский национальный технический университет

Сущность модификации винтовых поверхностей заключается в обработке поверхности между двумя соседними выступами одного витка резьбы. Необходимо, чтобы электрод-инструмент, которому сообщается колебательное движение, успел обработать это пространство. Для этого необходимо согласовать перемещение столика с электродом инструментом и вращение патрона с заготовкой. На рисунке 1 показана схема обработки заготовки.

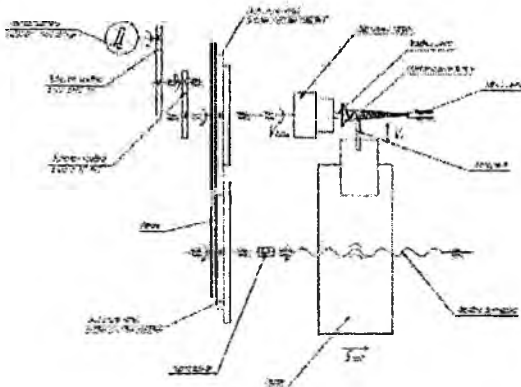


Рис. 1. Кинематическая схема экспериментальной установки для ЭКО

Вращение патрона с заготовкой и перемещение столика с электродом-инструментом можно согласовать при помощи редуктора, в которой будет включена зубчатая и ременная передачи. Все работает от одного электродвигателя.

Установка работает следующим образом: заготовка устанавливается в передний неподвижный центр и задний подвижный центр. Передний неподвижный центр закреплен в сверлильный патрон, который закреплен на ведущем валу и которому сообщается вращательное движение.

## ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ОГРАНОЧНОЕ

Студент гр.113910 Москалева Н.Н.

Канд. техн. наук, доцент Луговой В.П.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время все большее внимание уделяется повышению производительности, точности, совершенствованию оборудования и оснастки. В связи с этим особое внимание нужно уделить проектированию станков, приспособлений и применению в них конструктивных элементов, способствующих повышению производительности без снижения точности обработки. Одним из видов работ в ювелирном производстве является обработка камня. Большинство используемых вставок в ювелирных украшениях – ограненные камни. В связи с этим серийное производство ограненных камней требует применения специальных устройств, обеспечивающих снижение трудоемкости их изготовления.

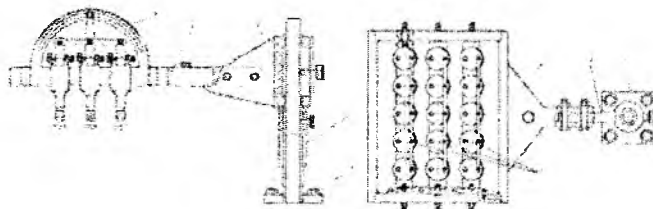


Рисунок 1 – Многочестное приспособление для огранки камней

Предлагаемое приспособление к станку с шлифовальной планшайбой позволяет осуществить одновременную обработку пятнадцати камней. Оно выполнено в виде подъемно-опускной, скользящей по вертикальному пальцу рамы, в которую вмонтированы поворотные на осях блоки, несущие поворотные шпиндельные оправки с приклеенными обрабатываемыми камнями. Упором для рамы служит регулируемая резьбовая втулка, навинченная на палец. На рисунке 1 изображено предлагаемое приспособление в двух проекциях. Рама приспособления располагается в рабочем состоянии параллельно плоскости планшайбы. На нее монтируются три блока специальных шпиндельных оправок, содержащие по пять оправок. Заготовка вместе с оправкой закрепляется в цанге и может вращаться вокруг своей оси на 360°.

## **МНОГОПАРЕМЕТРОВАЯ СИСТЕМА ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ КИПЯТИЛЬНЫХ ТРУБ ПАРОВОГО КОТЛА ТИПА ДКВР**

Студент гр. ПК-11 (бакалаврат) Наскромнюк М.Б.

Ассистент кафедры ПСНК Лысенко Ю.Ю.

Киевский национальный технический университет

Паровые котлы типа ДКВР наиболее распространены в Украине. Однако практически все котлы, которые сегодня эксплуатируются в Украине, давно исчерпали свой ресурс и требуют выполнения проверки состояния материала их конструкций с целью определения остаточного ресурса прочности и допуску их к эксплуатации. Согласно Положению Минпромполитики Украины о техническом диагностировании котлов такого типа предусмотрено выполнение выборочного контроля состояния материала элементов теплонагревательных конструкций путем вырезания окон и визуальной проверки материала этих вырезов на стойкость к коррозии.

Методика проверки предусматривает практически выборочный разрушительный контроль, и не дает представления о состоянии материала конструкций в любой другой области их поверхности. К тому же существующая методика не предусматривает абсолютную проверку состояния наиболее опасных элементов конструкции котла - кипяtilьных труб, материал которых выдерживает высокие температурные нагрузки и давление перегретого пара.

Целью работы является возможность контролировать вихрековым методом неразрушающего контроля состояния именно кипяtilьных труб по всей длине, с регистрацией результатов контроля с помощью компьютерных средств.

Основными параметрами такого контроля должны быть толщина накипи на стенках кипяtilьных труб и коллекторов, а также наличие дефектов внутренней структуры материала за счет коррозии и трещин усталости материала.

Одновременное определение толщины накипи на стенках кипяtilьных труб и наличия дефектов структуры материала этих труб реализуется на основе алгоритмов вихре токового багатопараметрового контроля.

В работе рассмотрен принцип работы многопараметровой системы вихрекового контроля которая позволяет контролировать зазор (толщину накипи) и наличие дефектов (трещин усталости материала).

Ключевые слова: неразрушающий контроль, вихре токовый многопараметровый метод, контроль кипяtilьных труб.

## К ВОПРОСУ ПРО ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА РЕДУКТОРА ЗАДНЕГО МОСТА

Студент гр. ПБ-11 Несвит П.А.

Ассистент Матвиенко С.Н.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

В работе рассмотрены особенности ремонта редуктора заднего моста в условиях современной эксплуатации транспортных средств.

Редуктор заднего моста – это механизм, который подает сигнал крутящему моменту и со временем требует регулировки.

При небольшой скорости и с большой нагрузкой может возникнуть поломка с характерным звуком. В большинстве случаев это дефект зубьев шестерни. При обнаружении дефекта зубьев шестерни необходимо заменить деталь на новую. При незначительных повреждениях достаточно заточить зубья и отполировать деталь. При замене регулировочного кольца замеряем габариты ведущей шестерни и регулировочного кольца. Для того чтобы определить, какой толщины должно быть новое регулировочное кольцо, нужно измерить старую и новую шестерни, отнять от размера новой детали размер старой, а затем разделить на 100. Тогда, старая деталь обозначена цифрой «8», а новая «-3», то получим следующий математический пример:  $3 - (-8) = 11$ . Далее:  $11:100 = 0,11$  мм. То есть новое регулировочное кольцо должно быть на 0,11 мм меньше старой детали [1].

При ремонте редуктора есть важные особенности, которые нужно выполнять для дальнейшей качественной работы деталей. Одна из них - это утечка масла, которая может быть вызвана ослаблением болтов, крепящих картер. Для устранения поломки необходимо перед установкой шестерен или подшипников правильно выбрать толщину пакета регулируемых прокладок.

При анализе механизма также были рассмотрены такие неисправности, как повышенный шум при разгоне или торможении. Причин таких неисправностей может быть много, например: недостаточное количество масла, неправильная сборка после ремонта, развинчивание винтов а также деформация деталей.

### Литература

1. ВАЗ-2101, 2102. Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту. – М.: Издательский Дом Третий Рим, 2008. – С. 208 – 212.

## УСТАНОВКА ДЛЯ ТОНКОГО ШЛИФОВАНИЯ ШАРИКОВ

Студентка гр. 113911 Пазыко С.В.

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

Белорусский национальный технический университет

Недостатком традиционного способа шлифования шариков, обрабатываемых в коническом отверстии, при контакте с круглой планшайбой, является медленное изменение положения заготовок относительно инструмента. Переориентация шариков в пространстве происходит, в основном, в результате вибрации в технологической системе. Закономерное изменение положения мгновенной оси вращения шарика достигается на установке, схема которой представлена на рис. 1.

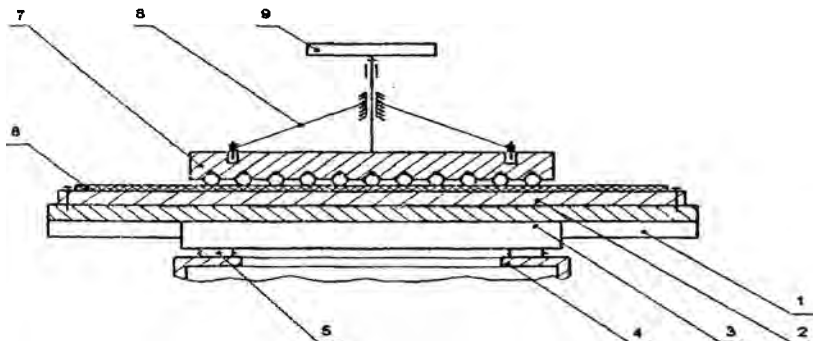


Рисунок 1 – Схема установки

Прямоугольная планшайба 2, имеющая эластичное покрытие 6, установлена на столе 1, который перемещается возвратно-поступательно в продольном направлении со скоростью  $V_{\text{прод}}$  по направляющим каретки 3. В конце каждого хода каретка перемещается в поперечном направлении по роликам 5 относительно станины 4 на строго определенную величину. Величина поперечного смещения  $S_{\text{поп}}$  определяется из зависимости: 
$$S_{\text{поп}} = \frac{\pi d_{\text{ш}}}{4} n,$$
 где  $d_{\text{ш}}$  - диаметр обрабатываемых шариков;  $n$  - нечетные числа из ряда 1,3,5... Верхний инструмент 7 представляет собой плиту прямоугольной формы с коническими отверстиями для размещения шариков. Давление создается грузом 8, установленным на вилке 8. Поперечное перемещение верхнего инструмента дает возможность при каждом обратном ходе нижнего инструмента обеспечивать контакт конической поверхности отверстия с участками сферы, не обработавшиеся при прямом ходе.

## СТОЛ ТОМОГРАФИЧЕСКИЙ

Студент гр. 113710 Передерин Е.А.

Ст. преп. Минченя Н.Т.

Белорусский национальный технический университет

Томография является диагностическим методом, используемым в современной медицине. Современная томография представлена высокотехнологичным оборудованием, в состав которого входит множество подсистем, каждая из которых выполняет свою функцию [1]. Одним из вспомогательных технических средств, с помощью которых производится томография, является стол. Стол томографа, чаще всего, выполняется фирмой производителем, поставляется вместе с томографом, и в результате монтажа жестко связывается с системой основной катушки или гентри. Стол томографический предназначен для позиционирования исследуемого объекта и удержания его в заданном положении в области обследования относительно изоцентра системы. Цель применения стола – снижение ошибки позиционирования, оперативная работа персонала, снижение времени на обследование каждого пациента [2].

Отличительной особенностью разработанного стола томографического является наличие специальных разъемов для использования вспомогательного оборудования, что снижает время на обслуживание аппарата между приемами пациентов, время на подготовку аппарата перед исследованием, а также повышает производительность работы в целом. Кроме того, варианты конструкции предусматривают применение мобильного стола, который позволил бы производить обследование тяжело больных, а также пациентов, находящихся в критическом состоянии (отсутствует необходимость «перекладывать» пациентов с каталки на стол). Одним из преимуществ новой конструкции является улучшенная возможность считки томографа, после обследования тяжелобольных с различного рода припадками (в стол могут попадать рвотные массы, физиологические выделения и т.п.). Управление столом производится аналогично современным конструкциям, присутствует следящая за положением стола система, корректирующая положение пациента в режиме реального времени.

### Литература

1. Официальный сайт Ростовского научно-исследовательского онкологического института. Раздел МРТ и ФУЗ в онкологии. [Электронный ресурс] – Ростов, 2014. Режим доступа: <http://mri-exablate.ru/diagnostika/mrt-segodnya/portfolio-signa-ge/signa-kak-ona-est>. Дата доступа: 12.11.2014.
2. Марусина М.Я., Казначеева А.О. Современные виды томографии. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. – 132 с.

## АППАРАТ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОКТЕЙЛЕЙ

Студент гр.113220 Пилипенко А.О.

Ст. преп. Самойлова М.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 пропорция, что с чем нужно смешивать, а ведь для приготовления коктейля в домашних условиях не потребуется какая-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.



Аппарат работает на электрической энергии от сети или аккумулятора. В качестве энергии в дальнейшем можно использовать солнечную энергию и брать переносной аппарат с собой на пляж. Так же в будущем возможно внедрение аппарата в повсеместную жизнь человека, устанавливая аппарат в магазинах, учебных зданиях, парках где человек всегда сможет побаловать себя только, что свежо-выжатым фрешем или кислородным коктейлем.

Коктейли – это не только прекрасный способ провести вечер в дружеской компании, но и настоящее удовольствие для детей, когда речь идет о безалкогольных напитках.



## СТОЛ ОПЕРАЦИОННЫЙ ОРТОПЕДИЧЕСКИЙ

Студентка гр. 113710 Подчасова И.В.

Канд. техн. наук, доцент Минченя Н.Т.

Белорусский национальный технический университет

Одно из самых востребованных медицинских направлений – хирургия. Работа врачей этого профиля часто требуется для лечения самых разнообразных заболеваний, и успешный исход операций зависит не только от квалификации доктора, но и от применяемых технологий, качества медицинского оборудования. Неотъемлемым элементом оснащения операционных кабинетов является качественный операционный стол.

Ортопедический операционный стол позволяет придать больному в любой его части тела такое положение, которое обеспечивает удобное оперирование, любое перемещение конечностей без нарушения стерильности, вытяжение и противовытяжение с силой, достаточной для устранения захождения костных отломков, а также дает возможность наложить гипсовые повязки без перемещения больного.

Ортопедический стол - сложная цельнометаллическая конструкция, снабженная механизмами, с помощью которых возможны взаимное перемещение деталей и закрепление их в нужном положении. Персонал операционной должен уметь обращаться с ортопедическим столом, чтобы в любой момент выполнить команду хирурга и придать больному то положение, которое нужно по ходу операции.

Основными элементами стола являются следующие элементы:

- а) основание с гидроприводом внутри для плавного подъема и опускания стола. Подъем можно производить как механически - при помощи педалей, так и при помощи электрического привода.
- б) панель стола, состоящая из отдельных секций, которые могут менять положение одна относительно другой.
- в) дополнительные приспособления (тазовые подставки, стойка, подвесной столик и др.), размещаемые на передвижной стойке.

Разработанный ортопедический операционный стол позволяет повысить точность регулирования и уменьшить время подъема стола за счет использования электрогидравлического привода подъема. Позволяет проводить рентгеноскопический (графический) контроль во время операции.

### Литература

1. ГОСТ 26161-89 Столы операционные. Общие технические требования.

## ОРТОПАНТОМОГРАФ

Студент гр. 113710 Потепалов П.О.

Канд. техн. наук Степаненко Д.А.

Белорусский национальный технический университет

На сегодняшний день стоматология, челюстно-лицевая хирургия и отоларингология (ЛОР) при постановке точного диагноза не могут обойтись без рентгенодиагностического оборудования. Рентгенологические методы исследования являются ведущими в диагностике заболеваний зубо-челюстно-лицевой области и ЛОР органов благодаря своей достоверности, общедоступности и высокой информативности.

Самым распространенным методом рентгеновской диагностики в стоматологии является исследование с помощью цифрового ортопантомографа (ортопантомограмма, орторадиальная панорамная томография), позволяющее получить одномоментное изображение всей зубочелюстной системы. Ортопантомограф – это рентгеновский аппарат для панорамной съемки всей челюстной зоны и челюстных суставов. При использовании данного метода рентгеновского обследования мы получаем плоское изображение изогнутого слоя верхней и нижней челюсти, гайморовых пазух, что создает определенные сложности в диагностике заболеваний зубо-челюстно-лицевой системы.

К преимуществам ортопантомографии относятся:

- достаточная информативность на одном плоском рентгеновском снимке;
- дешевизна и простота данного метода;
- получение одномоментного плоского изображения всей зубочелюстной системы;
- относительно малая лучевая нагрузка.

Основными рабочими элементами являются рентгеновская трубка, находящаяся в свинцовом корпусе с коллиматором, и детектор. В связи со сложной формой челюсти человека, рентгеновская трубка и детектор должны перемещаться в горизонтальной плоскости по двум координатам. Это обеспечивается узлом, состоящим из двух передач винт-гайка и двух шаговых двигателей, находящихся в верхней части аппарата.

### Литература

1. ГОСТ 26140-84 Аппараты рентгеновские медицинские. Общие технические условия.

## **КОНТРОЛЬ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРОГРАМНО-АППАРАТНЫМ КОМПЛЕКСОМ**

Студентка гр. ПБ-32м (магистрант) Прендюк О.С.

Студентка гр. ПБ-12 (бакалавр) Махиня Н.В.

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

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

На практике известны случаи передозировки при тех же параметрах лазерной терапии которые оказывали только положительный эффект на пациентов с аналогичной болезнью.

Все системы и органы нашего организма находятся под постоянным нервно-гуморальным контролем. Тесный симбиоз симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы и гуморальных влияний обеспечивает достижение оптимальных результатов в плане адаптации к изменяющимся условиям внутренней и внешней среды. Отклонения, возникающие в регулирующих системах, предшествуют энергетическим, метаболическим нарушениям и являются первым прогностическим признаком неблагополучия здоровья пациента. Сердечный ритм является индикатором этих отклонений, а потому исследования вариабельности сердечного ритма (ВСР) имеют важное прогностическое и диагностическое значение [1]. Осуществлен контроль при лазерной терапии, характеристик ВСР в режиме реального времени с помощью программно-аппаратного комплекса для анализа ВСР – датчик регистрирует ЭКГ и температурную проводимость в первом стандартном отведении и выделяет RR-интервалы, а их численные значения передает на принимающее устройство, где идет их обработка и детальный анализ.

С помощью тепловизора "MobiR M3" измеряется зависимость температуры от значения параметров лазерного излучения.

Проведены исследования изменений параметров ВСР и температуры биологического объекта под действием лазерного излучения. На основе полученных результатов разработан терапевтический комплекс - рабочее место врача-физиотерапевта [2].

### **Литература**

1. Михайлов В.М. "Вариабельность ритма сердца. Опыт практического применения метода". – Иваново, 2000. – 200 с.
2. Патент Украины на полезную модель № 92433 // Терещенко Н.Ф., Тимчик Г.С., Печена М.Р., Прендюк О.С., Махиня Н.В. Автоматизированный комбинированный физиотерапевтический аппарат. //Бюл.№ 15 від 11.08.2014.

## СТЕНД ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЯ ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНЫХ КОНЦЕВЫХ МЕР ДЛИНЫ

Радевич А.А.

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

Белорусский национальный технический университет

Обеспечение высоких темпов развития промышленного комплекса Республики Беларусь связано с повышением технического уровня производства, его механизацией и автоматизацией, дальнейшим совершенствованием существующих и внедрением качественно новых, высокоэффективных технологических процессов и оборудования.

Одна из важных частей процесса производства деталей – контрольные операции. Для осуществления контроля используется измерительное оборудование. Для того, чтобы обеспечить точность и качество измерений, оборудование должно проходить поверку. Поверка измерительных приборов осуществляется с помощью широкого спектра устройств от простейших до сложных измерительных систем.

Образцовые КМД используются на предприятиях для поверки рабочих КМД. Поверка образцовых мер производится на специальном оборудовании с большой точностью. Это довольно трудоемкий процесс, и его ускорение и облегчение труда оператора является важной задачей. Т. к. концевые меры используются повсеместно, задача разработки оборудования для поверки, которое соответствовало бы высоким требованиям представляется весьма актуальной. Такими требованиями могут быть: требования точности и надежности, требования к автоматизации процесса поверки и сопутствующих операций, требования к простоте конструкции и максимальному удешевлению себестоимости, требования к эргономике.

Основной целью проекта является разработка конструкции установки для поверки концевых мер длины.

Задачи: улучшение технических и метрологических характеристик и повышение уровня механизации и автоматизации при работе, упрощение и удешевление конструкции.

При выполнении проекта достигнуты следующие результаты:

- 1) Разработана конструкция установки для поверки концевых мер.
- 2) Произведены расчеты подтверждающие работоспособность и надежность изделия.

### Литература

1. ГОСТ 9038-90. Меры длины концевые плоскопараллельные. Технические условия. Введ. 01.07.1991. – М. Издательство стандартов, 1991. – 16с.

## **МЕТОДИКА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ОБРАБОТКИ НОВЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Студент гр. ПБ-31м (магистрант) Сергиенко О.А.

Канд. техн. наук, доцент Выслоух С.П.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

В современном приборостроении для достижения высоких показателей качества приборов в условиях постоянного обновления и расширения номенклатуры выпускаемой продукции большое значение имеет способность предприятий отрасли быстро осваивать изготовление новых изделий, которые отличаются по многим признакам. Поэтому важно, чтобы предприятие имело возможность быстро переключиться на изготовление новой продукции в кратчайшие сроки. Перспективной в этом направлении выглядит разработка систем проектирования, которые позволяют быстро определять наилучшие условия изготовления новой продукции.

Для решения таких задач предлагается методика выбора оптимальных условий обработки деталей из новых конструкционных материалов путем применения методов распознавания образов.

Согласно этой методике методами кластерного анализа осуществляется группирование множества конструкционных материалов, которые используются на предприятии, за близостью их характеристик. Методами дискриминантного анализа определяются классификационные функции для каждой группы материалов. Далее устанавливается классификационная группа материалов, к которой относят новый материал. В этой группе материалов выбирается материал-аналог обрабатываемого материала путем расчета меры их близости. Методы обработки и режимы резания, которые взяты для материала-аналога, уточняются для нового конструкционного материала с учетом его реальных его характеристик.

Предлагаемая методика может быть полезна для предприятий, которые для изготовления изделий используют материалы с нестандартными физико-механическими характеристиками и химическим составом. Методика позволит быстро определять условия обработки новых материалов, ускорить разработку технологических процессов, повысить качество обработки деталей из новых конструкционных материалов и сократить расходы на проведение экспериментальных исследований.

## ХОДУНКИ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ

Студентка гр. 113711 Синявская Е.Н.

доцент Габец В.Л.

Белорусский национальный технический университет

Ходунки -- приспособления, предназначенные для реабилитации людей с ограниченными возможностями. Они используются для самостоятельного передвижения людей с проблемами опорно-двигательного аппарата. Особенная потребность в ходунках возникает на этапе реабилитации, когда человек физически окреп и может уже частично контролировать мышцы ниже уровня поражения, либо пробовать ходить в специальных тьюторах. При передвижении они помогают держать равновесие, дают устойчивость, а в некоторые виды ходунков есть возможность садиться на них для отдыха [1].

Конструкции ходунков очень просты и представляют собой четырехконечную раму из легких металлических трубок, в основном алюминиевых, которые оборудуются ручками для опоры. На сегодняшний день разнообразие ходунков очень велико.

Ходунки для взрослых и инвалидов бывают:

- Стационарные. Данный вид ходунков позволяет уменьшить нагрузку на ноги и удерживать равновесие во время шага. Минус таких ходунков в том, что их необходимо переставлять полностью, а это не совсем удобно.

- Шагающие или передвижные. Конструкция выполнена так, что каждую часть ходунков можно переставлять по очереди, держась при этом за них, что дает большую уверенность, и комфорт передвижения. Шагающие ходунки бывают складные и нескладные, первые более компактные, также есть модели с регулировками.

- Ходунки на колесиках. Такие модели имеют колеса от 2 до 4 штук и тормоза, могут быть оборудованы местом для сидения. Их основной недостаток габариты и соответственно проблемы при перевозке.

От правильного выбора ходунков будет зависеть удобство и комфорт передвижения, если неправильно подобрать ходунки, то человек будет быстро утомляться и эффект от реабилитации будет мал. Высоту необходимо подбирать так, чтобы руки при упоре на ходунки были прямыми, если руки будут согнуты, то они будут быстро утомляться.

### Литература

1. Блог о реабилитации инвалидов. – Москва. 2014. – <http://www.tvoishag.com>

**АВТОМАТ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ВЫВОДОВ**

Студент Сорока В.В.

Канд. техн. наук Есьман Г.А.

Белорусский национальный технический университет

Монтажная микросварка применяется при монтаже кристаллов ИМС с помощью золотых и алюминиевых выводов. Процесс УЗ-микросварки основывается на введении механических колебаний УЗ-частоты в зону соединения, что приводит к пластической деформации приконтактной зоны, разрушению и удалению поверхностных пленок с созданием атомно-чистых поверхностей, что интенсифицирует процесс образования активных центров и тем самым приводит к образованию прочного сварного соединения без большой пластической деформации свариваемых деталей. Для обеспечения высокого качества и воспроизводимости ультразвуковой сварки важно: обеспечение заданной микрогеометрии поверхности контактных площадок; оптимизация технологических параметров УЗ-микросварки методом математического моделирования; разработка новых способов микросварки с активацией процесса физико-химического взаимодействия контактирующих металлов. УЗ-микросварка позволяет соединять без значительного нагрева самые разнообразные металлы (алюминий, медь, никель, золото, серебро), а также металлы с полупроводниковыми материалами. Выполнение проволочного соединения контактной площадки на кристалле с траверсой корпуса требует наряду со сварочными операциями действий по совмещению инструмента с местом сварки на кристалле и корпусе схемы. Установки могут быть оснащены специальным инструментом для сварки плоской лентой, что особенно важно в силовой микроэлектронике, где существует необходимость в повышении значений максимально допустимого тока и предъявляются особые требования к жесткости соединения при одновременном сохранении прежних размеров корпуса.

В данной работе рассматривается автомат присоединения выводов для приварки проволочных выводов из алюминия к контактным площадкам кристалла и корпуса методом ультразвуковой сварки.

## СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ИНВАЛИДНЫХ КОЛЯСОК

Студент гр. 113715 Талейко Д.И.

Доцент Габец В.Л.

Белорусский национальный технический университет

Инвалид – человек, у которого возможности его личной жизнедеятельности в обществе ограничены из-за его физических, умственных, сенсорных или психических отклонений. Транспортное средство инвалида – это важная часть его жизни, поэтому разработка и внедрение в производство кресел-колясок является неотъемлемой частью программы по реабилитации инвалидов. Испытания, в соответствии с [1], дают важную информацию о технических характеристиках коляски, что позволяет выявить и исправить недостатки на раннем этапе производства.

Разработанный стенд предназначен для проверки статической устойчивости и ходовых характеристик кресел-колясок. Стенд применяется на заводах, занимающихся изготовлением инвалидных кресел-колясок.

Основной целью стендовых испытаний является определение и контроль сопризываемости элементов конструкции разрушению, доводка систем для приведения надежности в соответствие с требованиями и установленными нормами; изучение и контроль рабочих процессов для обеспечения их стабильности и безотказной работы агрегатов, получение выходных характеристик в соответствии с установленными нормами.

При проведении испытаний, коляска устанавливается и закрепляется на стенде, состоящем из двух вращающихся цилиндрических барабанов диаметром 250 мм. При испытании кресла-коляски с ручным приводом линейная скорость поверхности вращения заднего барабана испытательного стенда должна быть  $(1,0 \pm 0,1)$  м/с. Испытание кресел-колясок на усталостную прочность продолжают до тех пор, пока задний барабан испытательного стенда не сделает 200000 оборотов. После проведения испытаний проверяют функционирование кресла-коляски, для чего определяют:

- а) усилие, необходимое для перемещения кресла-коляски;
- б) возможность кресла-коляски складываться;
- в) возможность снятия и установки сменных элементов;
- г) возможность регулирования элементов.

Обнаруженные повреждения регистрируют в специальном журнале.

### Литература

1 СТБ ГОСТ Р 51081-2003 (ИСО7176-8-96) «Кресла-коляски. Статическая ударная и усталостная прочность. Технические требования и методы испытаний».



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЮВЕЛИРНЫХ УКРАШЕНИЯХ

Студент гр.113910 Тверезый В.С.

Канд. техн. наук, доцент Дроздов А.В.

Белорусский национальный технический университет

В современном мире имеется множество примеров неординарного использования изделий взятых из различных областей науки, дизайна и технологии. Ювелирное дело, не смотря на сложившиеся многовековые традиции, должно тоже двигаться в ногу со временем. Поэтому одна из задач современного ювелирного производства – соединить в себе традиции прошлого и инновации современного мира. Одним из решений этого вопроса- является применение электронных элементов в ювелирных украшениях. В данной работе был разработан технологический процесс производства гарнитуры женских украшений «Муза». Набор «Муза» включает в себя кольцо и серьги, выполненные из золота 585-й пробы. В кольцо и серьгах имеются декоративные вставки из аметиста ограненного в форме овального кабошона, закрепленного с помощью крапанов. Также в кольцо имеются вставки из кварца выполненные в форме кабошона капельки. С тыльной стороны кольца установлен светодиод и наклеено световолокно, концы которого выводятся наружу через отверстия в кольцо. Светодиод питается от батарейки которая установлена в гнезде. Серьги оснащены английским замком к которому присоединены с помощью кольца. Это наиболее подходящий вариант застежки на данные сережки т.к замочек обеспечивает необходимую надежность и прекрасно комбинируется с общей тематикой изделия. Серьга состоит из литого корпуса в котором имеется место под вставку кабошона – крапановый каст. Конструкция соединена с замочком по средством колец. Верхнее кольцо припаяно к швензе к которой с помощью штифта присоединяется крючок. В крючке имеется специальное отверстие, в которое продевается швенза для фиксации серьги в ухе. К низу корпуса серьги припаиваются декоративные элементы в виде лепесточков. Основная идея- мир флоры. Поскольку мир флоры поражает своим изобилием форм, красок, красотой, неповторимостью, выразительностью и нежностью своих созданий ,это находит отражение практически во всех областях современной жизни, не исключение и ювелирный мир. На протяжении всей истории человечества мастера постоянно черпают вдохновение из мира природы. Изящные формы цветов идеально подходят для ювелиров ведь они полностью отражают самую суть ювелирного дела -изящность и миниатюрность, нежность и привлекательность. Украшения созданные на основе цветов придают неповторимый шарм и элегантность и сочетаются практически со всеми стилями в одежде.

## **КОНТРОЛЬ ПРУЖИН НА ОСНОВЕ МЕХАНО-АКУСТИЧЕСКОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ**

Студент гр. ПБ-31м (магистрант) Томашук А.С., аспирант Бабченко А.В.  
Профессор Румбешта В.А.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

В современном приборостроении большую роль придают точности сборки и качества изделий. Но при изготовлении деталей для приборов не исключается и брак. Так для проверки точности и качества деталей используются специальные методы контроля.

Повышение качества и снижение трудоемкости контроля - являются основными задачами комплексного совершенствования производства. Успешное решение этой задачи невозможно без дальнейшего улучшения средств контроля качества продукции, внедрение в производство автоматизированных средств контроля, особенно в приборостроении.

Обычно в диагностических исследованиях выделяют разрушающий и неразрушающий контроль. В приборостроении преимущественно используется неразрушающий контроль, методы которого очень разнообразны. Среди них: визуальный (наиболее простой), инфракрасный, магнитный, акустический, вибрационный, электрический и др.

Методы неразрушающего контроля обеспечивают определение пребывания дефектов в материале изделия без его разрушения, путем взаимодействия физического поля или вещества с объектом контроля.

По сравнению с другими методами неразрушающего контроля акустическая дефектоскопия имеет важные преимущества: высокую чувствительность к наиболее опасным дефектам типа трещин и пор, большую производительность, возможность вести контроль непосредственно на рабочих местах без нарушения технологического процесса и низкую стоимость контроля.

Целью является совершенствование методологии контроля качества изготовления пружин сжатия, разработка механо-акустического метода измерения и диагностики для оценки технического состояния всей партии упругих элементов.

Предложенный новый метод механо-акустического контроля требуемого качества пружин проводится за счет межкристаллического трения в теле упругих элементов и появления в результате этих преобразований акустической эмиссии, которая позволяет проводить быстрый, эффективный контроль качества пружин всей партии пружин, а не выборочно, как в настоящем производстве.

## ПИЛА САБЕЛЬНАЯ

Студент 113220 Тумченок М.Л.

Канд. техн. наук, доцент Зайцева Е.Г.

Белорусский национальный технический университет

Сабельная пила – пила, с рабочим органом в виде пластины, движущейся возвратно-поступательно, и приводимая в движение от электродвигателя. Сабельная пила предназначена для тех же целей, что и обычная пила. Сабельные пилы бывают бытовые, полупрофессиональные и профессиональные. Главное отличие бытовой пилы от профессиональной заключается в том, что она рассчитана на меньшие нагрузки и объем работ. Электроножовки бытового класса предназначены для использования в домашних условиях. Такие пилы комплектуются несколькими пилящими полотнами. Обычно, это два комплекта, состоящие из двух-четырех универсальных пил, пригодных для грубой и точной распиловки большинства распространенных материалов. Полупрофессиональные электроножовки больше по размеру, имеют более высокую производительность и мощность. Они рассчитаны на работу до 4 часов в день. Профессиональные пилы обладают высокой мощностью, имеют большой ресурс и изготавливаются из прочных и износостойких материалов (например, имеют хромированную поршневую группу). Профессиональный инструмент рассчитан на использование по 6-10 часов в сутки.

В основном габариты сабельной пилы зависят от используемого электродвигателя и механизма преобразования. Поэтому если использовать новый вид привода (например электромагнит), который будет преобразовывать сразу же электрическую энергию в механическую(возвратно-поступательное движение) можно уменьшить размеры и увеличить КПД и мощность пилы. Все сабельные пилы работают на электрической энергии от сети или аккумулятора. В качестве энергии в дальнейшем можно использовать солнечную энергию или преобразовывать тепло человека в электрическую энергию. Так же во время работы пилы много тепла выделяется при трении режущего полотна об обрабатываемый материал. Эту энергию можно использовать в полезных целях.Для пиления дерева и металла используются разные полотна. При изобретении нового материала, можно будет использовать универсальные полотна. Так же возможен переход от плоских плохо гнущихся полотен к проволоке. Проволоку можно изгибать в различных направления и пилить в труднодоступных местах. Возможно так же нагревать или подавать ультразвук на полотно или проволоку для повышения производительности.

## **МОДУЛЬ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ РЕГИСТРАЦИИ СПЕКТРОВ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ**

Студент ф-та РФиКТ (3 курс) Хатько В.В.  
Студент ф-та РФиКТ (4 курс) Атрещенков В.А.  
Мл. научн. сотр. Романов И.А.  
Белорусский государственный университет

Спектрофотометрические приборы состоят из трех основных частей: оптической, механической и электрической. Поскольку в ранее выпускаемых спектрофотометрических приборах оптическая и механическая схемы удовлетворяют требованиям к аналогичным приборам настоящего времени, их можно оставить без значительной изменений, и на их базе реализовать разработку электроизмерительной части на современном уровне для автоматизации процесса измерения [1]. В данной работе модуль измерения и автоматизации разработан как независимое устройство. Модуль позволяет проводить измерения в автоматическом режиме с передачей данных на компьютер по протоколу UART (RS-232). С его помощью можно проводить как модернизацию ранее выпускаемых спектрофотометрических приборов, так и изготавливать новые приборы на основе современных компонентов.

Задача состояла в согласованном управлении шаговым двигателем и системой оптической регистрации. Предлагаемая схема модуля измерения и автоматизации включает аппаратную и программную части. Аппаратная часть содержит: ARM микроконтроллер STM32F100RB; шаговый двигатель (ШД) с силовым блоком; микросхему-драйвер ШД; фотодиод S2387-16R фирмы "Hamamatsu" с предусилителем. Микроконтроллер осуществляет синхронизацию вращения шагового двигателя и оцифровку сигнала с предусилителя фотодиода.

Программная часть состоит из программы для микроконтроллера и программы для ПК. Основной задачей программы для микроконтроллера является начальная инициализация микроконтроллера и настройка периферийных устройств, таких как UART, АЦП. После инициализации программа микроконтроллера принимает и обрабатывает полученные с АЦП данные и отправляет их на ПК.

Так как в большинстве приборов используется два фотоприемника для различных спектральных диапазонов, то в системе регистрации спектров предусмотрены два независимых канала для каждого из них.

### **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

## ШУРУПОВЕРТ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ

Студент гр.113220 Хвесько В.С.

Канд. техн. наук, профессор Минченя В.Т.  
Белорусский национальный технический университет,  
директор ООО «Ваймикс» Толсташов Д.А.

Шуруповёрт - электроинструмент, предназначенный для закручивания и откручивания болтов, шурупов, гаек, а также, в некоторых случаях и для сверления отверстий, он получил в последнее время широкое распространение во многих областях и без его использования трудно представить ремонтные работы. Данный инструмент предназначен для монтажа различных материалов на стены, потолки и перегородки. Предлагается конструкция шуруповерта автоматизированного для работы в сложных условиях одной свободной рукой не отвлекаясь на установку очередного шурупа на биту, что увеличивает скорость монтажа и уменьшает количество подсобных рабочих.

В данной работе описывается устройство в виде ленточного магазинного приспособления, позволяющего автоматизировать процесс подачи шурупов на ось биты. Шуруповерт состоит из двигателя, редуктора, ограничитель максимального крутящего момента, зажимного патрона и ленточного магазина с шурупами. Магазинное приспособление крепится на корпусе инструмента и представляет собой систему пошагового перемещения специальной ленты с предварительно закрепленными на ней партиями шурупов. При работе с этим инструментом, необходимо включить электродвигатель, прижать торец приспособления к поверхности в необходимом месте и надавливая на корпус шуруповерта переместить битку к установленному шурупу. После срабатывания моментного устройства, шуруповерт отводится от поверхности и пружинный механизм перемещает ленту магазина на один шаг, устанавливая очередной шуруп соосно с битой.

В разработанную конструкцию шуруповерта входит ультразвуковая колебательная система, состоящая из пьезоэлектрического концентратора и импульсного генератора, помещенного в рукоятку. При работе с твердыми породами древесины, для повышения эффективности процесса завинчивания шурупов, включается импульсный ультразвуковой генератор и механические колебания высокой частоты от преобразователя через битку передаются на шуруп. Экспериментальными исследованиями показали, что при завинчивания шурупов одной свободной рукой в твердые породы древесины (например клен, дуб и т.п.), не всегда удается завернуть шуруп без предварительно просверленного отверстия, при работе с ультразвуком вероятность завинчивания достигает 100 %.

## ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АППАРАТОВ МРТ И ЧАСТИЧНОЕ ИЛИ ПОЛНОЕ УСТРАНЕНИЕ ИХ ПОСРЕДСТВОМ ЭКРАНИРОВАНИЯ

Студент гр.04930940 (бакалавр) Хмелевский М.Ю.

Национальный технический институт Украины  
«Киевский политехнический институт»

Процесс томографии человеческого тела, далеко шагнул от получения снимков обследуемых областей рентгеновским излучением, до качественных и детальных снимков в реальном времени с помощью ядерно-магнитного резонанса. Из-за получения обследуемым ощутимой дозы облучения, есть годовое ограничение. Величина получаемого облучения достигает от 1 – 8мЗв а при определенных обстоятельствах и достигать 10мЗв, так как делается не однократные снимки. Допустимая доза такого излучения 15мЗв в год. При обследовании на магнитно-резонансном томографе такого вреда нет, и количество сеансов может быть увеличена по мере необходимости, без риска пере облучить пациента.

Несмотря на многие достоинства, такие как возможность, получить качественные снимки послойной карты любого органа, или всего организма даже в реальном времени, существует ряд недостатков и определенных правил к таким исследованиям. Человек с кардиостимулятором не может быть исследован в аппарате с магнитным полем, превышавшим 5 Гаусс. Временное воздействие аппарата вызывает нагревание тканей, и это ограничивает время обследования. У пациентов, имеющих татуировки, действие мощных магнитных полей, может вызвать ожоги.

В данном докладе предложены варианты частичного или полного экранирования проблемной зоны от воздействия мощных магнитных полей на имплантаты или места повышенной чувствительности, специальными гибкими или твердыми экранами, способствующие уменьшению воздействия. Такие экраны, позволят сильней укрепится МРТ(магнитно-резонансной томографии), и частично или полностью отказать от рентгена.

Рассмотренные варианты позволяют расширить круг лиц, к которым может быть применена томография, уменьшить или избежать болевых ощущений, связанных с наличием у больного имплантата.

### Литература

1. Важенин А. В., Ваганов Н. В. Медицинско-физическое обеспечение лучевой терапии. — Челябинск, 2007.

## УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ АППАРАТА «МИТ-11»

Студент гр. ПБ-12 (бакалаврант) Цокота М.В.

Канд. техн. наук, доцент Терещенко Н.Ф.<sup>1</sup>,

канд. техн. наук Чухраев Н.В.<sup>2</sup>.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»<sup>1</sup>,

«Научно-методический центр «Мединтех»<sup>2</sup>

Аппарат для физиотерапии комбинированный «МИТ-11» предназначен для лечения пациентов с использованием низкочастотного ультразвука (УЗ) и импульсного магнитного поля, в сочетании с оптическим потоком красного и инфракрасного (или синего) спектра для применения в медицинских лечебных учреждениях, санаториях и лечебно-профилактических комплексах. Однако, используемые в серийном производстве ультразвуковые излучатели (УЗИ) не в полной мере обеспечивают широкий диапазон УЗ колебаний 20-1000 кГц с возможностью динамической регулировки интенсивности излучения.

Нами предложен широкополосный ультразвуковой пьезокерамический излучатель (рис.1), представляющий собой ультразвуковой преобразователь, содержащий соединенные шпилькой 5 отражающую накладку 4, активную зону из пьезокерамических кольцевых пластин 9, разделенных контактными электродами 8, и резонатор 3 с накладками 11 и насадкой 13, отличающийся тем, что опирается на втулку 6 с прокладкой 7, которые находятся в корпусе 1 и полый крышки 2, соединенных винтами 10. Электрические провода 14 крепятся к электродам 8, проходят через боковое отверстие во втулке 6 и зажимаются вводом кабеля 12. Данная конструкция обеспечивает широкий диапазон УЗ колебаний с возможностью динамической регулировки интенсивности излучения, имеет высокий показатель упругости, небольшую массу, что удобно при использовании его в косметологии, и более экономично выгодна в изготовлении.

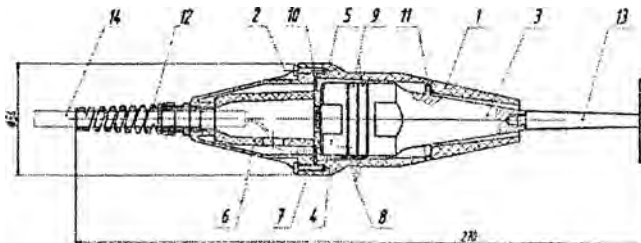


Рис.1 Ультразвуковой пьезокерамический излучатель аппарата «МИТ-11»

## ОПИСАНИЕ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ДИАФРАГМЕННОГО СЧЕТЧИКА ГАЗА

Шаблюк В.В.

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

Белорусский национальный технический университет

Диафрагменный счетчик — счетчик газа, принцип действия которого основан на том, что при помощи различных подвижных преобразовательных элементов газ разделяют на доли объема, а затем производят их циклическое суммирование.

В качестве примера на рисунке изображена принципиальная схема работы диафрагменного счетчика газа.

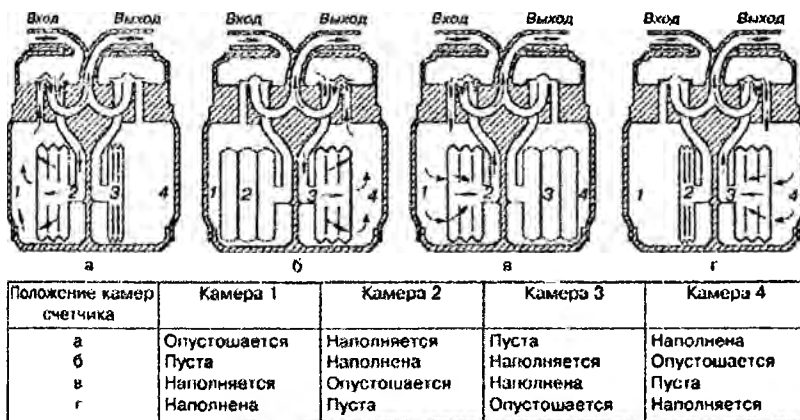


Рис. Принципиальная схема работы диафрагменного счетчика

Процесс повторяется периодически. Счетный механизм подсчитывает число ходов диафрагм (или число циклов работы измерительного механизма). За каждый цикл вытесняется объем газа  $V_{ц}$ , равный сумме объемов камер 1, 2, 3, 4. Один полный оборот выходной оси измерительного механизма соответствует 16-ти циклам.

### Литература

1. Шорников, Е.А. Расходомеры и счетчики газа, узлы учета / Е.А.Шорников / Справочник. – Москва: Политехника, 2003 г. – 127с.
2. Кремлевский, П.П. Расходомеры и счетчики количества / П.П.Кремлевский / – Москва: Машиностроение, 1989 г. – 701 с.



## МАШИНА АВТОМАТИЧЕСКАЯ УПАКОВОЧНАЯ

Студент гр. 113210 Шимчук В.Е

Канд. техн. наук Есьман Г.А

Белорусский национальный технический университет

Упаковочное оборудование применяется в большинстве завершающих процессов промышленного производства от пищевой промышленности до фармацевтической.

Широкое распространение получили автоматы для упаковки в термоусадочную пленку, которые отличаются стабильной производительностью, простотой в эксплуатации, низким уровнем шума, устойчивостью против поломок, они продолжают нормально функционировать даже при большой запыленности, при сильных электромагнитных помехах и резких изменениях температуры.

Термоусадочное оборудование способно выполнять сразу несколько функций: группировать отдельные предметы и оборачивать их в термоусадочную пленку для создания транспортной упаковки.

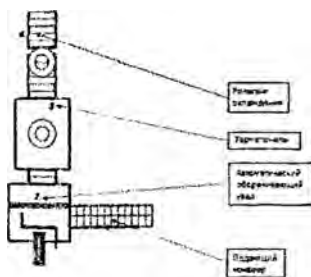


Рисунок 1– Принципиальная схема автомата для упаковки в термоусадочную пленку

Термоусадочное оборудование применяется в пищевой, кондитерской, фармацевтической, парфюмерно-косметической и прочих отраслях, используется также для упаковки различных сувениров, книг, технической продукции, электронных компонентов. Оно может успешно использоваться на предприятиях различных категорий и интенсивности производственного процесса.

## ПРОГНОЗ ТЕНДЕНЦИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СОКОВЫЖИМАЛКИ

Студент гр. 113220 Юденко И.С.

Канд. техн. наук доцент Зайцева Е.Г.

Белорусский национальный технический университет

Соковыжималка – устройство для выжимания сока из фруктов, ягод и овощей.

Первые модели соковыжималок были громоздкие и очень шумные. Они значительно отличались от современных легких и компактных моделей. Первые соковыжималки представляли собой довольно крупные приборы с центрифугой в виде чаши с высокими стенками. Центрифуга крепилась к мотору. В первых моделях не было отдела для жмыха. Он скапливался, и поэтому приходилось довольно часто останавливать работу соковыжималки для удаления жмыха. Чтобы его достать, нужно было почти полностью разобрать прибор. Новые соковыжималки изменили ситуацию. Фирмы-производители постоянно совершенствовали модели. Перед ними стояли две основные проблемы: во-первых, сильная вибрация, во-вторых, выгрузка жмыха. Когда плоды помещали в соковыжималку, то смещался центр тяжести. Прибор начинал сильно вибрировать, его нужно было держать руками, иначе он мог упасть со стола. Из-за сильной вибрации выходил из строя мотор.

Со временем были найдены решения основных проблем. Была уменьшена масса мотора, усовершенствована его конструкция, устройство сита было упрощено, путь фрукта в стакан значительно сократился. Сейчас, работая с соковыжималкой, прилагаются минимальные усилия.

В дальнейшем, возможно, что соковыжималки будут работать с большим количеством функций; будут иметь дополнительные насадки (например, насадку-блендер, для взбивания сока и получения муссов); смогут перерабатывать неочищенные фрукты, такие как апельсины; будут работать от накопленной энергии, от солнечных батарей, от энергии других бытовых приборов, используя при этом минимальное количество электроэнергии.

## СЕКЦИЯ 3. МИКРО- И НАНОТЕХНИКА

УДК 577.2.08

### ВОЛОКОННЫЕ БИОСЕНСОРЫ

Студент гр. 113431 Астапович А.В.

Канд. техн. наук, доцент Кузнецова Т.А.

Белорусский национальный технический университет

Биосенсорами называют широкий класс устройств, призванных измерять наличие или концентрацию биологических молекул, структур или микроорганизмов, преобразуя биохимическое взаимодействие на поверхности образца в физический сигнал, измеряемый далее при помощи традиционных методов. Области применения биосенсоров являются мониторинг окружающей среды, качества воды и продуктов, фармакология, экспресс-тестирование в медицине. Применение биосенсоров в биологии позволяет в ряде случаев отказаться от иммунологических анализов, имеющих высокую стоимость и длительность.

В последнее время успешно развиваются биосенсоры на самых разных физических принципах, в том числе – оптические биосенсоры, среди которых планарные волноводные сенсоры, получают все большее распространение в силу их высокой чувствительности.

Оптоволоконные биосенсоры – это обширный класс высокочувствительных миниатюрных устройств, использующих биологические материалы для распознавания определенных молекул и с помощью волноводов выдающие информацию об их присутствии и количестве в виде электрического или оптического сигнала.

Особый интерес к оптическим волокнам обусловлен тем, что они позволяют миниатюризовать спектрофотометрические приборы до такой степени, что становится возможным использовать пробы объемом порядка 0,1 мкл. В настоящее время оптические волокна широко используются в микроколориметрах и микрофлуориметрах. Однако лишь недавно волоконную оптику стали сопрягать с биохимическими реакциями с целью создания миниатюрных биосенсоров.

Аналитические волоконно–оптические приборы можно использовать для контроля различных физических параметров, например температуры, определения pH среды и концентрации простых веществ типа CO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub>. Кроме того, данные устройства могут быть использованы для дистанционного зондирования в опасных условиях среды.

## ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК

Студент гр.11310113 Белькевич Ю.А.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

Суть физико-химических методов анализа заключается в измерении физических свойств веществ, которые появляются или изменяются в результате химических реакций.

Важное практическое значение имеют методы, основанные на исследовании испускания и поглощения электромагнитного излучения в различных областях спектра. К ним относится спектроскопия (люминесцентный анализ, спектральный анализ, нефелометрия и другие). К важным физико-химическим методам анализа принадлежат электрохимические методы, использующие измерение электрических свойств вещества (кондуктометрия, кулонометрия, потенциометрия и т.д.), а также хроматография (газовая хроматография, жидкостная хроматография, тонкослойная хроматография). Успешно развиваются методы, основанные на измерении скоростей химических реакций (кинетические методы анализа), тепловых эффектов реакций (термометрическое титрование), а также на разделении ионов в магнитном поле (масс-спектрометрия).

Экспериментально получаемые пленки в той или иной степени неоднородны, что необходимо учитывать при определении оптических постоянных, иначе это может служить причиной неправильного истолкования полученных результатов. Значительная неоднородность пленок может препятствовать применению обычных методов исследования. Совпадение теоретических и экспериментальных данных в значительной степени зависит от того, насколько близка реальная пленка к идеальной модели, лежащей в основе разрабатываемых методов. Наблюдаемые расхождения могут привести к ошибочным толкованиям, однако в ряде случаев, при внимательном рассмотрении, могут служить указанием на те особенности структуры, которые вызвали эти отклонения. Каждый метод наиболее четко отражает какую-либо сторону явления.

В основном, покрытия малых толщин используются для изучения электрических свойств новых материалов при формировании контактов; при нанесении резистивных и проводящих покрытий в промышленности и при изготовлении элементов интегральных микросхем в микроэлектронике; в создании светофильтров, отражающих и светопроводящих покрытий оптоэлектроники.

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДЭС НА ПОВЕРХНОСТИ КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЦ

Студент гр.11310113 Березовский Н.М.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучение особенностей формирования ДЭС на поверхности коллоидных частиц. Проведен литературный обзор в области образования ДЭС в различных системах. Изучены структуры ДЭС и условия их образования.

ДЭС – двойной электрический слой из определенно ориентированных полярных молекул, ионов, электронов на межфазных поверхностях. В золях ультрамикроскопические аморфные или кристаллические агрегаты из молекул нерастворимого в данной среде вещества окружены адсорбционно-сольватным слоем, включающим молекул вещества-стабилизатора. В гидрозолях, стабилизированных электролитами, агрегаты защищены от коагуляции двойным электрическим слоем (ДЭС).

Предположим, что золь иодида серебра образуется в ходе химической реакции между  $\text{AgNO}_3$  и  $\text{KI}$ . При этом, основу коллоидных частиц составляют микрокристаллы (агрегаты)  $\text{AgI}$ , включающие в себя  $m$  пар ионов  $\text{Ag}^+$  и  $\text{I}^-$ . Если реакция протекает в присутствии избытка иодида калия, то на поверхности агрегата возникает отрицательно заряженный слой в результате избирательной адсорбции  $n$  ионов  $\text{I}^-$ . Иодид-ионы в таком случае являются потенциалопределяющими (сокращенно ПОИ). Агрегат с ПОИ ионами называют ядром. Под действием электростатических сил к ядру притягивается  $n$  ионов противоположного знака – противоионов, а именно  $\text{K}^+$ . Часть противоионов ( $n-x$ ), наиболее близко расположенных к ядру, находится в слое жидкости, смачивающей поверхность твердого ядра. Эти ионы испытывают действие не только электростатических, но и ван-дер-ваальсовых сил ядра, поэтому прочно удерживаются около него и образуют так называемый адсорбционный слой противоионов. Остальные  $x$  противоионов, слабее связанных с ядром (только электростатически), под влиянием теплового движения располагаются в жидкой фазе диффузно (т.е. размыто), почему и носят название диффузного слоя. Все это образование вместе и является мицеллой.

В итоге образуются коллоидные частицы, состоящие из ядра с адсорбционным слоем, которые защищает ДЭС коагуляции.

## НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ИОНИТЫ: СИНТЕЗ, ИССЛЕДОВАНИЯ, СВОЙСТВА

Студентка гр.11304113 Бичель В.В.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

Иониты - твердые нерастворимые вещества, обменивающие свои ионы на ионы из окружающего их раствора. Обычно это синтетические органические смолы, имеющие кислотные или щелочные группы. Иониты применяются для опреснения вод, в аналитической химии для разделения веществ методом хроматографии, в химической технологии. Иониты распространены в природе. В почве содержатся катиониты, которые предохраняют катионы необходимых растениям элементов от вымывания водой и обменивают их на ионы водорода выделяемой растениями кислоты, способствуя питанию растений. Иониты делятся на неорганические и органические.

Неорганические иониты — это иониты природного происхождения, к которым относятся алюмосиликаты, гидроксиды и соли поливалентных металлов. Наиболее распространенными являются цеолиты.

Цеолиты — это минералы из группы водных алюмосиликатов щелочных и щелочноземельных элементов, которые характеризуются наличием трехмерного алюмокремнекислородного каркаса, образующего системы полостей и каналов, в которых расположены щелочные, щелочноземельные катионы и молекулы воды. Катионы и молекулы воды слабо связаны с каркасом и могут быть частично или полностью замещены путем ионного обмена и дегидратации. Ионообменные свойства цеолитов определяются особенностями химического сродства ионов и кристаллической структуры цеолита. При этом необходимо соответствие размеров входных отверстий в цеолитовый каркас и замещающих ионов, так как каркас цеолита имеет жесткую кристаллическую структуру и в отличие от органических смол не может набухать с изменением объема.

Ионным обменом на цеолитах удается выделять ионы, извлечение которых другим методом часто представляет большую сложность. Установлена способность цеолитов адсорбировать радиоактивные ионы цезия из растворов, удалять  $\text{NH}_4^+$ , извлекать ионы  $\text{Cu}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Cd}$ ,  $\text{Ba}$ ,  $\text{Co}$ ,  $\text{Ag}$  и других металлов, очищать природные газы. Ионситовый эффект позволяет адсорбировать из газовых и жидких систем пары азота,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{NH}_3$ . Цеолиты могут быть использованы для удаления растворенного железа, марганца и жесткости.

В данной работе проведен литературный обзор в области синтеза и применения ионитов, изучены их виды, особенности получения. Особое внимание уделено изучению механизма действия ионитов на примере цеолитов.

**ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ СИЛИЦИДОВ ПЛАТИНЫ**

Студент гр.113410 Бородавченко О.М.

Канд. физ.-мат. наук Щербакова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Силициды различных металлов нашли широкое применение в изделиях твердотельной электроники в качестве материалов выпрямляющих и омических контактов, а также токопроводящих элементов интегральных схем. Одним из распространенных материалов данного класса является силицид платины, отличающийся большей высотой потенциального барьера с кремнием *n*-типа проводимости (0,82 эВ) и лёгкостью получения путем твердофазной реакции с кремнием. Использование силицида платины в таких изделиях силовой электроники, как диоды Шоттки позволяет получать структуры с малыми обратными токами, высокими пробивными напряжениями и максимальной температурой эксплуатации до 200 °С.

Данная работа посвящена исследованию плёнок силицидов платины и изучению структурно-морфологических особенностей границы раздела Si/PtSi с помощью электронографии и сканирующей электронной микроскопии.

Точная и однозначная интерпретация полученных экспериментальных пиков затрудняется из-за близости межплоскостных расстояний для фаз PtSi и Pt<sub>2</sub>Si, а также Si и Pt. Однако анализ результатов позволяет утверждать, что в исследуемых образцах содержатся пики, соответствующие фазам PtSi, Pt<sub>2</sub>Si, а также не прореагировавшей платине.

Данные результаты противоречат общеизвестной кинетике образования слоёв PtSi, согласно которой сначала вся платина должна перейти в субсилицид, который затем переходит в моносилицид. Аналогичная картина описана в работе [1], где было показано, что диффузия кислорода в плёнку платины препятствует её полному переходу в субсилицид из-за образования окислов кремния.

Таким образом, в результате проведенного анализа электронограмм определены закономерности формирования на границе раздела силицидов платины в зависимости от параметров отжига в атмосфере азота.

**Литература**

1. Chang, C.-A., Segmüller A. Huang H.-C.W., et al. // J. Electrochem. Soc. 1986. Vol. 133, № 6. P. 1256–1260.

## SYSTEM ON GLASS – СИСТЕМА НА СТЕКЛЕ

Студент гр.113410 Бородавченко О.М.

Канд. физ.-мат. наук Щербакова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Силициды различных металлов находят широкое применение в приборах твердотельной электроники, оптоэлектронике и микроэлектромеханических системах, токопроводящих выпрямляющих элементов интегральных схем, охлаждаемых приемников ИК излучения, неохлаждаемых болометрических приемников ИК излучения, в технологии «system-on-glass» (SOG – система на стекле), применяемой в производстве плоских дисплеев большого формата [1].

В обычных TFT LCD модулях схемы управления и питания изготавливаются на основе компонентов поверхностного монтажа, это в значительной степени ограничивает возможности по уменьшению габаритных размеров модуля и, соответственно, конечных устройств. Эта проблема успешно решается при использовании технологии SOG, которая стала доступна с развитием технологии LTPS (низкотемпературный кристаллический кремний). Высокая мобильность носителей заряда и небольшой размер интегрированных компонентов при использовании поликристаллического кремния, позволяют также изготавливать электронные схемы прямо на тонком слое кремния покрывающего стеклянную подложку TFT LCD модуля. Такой метод обеспечивает уменьшение стоимости панели и также улучшает надежность.

Концепция SOG отражает развитие определенного уровня интеграции элементов схемы управления LCD на стеклянной подложке. Подвижность основных носителей для поликремния выше, чем у аморфного кремния, но гораздо ниже, чем у монокристаллического. Поэтому в структуре управления дисплеем сохраняется кристалл контроллера-драйвера, в котором реализована большая часть функций управления, которые требуют большего быстродействия, токов и уровня интеграции. По мере развития технологии поликристаллического кремния будет осуществляться переход части функций из кристалла драйвера в поликристаллическую структуру на стекле.

### Литература

1. Data Sheet HX5051-A 176RGB x 220 dot, 262K Color, with internal RAM, AMOLED Mobile Single Chip Driver. Himax Technologies Inc. — <http://www.himax.com.tw>



## ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АЛМАЗНЫХ И АЛМАЗОПОДОБНЫХ ПЛЕНОК МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ГАЗОФАЗНОГО ОСАЖДЕНИЯ

Студент гр. 11310112 Васютченко П.П.

Канд. техн. наук, доцент Ковалевская А.В.

Белорусский национальный технический университет

Интерес к алмазам ещё больше возрос из-за того, что возможно выращивать поликристаллические алмазные плёнки, или алмазные покрытия с помощью весьма разнообразных методов химического газофазного осаждения (CVD), используя в качестве технологических газов углеводороды (обычно, метан) при избытке водорода.

Процесс химического газофазного осаждения включает химическую реакцию в газовой фазе, происходящую над поверхностью твердой подложки, в результате которой происходит осаждение конечного продукта реакции на поверхность данной подложки. Все CVD-методы для создания алмазных пленок требуют способа активации углеродсодержащих молекул исходного продукта реакции. В число этих методов входят термический (например, с горячей проволокой) либо плазменный метод (плазма тлеющего разряда, высокочастотная плазма, СВЧ-плазма) или применение плазменного горения (оксиацетилен, либо плазменные горелки). Поверхностная морфология пленки, полученная в процессе ее CVD-роста, сильно зависит от соотношения компонентов газовой смеси и температуры подложки. При «медленных» условиях роста – низком парциальном давлении метана  $\text{CH}_4$ , и низкой температуре подложки – получается микрокристаллическая пленка с наиболее ярко выраженными треугольными гранями наряду с хорошо заметными двойниковыми границами. При возрастании относительной концентрации  $\text{CH}_4$  в исходной газовой смеси или при увеличении температуры подложки начинают преобладать грани зерен, имеющие как квадратную, так и прямоугольную форму. При еще более высоких парциальных давлениях  $\text{CH}_4$  кристаллическая морфология совсем исчезает и начинает расти пленка, представляющая собой совокупность нанокристаллов алмаза и разупорядоченного графита. Области применения и назначение алмазных и алмазоподобных пленок весьма разнообразны:

- материалы для теплоотвода;
- режущие инструменты;
- износостойкие покрытия;
- оптика;
- электронные устройства;
- композиционные материалы.

УДК 621

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА САМОПРОИЗВОЛЬНОГО ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА (СВС) МИКРОПОРОШКОВ НИТРИДОВ

Студентка группы 11304112 Голуб Н.А.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

Данная работа посвящена особенностям применения процесса самопроизвольного высокотемпературного синтеза в электронной технике. Проведен обзор литературы в области изучения синтеза микро- и нанопорошков. Подробно изучен метод СВС.

Самопроизвольный высокотемпературный синтез (СВС) – это процесс перемещения волны химической реакции по смеси реагентов с образованием твердых конечных продуктов, проводимый с целью синтеза вещества материалов. Процесс СВС характеризуется высокой температурой (2000-4000°C) и большой скоростью распространения фронта горения (0,5-15 см/с). Тепловыделение в зоне реакции и рост температуры возникают за счет собственных энергетических возможностей исходной системы без использования каких-либо нагревательных устройств. Процесс СВС легко управляем, высокие температуры обеспечивают полноту превращений исходных элементов в конечные продукты, способствуют испарению примесей, большие скорости горения обеспечивают высокую производительность процесса.

Микро- и нанопорошки получают дроблением, грануляцией, диспергированием, химическим восстановлением, электролизом, спеканием и другими методами. Перспективным методом получения микропорошков нитридов является азидная технология. По определению азидами называют соли азотистоводородной кислоты  $\text{HN}_3$ . Большинство неорганических азидов относятся к взрывчатым веществам (ВВ). Для азидной технологии СВС характерны невысокие температуры горения и образование большого количества газообразных продуктов.

Нитриды обладают электроизоляционными свойствами, высокой термостойкостью при резких и частых сменах температур, стойкостью в жидких, газовых и расплавленных химических реагентах. Порошки нитридов марки СВС-Аз могут быть реализованы в качестве керамических горячепрессованных образцов деталей, основы конструкционной керамики, основы неперетачиваемых режущих пластин, в составе новых функциональных градиентных материалов, упрочненных наночастицами.

## ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕРХНОСТИ НИТИНОВОЙ ПРОВОЛОКИ ДЛЯ СТЕНТОВ АНГИОПЛАСТИКИ

Студент гр. 113430 Довыденко Е.М.  
Канд. техн. наук, доцент Кузнецова Т.А.,  
канд. техн. наук Королев А.Ю.

Белорусский национальный технический университет

Основными параметрами процесса электролитно-плазменной обработки служат рабочее напряжение, температура и состав электролита, длительность обработки. При обработке нитинола придерживались следующих параметров: напряжение источника питания  $U=300\text{В}$ , длительность обработки от 1 до 3 минут в зависимости от толщины проволоки, состав электролита 3%  $\text{NH}_4\text{F}$  + 1%  $\text{KF}$  в дистиллированной воде, температура электролита от 82 до 89 °С.

Шероховатость поверхности до и после обработки исследовали при помощи атомно-силового микроскопа NT-206 (ОДО «Микротестмашины», Беларусь). Микротвердость определяли при помощи микротвердомера ПМТ-3 и наноиндентора Hysitron 750 Ubi с наконечником типа Беркевич с радиусом закругления 100 нм.

В результате электролитно-плазменной обработки значение шероховатости в среднем уменьшилось на 50 - 60%. Так, для проволоки диаметром 0,44 мм исходное среднее значение шероховатости на площади 5 x 5 мкм составляло 52,4 нм, а после 3 минут обработки при  $T = 83\text{ °C}$  это значение уменьшилось до 26,9 нм. Значение твердости, в среднем, уменьшилось на 10 %. Для исходной проволоки диаметром 0,44 мм твердость составляла 10,86 ГПа, а после 2 минут обработки при  $T = 88\text{ °C}$  значение твердости уменьшилось до 10,31 ГПа.

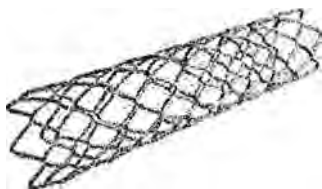


Рисунок 1 – Внешний вид стента для ангиопластики

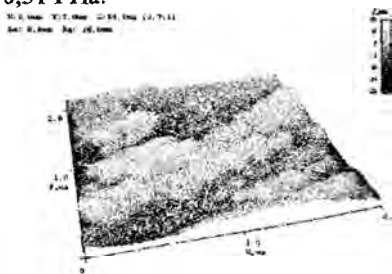


Рисунок 2 – 3D изображение поверхности, полученное с использованием атомно-силовой микроскопии, 2 x 2 мкм

## МЭМС АКСЕЛЕРОМЕТРЫ

Студент гр. 113430 Довыденко Е.М.

Канд. техн. наук, доцент Кузнецова Т.А.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрен следующий микроакселерометр:

- 1) масса инерциального груза  $m = 0,1 \cdot 10^{-6}$  г;
- 2) коэффициент жесткости подвеса  $k = 7$  Н/м;
- 3) величина перемещения инерциальной массы  $x = 0,13 \cdot 10^{-6}$  м.

Для съема информации использовался емкостной метод. В этом случае инерционная масса покрывается тонкой пленкой металла, которая действует как одна из обкладок плоского конденсатора. Для получения второй обкладки напротив инерционной массы помещается кремниевая пластинка с такой же пленкой металла. Следовательно, при перемещении инерционной массы будет изменяться расстояние между обкладками конденсатора, что приведет к изменению емкости.

Напряжение на конденсаторе [1]:

$$U_c = \frac{U_{вх}}{X_c + R} X_c \quad (1)$$

После необходимых расчетов формула, для получения ускорения приняла вид:

$$a = \frac{U_c R \omega \epsilon_0 S k}{U_{вх} m} \quad (2)$$

Допустимое значение погрешности ускорения составляло  $da = 0,5886$  м/с<sup>2</sup>. Вычисленное значение погрешности ускорения, с учетом всех воздействующих на микроакселерометр факторов, составило  $da = 0,5097$  м/с<sup>2</sup>. Значит, выбранные значения параметров в рабочей формуле (2) и их погрешности удовлетворяют заданной точности измерения ускорения. Основную же долю погрешности датчика составляют 3 элемента: сопротивление резистора R, частота источника напряжения  $\omega$  и площадь обкладок конденсатора S [2].

### Литература

1. Распопов, В.Я. Микромеханические приборы / В.Я. Распопов // Учебное пособие. - Тульский Государственный Университет. Тула, 2002. - 392 с.
2. Малов, В.В. Пьезорезонансные датчики / В.В. Малов // 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1989.

## МЕХАНИЗМЫ ОБРАЗОВАНИЯ ПЕРИОДИЧЕСКИХ КОЛЛОИДНЫХ СТРУКТУР

Студент гр.11310113 Жданко Т.М.

Канд. техн. наук, доцент Колонталева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

Периодические коллоидные структуры — высокоорганизованные коллоидные системы, имеющие определённый порядок расположения дисперсных частиц относительно друг друга.

В данной работе изучен механизм образования периодических структур, факторы, влияющие на формирование структуры. Проведён анализ литературы в области синтеза самоорганизующихся коллоидных структур.

Образование периодических коллоидных структур объясняет теория устойчивости гидрофобных зольей - теория ДЛФО (теория Б.В. Дерягина, Л.Д. Ландау, Э. Фервея и Т. Овербека). Одно из следствий этой теории состоит в том, что взаимодействие дисперсных частиц в коллоидном растворе определяет соотношение между высотой потенциального барьера, обусловленного электрическим отталкиванием, и глубиной потенциальных ям на графике зависимости энергии взаимодействия от расстояния между частицами. Если глубина потенциальной ямы велика, то при любой высоте потенциального барьера реализуется дальнейшее взаимодействие двух дисперсных частиц на расстоянии  $2h$  друг от друга. Это расстояние составляет примерно 100 нм. Частицы, оказавшиеся в этих потенциальных ямах, уже не могут сблизиться или удалиться друг от друга. Однако к ним могут присоединиться другие дисперсные частицы, образуя при этом периодические коллоидные структуры.

Характерная особенность периодических коллоидных структур - определенная степень упорядочения в расположении ее структурных элементов. Механические свойства ПКС определяются наличием в ней пространственной сетки из взаимодействующих дисперсных частиц и жидких прослоек. Правильной решеткой, имеющей те или иные дефекты, обладают тактоиды, бактерии, гели тактоидного строения и многие дисперсии с ограниченным объемом, к которым относят и слои Шиллера. Сравнительно слабое сцепление монодисперсных микрообъектов, позволяет им легко перемещаться и занимать места в узлах решетки.

На основе периодических коллоидных структур производят суспензии, эмульсии, пены, аэрозоли и всевозможные материалы.

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ СЕГНЕТОКЕРАМИКИ

Студентка группы 11304112 Караткевич А.С.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

Данная работа посвящена особенностям получения сегнетокерамики. Проведен критический обзор литературы в области технической керамики. Сегнетоэлектрики — диэлектрики, которые обладают в определенном интервале температур спонтанной поляризованностью, то есть поляризованностью в условиях отсутствия внешнего электрического поля. К сегнетоэлектрикам относятся: титанат бария —  $\text{BaTiO}_3$ , сегнетова соль —  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , дигидрофосфат калия —  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ . В настоящее время известно уже свыше ста сегнетоэлектриков.

Сегнетоэлектрики отличаются большой диэлектрической проницаемостью, высоким пьезомодулем, наличием петли диэлектрического гистерезиса, интересными электрооптическими свойствами, и поэтому широко применяется во многих областях современной техники.

Конденсаторная сегнетокерамика, как и любой диэлектрик, для производства обычных конденсаторов, должна иметь наибольшую величину диэлектрической проницаемости с малой зависимостью от температуры, незначительные потери, высокие значения удельного объемного и поверхностного сопротивлений и электрической прочности.

Изменением концентрации компонентов в твердом растворе можно регулировать значения диэлектрической проницаемости, смещать температуру Кюри. В твердых растворах можно получить более сглаженные температурные зависимости, что имеет важное значение для производства конденсаторов. Однако в большинстве случаев использование однофазных материалов, не может обеспечить достаточно слабую температурную зависимость. Поэтому в состав сегнетокерамики вводят различные добавки, которые «размывают» сегнетоэлектрический фазовый переход. В промышленности используют несколько сегнетокерамических материалов, так как ни один материал не отвечает совокупности всех перечисленных требований.

## МЕХАНОТРОНЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Студентка группы 11304112 Карпович Т.А.

Канд. техн. наук, доцент Ковалевская А.В.

Белорусский национальный технический университет

Механотрон представляет собой электронную лампу, анод которой под влиянием внешнего воздействия смещается относительно катода. Обычно для этих целей используются диодная лампа с перемещающимся анодом или триоды с подвижным анодом или сеткой. При уменьшении зазора между анодом и катодом анодный ток возрастает, и наоборот.

Наиболее распространены механотроны, предназначенные для прецизионного измерения линейных перемещений (линейных размеров) и сил, углов поворота, избыточных давлений. По способу управления электронным током большинство механотронов относится к приборам с продольным управлением: аноды перемещаются вдоль линий электрического поля межэлектродного промежутка. Такая конструкция имеет высокую чувствительность и стабильность, отличается хорошей линейностью рабочей характеристик. Существуют также приборы с поперечным, лучевым, зондовым и дифференциальным управлением электронным потоком.

Преимуществами механотронов являются их чувствительность к слабым сигналам, достаточно высокий уровень выходного сигнала, малое измерительное усилие, низкие питающие напряжения и др. Механотроны можно использовать в качестве датчиков автоматизированных систем управления технологическими процессами. Механотроны могут использоваться также для измерения сил и давлений

К недостаткам следует отнести влияние температуры на точность измерения, недостаточную линейность характеристики, необходимость стабилизации напряжения источника питания (нестабильность 0,1 %).

Преимуществами механотронов являются их чувствительность к слабым сигналам, достаточно высокий уровень выходного сигнала, малое измерительное усилие, низкие питающие напряжения и др. Механотроны можно использовать в качестве датчиков автоматизированных систем управления технологическими процессами.

На базе механотронов разработаны механотронные преобразователи давления (манотроны), микрометры, угломеры, акселерометры, электронные термовесы и другие устройства, используемые в промышленности, медицине, в различных областях науки.

## МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ АМОРФНОГО ГИДРОГЕНИЗИРОВАННОГО КРЕМНИЯ

Студентка группы 1134112 Карпович Т.А.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

По своим физическим свойствам и молекулярной структуре твердые тела разделяются на два класса – аморфные и кристаллические тела.

Характерной особенностью аморфных тел является их изотропность, то есть независимость всех физических свойств (механических, оптических и т. д.) от направления. Молекулы и атомы в изотропных твердых телах располагаются хаотично, образуя лишь небольшие локальные группы, содержащие несколько частиц (ближний порядок). По своей структуре аморфные тела очень близки к жидкостям. Примерами аморфных тел могут служить стекло, различные затвердевшие смолы (янтарь), пластики и т. д. К аморфным полупроводникам относят аморфные кремний, германий, ряд других элементов и их сплавы.

В данной работе уделено внимание получения аморфного гидрогенизированного кремния. Хорошо известно, что аморфный гидрогенизированный кремний привлекает внимание поскольку он является основным для изготовления многих электрических приборов, а так же является модельным объектом физики аморфных полупроводников. Наиболее важное свойство аморфного гидрогенизированного кремния - возможность его эффективного легирования, что отличает его от других аморфных полупроводников.

Получают гидрогенизированный аморфный кремний разными способами. Методы разложения моносилана и водорода в тлеющем разряде, и менее стандартные – металлоиндуцированная кристаллизация и фемтосекундная лазерная кристаллизация. Особое внимание уделено методу разложения в тлеющем разряде разбавленной силановой газовой смеси. В настоящее время на основе аморфного гидрогенизированного кремния изготавливают солнечные элементы, транзисторные матрицы управления в жидкокристаллических экранах, запоминающие устройства. При этом области применения непрерывно расширяются, что связано с возможностью создания на его основе фотоприемных и излучающих устройств, интегрированных в кремниевую технологию.



## ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОДВЕСОВ ММГ НА ЕГО СОБСТВЕННЫЕ ЧАСТОТЫ

Студент гр.ПГ-32м (магистрант) Ковальчук Ю.В.

Канд. техн. наук, доцент Бондарь П.М.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

При проектировании подвесов ММГ необходимо обеспечить равенство частот первичных и вторичных колебаний  $k_\gamma = k_\beta$  при одновременном максимальном разнесении этих частот от других собственных частот ЧЭ, то есть выполнение условия  $k_\beta \ll k_\alpha, k_z$  [1]. В качестве объекта исследований выбран ММГ роторного типа с упругим подвесом в виде торсионов, расположенных под определенным углом (Рис. 1).

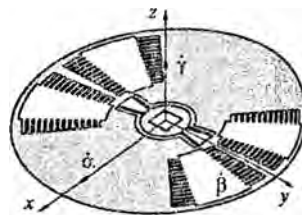


Рис. 1. Схема ММГ

Целью работы является исследования зависимости собственных частот от геометрии подвеса – ширины, угла разведения торсионов и толщины диска. С этой целью проведено моделирование ЧЭ в программе “Solid Works”; для частотного анализа был использован тулбок “Simulation”.

Результаты зависимости парциальных частот от толщины торсионов при фиксированном угле разведения показаны на Рис. 2. При  $h=20$  мкм обеспечивается все вышеуказанные требования. Показано, что для увеличения парциальных частот необходимо одновременно изменять толщину и угол разведения торсионов.

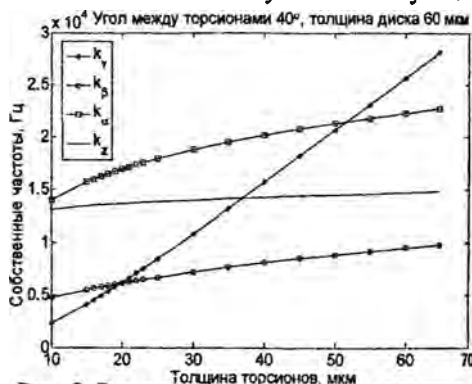


Рис. 2. Зависимость парциальных частот от толщины торсионов

### Литература

1. Ковальчук, Ю.В. Влияние перекрестных связей на точность ММГ роторного типа / Ю.В. Ковальчук, П.М. Бондарь // Новые направления развития приборостроения: материалы 7-ой международной студенческой научно-технической конференции, 23-25 апреля 2014 г., г. Минск.

## ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМАХ

Студент группы 11310113 Коцуба В.И.  
Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.  
Белорусский национальный технический университет

Электрокинетические явления - группа явлений, наблюдаемых в дисперсных системах, мембранах и капиллярах. Включает электроосмос, электрофорез, потенциал течения и потенциал оседания (седиментационный потенциал, или эффект Дорна)

Электрокинетические явления свидетельствуют, собственно, о том, что на границе раздела фаз возникает двойной электрический слой, который, в свою очередь, является тонким поверхностным слоем из пространственно разделённых электрических зарядов противоположного

В данной работе проведен обзор литературы в области электрокинетических явлений. Проведена классификация указанных явлений, изучены механизмы и факторы, влияющие на физико-химические процессы.

Электроосмос — это движение жидкости через капилляры или пористые диафрагмы при наложении внешнего электрического поля. Является одним из основных электрокинетических явлений. Явление электроосмоса впервые было открыто в Москве в 1807 году профессором Московского университета Ф. Ф. Рейссом. Данное явление, в первую очередь, используется для удаления избыточной влаги из поче при прокладке транспортных магистралей и гидротехническом строительстве, для сушки торфа, а также для очистки воды, технических жидкостей и др. Но крайне важно отметить, что данное явление используется также в физиологических экспериментах для введения веществ внутрь отдельной клетки с помощью микроэлектрода.

Потенциал оседания (седиментационный потенциал) также называют «Эффектом Дорна», так как данное явление было изучено Дорном в 1880 году. Если на раствор, содержащий, наложить внешнее электрическое поле, то частицы начнут двигаться. Данный вид движения называется электрофорезом.

## ФОРМИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКИХ ПЛЁНОК СИЛИЦИДА НИКЕЛЯ

Студент гр. 113410 Крюченкова О.А

Канд. физ. – мат. наук, доцент Щербакова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Силициды переходных металлов находят все большее применение в технологии СБИС в качестве материала для изготовления контактов и межсоединений, а также для создания полупроводниковых приборов, таких как, диоды Шоттки, транзисторы с металлической базой. Перспективной областью применения гетероструктур с использованием силицидов является создание трехмерных структур интегральных схем (ИС), а также формирование многоуровневой разводки ИС. Но все же основное их применение, безусловно, связано с технологией КМОП-транзисторов.

Использование тонких плёнок NiSi в КМОП-технологии имеет ряд преимуществ по сравнению с ранее использовавшимися тонкими плёнками дисилицидов металлов. Силицид никеля является весьма перспективным материалом для применения в устройствах СБИС-технологии в качестве контакта силицид/кремний. Контакты NiSi/Si обладают следующими характеристиками:

- 1) низкая температура образования, ниже  $400\text{C}^{\circ}$ ;
- 2) низкое потребление Si в процессе формирования силицида;
- 3) низкое контактное сопротивление ( $\approx 10^{-8}\text{ Ом}\cdot\text{см}^2$ ).

В данной работе были проведены исследования фазовых превращений, происходящих в тонкопленочной композиции Ni-Pt-V/Si при стационарном одноступенчатом и двухступенчатом отжиге при различных температурах. Исследования проводились на электронографе ЭМР-102. Постоянную прибора определяли путем калибровки, используя образец с известными параметрами кристаллической решетки. В качестве калибровочного эталона были выбраны поликристаллические образцы окиси магния, дающие четкую кольцевую электронограмму. Для определения элементного состава композиций использовали рентгеноспектральные измерения с дисперсией по энергии.

Полученные электронограммы интерпретировали с использованием электронной базы данных практических исследований структуры соединений, необходимых для расшифровки данных фазового анализа и установления стехиометрии неизвестного соединения, в программе PCPDFWIN. Нами был определен фазовый состав сформированных тонкопленочных систем и на основе проведённой работы определены оптимальные условия для получения силицида никеля.

## СЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ УНТ

Студентка гр. 11310312 Микулич Д.А.

Канд. техн. наук, доцент Кузнецова Т.А.

Белорусский национальный технический университет

Углеродные нанотрубки (УНТ) характеризуются высокой удельной поверхностью, на их основе могут быть созданы эффективные материалы для высокочувствительных сенсоров.

Принцип работы газового датчика на основе УНТ основан на явлении хемосорбции молекул газа на поверхности проводящего материала, в данном случае - углеродных нанотрубок, электрические свойства которых очень чувствительны к присутствию посторонних молекул на их поверхности. Обычно эта форма углерода обладает низким сопротивлением, но в присутствии некоторых газов оно значительно увеличивается.

Датчик силы на основе УНТ может хранить информацию, регистрировать давление или силу магнитного поля. Устройство представляет собой две длинные нанотрубки с двойными стенками толщиной в один атом. Трубки размещаются торцами друг напротив друга, а затем через них пропускается ток около десяти наноампер. Углеродные стенки нанотрубок хорошо проводят электричество, а промежуток между двумя трубками ток пересекает с помощью туннельного перехода. Изменяя зависимость параметров туннельного тока от расстояния между торцами нанотрубок, можно определить их взаимное положение и, соответственно, силу, которая воздействует на нанотрубки.

Датчик градиента температуры содержит осажденный на стеклянную подложку тонкий слой композита УНТ (50 вес.%) с силикатным связующим. Длина, ширина и толщина пленки композита составляет 45 мм; 10 мм и 100мкм. Электроды (в данном случае термопары) для измерения токов и напряжений присоединялись к пленке с помощью серебряной пасты. Для датчиков градиента температуры главным параметром является коэффициент Зеебека, повышение которого увеличивает чувствительность прибора. Вследствие этого в качестве датчиков градиента температуры, наряду с неорганическими полупроводниками, могут использоваться и органические полупроводники, в которых коэффициент Зеебека достигает 1000 мкВ/К. В это же время, для их практического использования необходимо выращивать кристаллы достаточно больших размеров, что не всегда осуществимо. Поэтому пленочные термоэлектрические элементы на основе УНТ имеют несомненное преимущество, обусловленное простотой технологии изготовления.

**ГИДРОФОБИЗАЦИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

Студент гр. 11310112 Миськевич Э.Р.

Канд. техн. наук, доцент Ковалевская А.В.

Белорусский национальный технический университет

Ежегодно из-за коррозии теряется около четверти всего произведённого в мире железа. Порча изготовленных из них изделий обходится очень дорого. Коррозию металлов и сплавов (их окисление) вызывают такие компоненты окружающей среды, как вода, кислород, оксиды углерода и серы, содержащиеся в воздухе, водные растворы солей. Есть много способов борьбы с коррозией, один из них это нанесение защитных покрытий, а именно гидрофобных покрытий.

Способ относится к области технологии полимерных композиционных материалов. Гидрофобизация поверхностного слоя покрытия препятствует проникновению воды и водных сред (растворов солей, кислот, щелочей и т.п.). Сущность способа заключается в химическом модифицировании частиц диоксида кремния элементарноорганическими соединениями общей формулы  $Cl_{4-n}SiR_n$ , где  $n = 1-3$ , R-метил-, этил-, хлорметил-, фенил-, при действии высоко-вольтного импульсного разряда в газовой среде. Осаждение проводят при давлении от 7 до 100 МПа и температуре 35-200 °С, в течение от 15 мин до 24 ч. Способ позволяет формировать гидрофобные покрытия на различных подложках характеризующиеся значением краевого угла смачивания  $>130^\circ$ . При реализации способа получения гидрофобного покрытия на предварительно нанесенный на поверхность отвержденный или неотвержденный подслои из композиционного материала на основе полимерной, олигомерной или совмещенной матрицы осаждают путем пневмораспыления порошкообразную смесь продуктов термодеструкции политетрафторэтилена. Применение подслоя при любом способе получения гидрофобного покрытия обеспечивает его высокую адгезию к металлической подложке без применения специальных методов создания рельефа с заданными параметрами микронеровностей благодаря адсорбционному взаимодействию полимерной или олигомерной матрицы оксидами поверхностного слоя металлической подложки. Толщина слоя гидрофобного компонента - 3-5 мкм.

## МЕХАНИЗМЫ ОБРАЗОВАНИЯ ИЗОМОРФНЫХ СМЕСЕЙ

Студентка гр.11310113 Мотевич В.В.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

В данной работе изучены механизмы твердых растворов, проведена их классификация. Особое внимание уделено изучению физико-химических закономерностей формирования структуры твердых растворов и области их применения в электронной технике.

Изоморфизм - это свойство различных, но родственных по химическому составу веществ кристаллизоваться в одинаковых структурах при одном типе химической связи

Твердыми растворами называют фазы, в которых один из компонентов сплава сохраняет свою кристаллическую решетку, а атомы других (или другого) компонентов располагаются в решетке первого компонента (растворителя), изменяя ее размеры (периоды).

В данной работе проанализированы механизмы образования твердого раствора, проведена их классификация. Установлены факторы, влияющие на структуру изоморфной смеси. Изучены методы исследования твердых растворов.

Различают три вида твёрдых растворов: твердые растворы замещения; твердые растворы внедрения; твердые растворы вычитания.

Твердые растворы замещения, образуются путем замены атомов растворителя в его кристаллической решетке атомами растворенного компонента.

Растворы внедрения (твёрдые растворы второго рода) это растворы, в которых атомы примеси не замещают атомы минерала хозяина, а располагаются в промежутках между ними. Растворяющиеся атомы входят в промежутки между атомами матрицы, статистически заселяя новую не занятую ранее позицию. Иногда атомы матрицы называют узлами и тогда говорят, что примесь входит в междоузлия.

Растворы вычитания — это фазы переменного состава, в которых при наличии устойчивой решётки одного из компонентов, содержание другого компонента варьирует, так как он замещается вакансиями. Такие структуры называют дефектными или дефицитными. В качестве примера фазы вычитания можно привести пирротин.

На основе твердых растворов разработана серия полупроводников, ферромагнетиков, пьезо- и сегнетоэлектриков, люминофоров, лазерных материалов и др.

## ОСОБЕННОСТИ КОРРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ

Студент группы 11304113 Навицкий А.Н.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

Данная работа посвящена изучению механизмов коррозии. Проведен литературный обзор в области коррозионных процессов. Изучены факторы влияющие на величину коррозии, а так же способы оценки коррозионной стойкости.

В зависимости от вида среды, коррозия делится на химическую и электрохимическую.

*Химическая коррозия металлов* – самопроизвольное взаимодействие металла с коррозионной средой, при котором окисление металла и восстановление компонента коррозионной среды протекают в одном акте. Этот тип коррозии наблюдается при действии на металлы сухих газов и жидких неэлектролитов и является *гетерогенной химической реакцией* жидкости или газообразной среды с металлом.

*Электрохимическая коррозия металлов* представляет собой самопроизвольное разрушение металлических материалов вследствие электрохимического взаимодействия их с окружающей электролитически проводящей средой, при котором ионизация атомов металла и восстановление окислительного компонента коррозионной среды протекает не в одном акте и их скорости зависят от величины электродного потенциала металла и является *гетерогенной электрохимической реакцией* электролитов с металлами. Однако не исключена и химическая коррозия металлов в электролитах.

Одним из важнейших видов химической коррозии является *газовая коррозия* – коррозия металла в газах при высоких температурах. С помощью данной коррозии, в металлах можно выделить две важные характеристики – жаростойкость и жаропрочность.

Вследствие того, что коррозия, в большинстве случаев, является пагубным процессом – необходимо применять меры защиты от нее, а именно :

- снизить агрессивность среды, окружающей металлическое изделие;
- повысить устойчивость металла к коррозии;
- исключить взаимодействие между металлом и веществами из внешней среды, проявляющими агрессивность.

Пренебрежение мерами защиты от коррозии пагубно влияет на экономику предприятий и сельского хозяйства.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКОВ ДЛЯ НАНОКЕРАМИКИ

Студент гр.113431 Пашино Е.В.

Канд. физ.-мат. наук Щербакова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Нанокерамика — керамический наноструктурный материал на основе оксидов, карбидов, нитридов, боридов и других неорганических соединений, состоящий из кристаллитов (зерен) со средним размером до 100 нм.

Нанокерамику, как правило, получают из наноразмерных порошков методами формования и спекания. Поскольку вследствие высокого внутреннего трения нанопорошки труднее уплотняются, для их формования часто используют импульсное и гидростатическое прессование, методы шликерного и гелевого литья, гидрокструзии. Одной из важных проблем при получении нанокерамики обычно является интенсивный рост зерна при спекании в обычных условиях.

Для его предотвращения используются два основных метода:

- Введение в исходный порошок (шихту) нерастворимых добавок, локализующихся на границах зерен и препятствующих их срастанию;
- Использование специальных методов и режимов уплотнения и спекания керамики, позволяющих значительно уменьшить продолжительность и/или температуру высокотемпературных стадий её получения (импульсное прессование, горячее прессование, некоторые виды низкотемпературного спекания);

В данной работе исследовались технологические процессы получения порошков для нанокерамики. Проведенный литературный обзор показал, что существует ряд методов получения нанопорошков:

- Метод термического испарения и конденсации материала из паровой фазы
- Получение нанопорошков механическим размельчением
- Получение нанопорошка методом распыления жидкого расплава

В зависимости от типа технологии, порошки могут различаться формой, размерами, структурой.

Изделия из нанокерамики используются в различных отраслях науки и техники. Начиная от подложек для полупроводниковых приборов и заканчивая медициной и оборонной промышленностью.



**РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ МАСС ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ  
СЕГНЕТОКЕРАМИКИ В СИСТЕМЕ  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2\text{-R}_x\text{O}_y$** 

Студент гр. 9 Поддубняк В.С.

Канд. техн. наук Хорт А.А., канд. техн. наук, доцент Дятлова Е.М.  
Белорусский государственный технологический университет

Целью работы является разработка составов и технологических параметров синтеза керамических сегнетоэлектрических материалов на основе титаната висмута со структурой, модифицированной путем введения различных металлооксидных добавок, для изготовления пленочных конденсаторов.

Титанат висмута ( $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ ) синтезировался методом высокотемпературного спекания стехиометрической смеси компонентов, приготовленной путем совместного мокрого тонкого помола исходных материалов, в качестве которых применялись оксиды висмута и титана. В качестве модификаторов были использованы оксиды железа, марганца, а также карбонаты бария и лантана. Полученные сырьевые смеси обжигались при температурах 1000 – 1050 °С с выдержкой при максимальной температуре 2 ч. Полученные спеки подвергались тонкому мокрому помолу и последующему обезвоживанию. Образцы изготавливались в виде таблеток и спекались при температуре 1000 °С, после чего на их торцевые поверхности наносились серебряные контакты.

В ходе выполнения работы было установлено, что введение металлооксидного модификатора  $\text{MnO}_2$  приводит к резкому повышению значений диэлектрической проницаемости и снижению удельного объемного электросопротивления по сравнению с немодифицированным  $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ . Это связано с повышением поляризации структуры сегнетоэлектрика за счет замещения ионами марганца ионов титана в регулярной кристаллической решетке титаната висмута. Кроме этого, происходит резкий рост диэлектрических потерь, что связано с большими потерями энергии на поляризацию кристаллической структуры. Введение  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  приводит к снижению значений диэлектрической проницаемости. При этом наблюдается резкий рост удельного сопротивления, что вероятно связано со снижением поляризации структуры керамических сегнетоэлектриков. Следует отметить, что в этом случае наблюдается стабилизация диэлектрических потерь:  $\text{tg}\delta$  не превышает 0,01 в широком температурном диапазоне.

Таким образом, на основе проведенных исследований можно сделать вывод о том, что материалы, модифицированные  $\text{MnO}_2$ , целесообразно использовать для изготовления пленочных конденсаторов высокой емкости, в то время как материалы, модифицированные  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , могут быть применены в качестве материалов для изготовления малоемкостных конденсаторных изделий.

**ЭФФЕКТ ДЕМБЕРА. РАСЧЕТ ОБЪЕМНОЙ ФОТО-ЭДС**

Студентка группы 11304112 Романова К.В.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Сернов С.П.

Белорусский национальный технический университет

Изменение концентрации носителей зарядов при освещении полупроводника приводит не только к изменению электропроводности, но и к возникновению электродвижущих сил (фото-ЭДС) в случае пространственного разделения фотогенерированных носителей заряда. Причиной возникновения фото-ЭДС является диффузия фотоэлектронов и фотодырок от места генерации (поверхности) в объем материала. Не смотря на общую причину происхождения, существуют различные типы фото-ЭДС: объемная фото-ЭДС, вентильная фото-ЭДС и поверхностная фото-ЭДС.

Эффект Дембера заключается в возникновении ЭДС в однородном полупроводнике при его неравномерном освещении. ЭДС возникает за счет разницы концентраций новых носителей зарядов. Вновь возникшие электроны и дырки диффундируют из более освещенной области в затемненную. Коэффициенты диффузии для электронов и дырок имеют различные значения, поскольку электроны обладают большей подвижностью, чем дырки. Таким образом, электроны быстрее распространяются от освещенного места. Величина ЭДС Дембера пропорциональна разности коэффициентов диффузии носителей и компенсирует разность диффузионных токов дырок и электронов. При этом возникающее электрическое поле ускоряет менее подвижные частицы и замедляет быстрые. Эффект Дембера применяется для контроля однородности монокристаллических пластин.

Объемная или распределенная фото-ЭДС возникает в неоднородных полупроводниках, в которых градиент удельного сопротивления отличен от нуля. Для нахождения фото-ЭДС используются метод светового зонда и метод границы света и тени. В первом случае полупроводник освещается полоской света, сложность данного метода в том, что полоска света должна быть достаточно узкой. Во втором методе используется равномерный световой поток, на пути которого ставится экран, который затемняет часть образца.

При слабом освещении объемная фото-ЭДС пропорциональна градиенту темного сопротивления. Для проверки необходимо независимо определить распределение сопротивления по длине образца. Это можно сделать пропуская через образец слабый постоянный ток и исследуя распределение потенциала вдоль образца с помощью тонкого металлического зонда. Так же исследовать зависимость фото-ЭДС светового зонда.

## МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ

Студентка группы 11304112 Романова К.В.

Канд. техн. наук, доцент Ковалевская А.В.

Белорусский национальный технический университет

Фотоэлемент - фотоэлектронный прибор, в котором в результате поглощения энергии падающего на него оптического излучения генерируется электродвижущая сила (фотоэдс) или электрический ток (фототок).

Современное производство фотоэлементов практически полностью основано на кремнии. Монокристаллический фотоэлемент состоит из цельного кристалла кремния, он характеризуется высокой эффективностью 18-22% и высокой ценой, он имеет характерный темный цвет. Фотоэлементы из поликристаллического кремния, характеризуются эффективностью в диапазоне 14-18%, однако цена таких элементов ниже. Поликристаллические фотоэлементы обладают синим цветом с четко выраженными кристаллами кремния. Фотоэлементы из аморфного кремния представляют собой тончайшие слои кремния, полученные путем напыления в вакууме на стекло, пластик или фольгу из высококачественного металла, эти элементы характеризуются низкой эффективностью в диапазоне 6-10%, обычно такие солнечные элементы имеют блекло сероватый цвет, видимые кристаллы кремния отсутствуют.

Аморфный кремний широко применяется в небольших приборах, таких как часы и калькуляторы, но его эффективность и долгосрочная стабильность значительно ниже, поэтому он редко применяется в силовых установках.

Фотоэлементы являются ключевым звеном в создании солнечных батарей. Технология изготовления солнечных батарей состоит из большого количества технологических операций, основными из которых являются: подготовка кремниевых пластин, создание в них р-п перехода, нанесение контактов и просветление. Их работа основана на явлении р-п переходе возникающего под воздействием солнечного излучения. Фотоны, попадая на фотоэлемент в зону полупроводника с большей шириной запрещенной зоны, «выбивает» электроны, которые начинают движение к зоне п типа, а затем пройдя через цепь (нагрузку) связываются с положительными зарядами (дырками). В результате движения электронов образуется разность потенциалов, или напряжение.

Стоит отметить, что основная тенденция развития солнечных фотоэлементов заключается в снижении себестоимости энергии иногда в ущерб эффективности.

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ КАРБИДА КРЕМНИЯ**

Студентка группы 11304112 Романова К.В.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

Современный научно-технический прогресс неразрывно связан с разработкой и освоением новых материалов. Практика постоянно предъявляет все более жесткие и разнообразные требования к свойствам и сочетанию свойств у материалов. В последние десятилетия наметился существенный прогресс как в технологии полупроводникового карбида кремния, так и технологии прибором на его основе.

Материалы, используемые в электронной технике, подразделяют на электротехнические, конструкционные и специального назначения. Материалы, используемые в электронной технике, подразделяют на электротехнические, конструкционные и специального назначения. Электротехническими называют материалы, характеризующиеся определенными свойствами по отношению к электромагнитному полю и применяемые в технике с учетом этих свойств. По поведению в магнитном поле электротехнические материалы подразделяют на сильномагнитные (магнетики) и слабомагнитные. По поведению в электрическом поле материалы подразделяют на проводниковые, полупроводниковые и диэлектрические.

В работе рассмотрен полупроводниковый карбид кремния и его применение. Карбид кремния SiC является единственным бинарным соединением. В природе этот материал встречается крайне редко и в ограниченных количествах. Методы получения полупроводникового карбида кремния: метод сублимации, метод выращивания карбида кремния из паровой фазы, метод парофазного химического осаждения, метод выращивания из раствор-расплав.

Особенностью карбида кремния является его способность к люминесценции в видимой области спектра. Используя различные полиморфные типы, а также изменяя примесный состав монокристаллов, можно в принципе получить люминесценцию с любым цветом излучения — от красного до фиолетового. Это свойство карбида кремния используется для создания светодиодов.

На основе порошкообразного карбида кремния, скрепленного связующим материалом, изготавливают варисторы (нелинейные полупроводниковые резисторы), высокотемпературные нагреватели, волноводные поглотители.

## ФЕРМЕНТНЫЕ БИОСЕНСОРЫ

Студентка гр. 11310312 Романюк А.С.

Канд. техн. наук, доцент Кузнецова Т.А.

Белорусский национальный технический университет

Биосенсор – электронное устройство, принцип работы которого заключается в использовании биологического материала (антитела, клетки или фермента) для регистрации концентрации химических веществ..

Электрохимические биосенсоры обычно основаны на ферментативном катализе реакции, в которой освобождаются или поглощаются электроны. Используемые ферменты принадлежат к классу оксидоредуктаз. Биосенсор обычно включает в себя электрод сравнения, рабочий и вспомогательный. На поверхность рабочего электрода наносят биологический материал, который специфически вступает в реакцию с аналитом. Заряженные продукты реакции создают на рабочем электроде потенциал, который отнимается от потенциала на электроде сравнения для получения выходящего сигнала. Применяется также измерение силы тока при постоянном потенциале. В пьезоэлектрических сенсорах используются кристаллы, которые эластично деформируются при воздействии на них электрического потенциала. Переменный потенциал при определённой частоте вызывает стоячую волну в кристалле. Эта частота в значительной степени зависит от эластичных свойств кристалла, поэтому, если кристалл покрыт биологическим распознающим элементом, присоединение большого количества аналита к рецептору приведет к изменению резонансной частоты, что и служит сигналом о связывании.

Биосенсоры состоят из трёх частей: биоселективного элемента, преобразователя, связанная электроника

Примером биосенсора, который широко используется, является прибор для определения содержания глюкозы в крови больных диабетом. Биосенсор содержит фермент глюкозооксидазу в иммобилизованной форме. Фермент окисляет глюкозу в крови; при этом высвобождаются электроны, образующие электрический ток, который пропорционален количеству глюкозы, присутствующей в крови. Биосенсор очень чувствителен; он позволяет измерять концентрацию глюкозы в одной капле крови и выдает результат через 20 с. Со временем можно будет имплантировать такие датчики в кровеносные сосуды, находящиеся в коже больных диабетом, что позволит им более точно контролировать потребность в инсулине. Если биосенсор соединить с мининасосом так, чтобы он при необходимости автоматически вводил инсулин, то больной получит фактически автоматическую поджелудочную железу.

## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ГЕНЕРАТОРЫ (ЭХГ)

Студентка группы 11304112 Семененко Ю.А.

Канд. техн. наук, доцент Ковалевская А.В.

Белорусский национальный технический университет

В электрохимических генераторах происходит прямое преобразование химической энергии в электрическую. Они принципиально отличаются от всех генераторов электроэнергии тем, что в них химическая энергия преобразуется в электрическую, минуя стадию превращения в тепловую энергию.

ЭХГ состоят из батарей топливных элементов, систем хранения и подачи реагентов, отвода продуктов реакции, контроля и автоматического управления. В отличие от гальванических элементов, ЭХГ могут работать до тех пор, пока осуществляется подвод реагентов и отвод продуктов реакции.

Перспективны ЭХГ, в которых в качестве горючего используется водород. Использование водорода как энергоносителя поможет уменьшить расход углеводородного топлива и приведет к уменьшению выбросов углекислого газа в атмосферу.

Однако для реального внедрения концепции водородной энергетики необходимо решить несколько проблем, одной из которых является повышение эффективности электрохимического получения водорода и обратного преобразования химической энергии в электрическую.

Топливный элемент - лишь составная часть электрохимического генератора, который содержит еще системы кондиционирования, подготовки топлива, утилизации отходов и др. Первичным топливом могут быть метан, пары метанола, керосина, синтез-газ. Коэффициенты полезного действия у генераторов с топливными элементами изменяются от 30% (двигатели внутреннего сгорания и газовые турбины) до 65% (энергоустановки с твердооксидными топливными элементами), а теоретический коэффициент полезного действия может достигать 100%.

Ныне широко ведутся работы относительно создания эффективных высокотемпературных топливных элементов. Пока удельная мощность топливных элементов все еще небольшая, она в несколько раз ниже, чем у двигателей внутреннего сгорания.

Однако успехи электрохимии и конструктивное усовершенствование топливных элементов в недалеком будущем сделают возможным массовое использование топливных элементов в автотранспорте и энергетике. Топливные элементы бесшумные, экономические, и в них отсутствуют твердые отходы, которые загрязняют атмосферу.

## СИНТЕЗ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ ФЕРРИТА ЦИНКА И НИКЕЛЯ

Студентка группы 11304112 Семененко Ю.А.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

В данной работе уделено внимание особенностям получения нанокристаллических порошков.

Проведен критический обзор литературы в области нанокристаллических материалов.

Нанокристаллические материалы представляют собой особое состояние конденсированного вещества – макроскопические ансамбли ультрамалых частиц с размерами до нескольких нанометров. Уникальность структуры нанопорошков обусловлена тем, что при размере частиц менее 10 нм высокая доля атомов на поверхности приведет к большому влиянию на распределение сил поверхностного натяжения. С уменьшением размера частиц от 30 до 10 нм наблюдаются резкие изменения физических свойств материалов: снижение температуры плавления, равновесной концентрации вакансий и увеличение теплоемкости, коэффициента термического расширения и диффузии.

Среди механических свойств наноструктурных материалов надо отметить высокую прочность и высокую твердость. Прочностные свойства наноматериала определяются соотношением между пределом текучести и скоростью деформации. Благодаря своим необычным механическим свойствам они находят эффективное применение в качестве конструкционных материалов.

Структурные особенности нанокристаллических материалов находят свое отражение и в магнитных свойствах этих материалов, в способности материалов намагничиваться во внешнем магнитном поле.

Существуют различные технологии получения нанокристаллических материалов. Наибольший интерес представляет метод быстрого расширения сверхкристаллических флюидных растворов (RESS). Этот метод является крайне неравновесным: в RESS-процессе пересыщение снимается за  $10^{-5}$  –  $10^{-7}$  сек.

Данным методом получены многие сложные оксиды, например нанокристаллические порошки ферритов цинка ( $d=18$  нм) и никеля ( $d=20$  нм).

## ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА ФУЛЛЕРЕНОВ

Студент гр. 113431 Судиловская К.А.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Молекула фуллера — аллотропная модификация углерода, которая в простейшем случае представляет собой выпуклый замкнутый многогранник, составленный из шестиугольников, в узлах которых находятся атомы углерода. В зависимости от числа атомов фуллерены могут называться (от 24 до 70 атомов) и высшими (70 и более атомов). Практический интерес представляют молекулы фуллера с 60 и 70 атомами как наиболее распространенные ( $C_{60}$  и  $C_{70}$  соответственно).

Фуллерены получают преимущественно электродуговым, а также электроннолучевым или лазерным распылением графита в атмосфере гелия. Образующаяся сажа конденсируется на холодной поверхности реактора, собирается и обрабатывается в кипящем толуоле, бензоле, ксилоле или других органических растворителях. После выпаривания раствора образуется черный конденсат, который примерно на 10–15% состоит из смеси фуллеренов  $C_{60}$  и  $C_{70}$ , а также небольш их количества высших фуллеренов. В зависимости от параметров синтеза, соотношение между  $C_{60}$  и  $C_{70}$  может варьироваться, но обычно  $C_{60}$  преобладает над  $C_{70}$  в несколько раз. Среди высших фуллеренов преобладают  $C_{84}$ ,  $C_{76}$  и  $C_{78}$ , в целом же наблюдается тенденция к падению доли фуллера в продуктах синтеза с размером, предположительно связанная с уменьшением вероятности сборки более крупных структур из исходно испаряемых мелких углеродных кластеров.

Интерес к изучению фуллеренов связан с их необычными оптическими и электрическими свойствами. Главной особенностью фуллеренов является их повышенная реакционная активность. Они легко захватывают атомы других веществ и образуют материалы с принципиально новыми свойствами. На их основе возникла новая стереохимия углеродов, позволяющая целенаправленно создавать новые органические молекулы и, следовательно, вещества с заданными формами и свойствами. Фуллерены могут быть использованы как “нанокирпичики” для конструирования материалов с заданными параметрами.



**АКТЮАТОРЫ НА ОСНОВЕ СПЛАВОВ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ**

Студент гр. 113431 Судиловская К.А.

Канд. техн. наук, доцент Кузнецова Т.А.

Белорусский национальный технический университет

Перспективным направлением развития технических систем является использование интеллектуальных материалов в измерительных и исполнительных устройствах. Отличительная особенность таких материалов – способность контролируемым образом изменять свои свойства в ответ на изменения окружающей среды и в зависимости от условий эксплуатации менять пространственное расположение конструкции.

В середине XX столетия был создан новый класс металлических материалов с ранее неизвестными физическими эффектами. Эти материалы способны при изменении температуры возвращать значительные неупругие деформации, проявлять резиноподобную упругость, осуществлять преобразование тепла в механическую работу и т.д. Совокупность подобных эффектов обычно называют эффектом памяти формы (ЭПФ).

Элементы с эффектом памяти формы могут одновременно выполнять функции датчиков температуры и функции исполнительных элементов. Наиболее характерной особенностью исполнительных элементов с ЭПФ является их миниатюрность. Это обусловлено простотой их действия, а также тем, что элемент состоит из одного сплава. Другой характерной особенностью исполнительных элементов из сплава с ЭПФ является то, что на их действие влияет только температура. Следовательно, возможна установка этих элементов в таких средах, как вакуум или вода, при этом нет необходимости в герметизации.

В настоящее время эффект памяти формы обнаружен у широкого круга сплавов, принадлежащих различным системам, в частности у металлических систем Au-Cd, Cu-Zn-Al, Cu-Al-Ni, Fe-Ni, Cu-Al, Cu-Mn, Co-Ni, Ti-Ni, Ni-Al и других.

Среди большого числа сплавов с ЭПФ наибольшую группу составляют сплавы на основе меди. Сплавы Cu-Al-Ni наряду с другими сплавами с ЭПФ являются перспективными с точки зрения применения их в качестве силовых и сенсорных элементов в различных микро-, наноэлектромеханических и робототехнических системах и устройствах.

## ДАТЧИКИ КОНТРОЛЯ ВОДОРОДА ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ

Студент гр. 113431 Судиловская К.А.

Д-р физ.-мат. наук, профессор Хатько В.В.

Белорусский национальный технический университет

Водород является экологически чистым источником энергии, с помощью которого могут быть преодолены проблемы истощения ископаемых видов топлива. В новой водородной энергетике на протяжении всего процесса производства, хранения и транспортировки необходимо обнаружение утечек и измерение концентрации газообразного водорода. Поэтому датчики контроля водорода найдут широкое применение для мониторинга безопасности производства водорода на заводах, в трубопроводах, на станциях заправки, в автомобильных транспортных средствах и т.д.

Водородные сенсоры – это преобразователи, которые обнаруживают молекулы водорода и формируют электрический сигнал, величина которого пропорциональна концентрации газообразного водорода. Взаимодействие газа с чувствительным элементом детектирующего устройства может вызывать изменения в температуре, показателе преломления, электрических свойствах, массе, а также привести к механической деформации.

Принцип действия водородных сенсоров основан на специфических взаимодействиях - каталитической активности и растворимости водорода с некоторыми благородными металлами, такими как палладий и платина. Однако данные материалы являются очень чувствительными к механическому повреждению, возникающему в результате взаимодействия покрытий сенсора с молекулами водорода. Помимо их поверхностной каталитической активности, они обладают способностью поглощать водород, проникновение которого в глубину материала приводит к его расширению. Данный эффект вызывает ослабление структуры металла, и может вызвать растрескивание и отслаивание металлических пленок, что негативно влияет на стабильность работы рассматриваемых сенсоров.

Таким образом, необходимы дальнейшие исследования для улучшения чувствительности, селективности, времени отклика и надежности системы в дополнение к снижению размера сенсора, стоимости и энергопотреблению.

**ТЕХНИЧЕСКАЯ КЕРАМИКА НА ОСНОВЕ  
ЖЕЛЕЗИСТОГО КОРДИЕРИТА**

Студентка Тарасова Н.С.

Канд. техн. наук, доцент Дятлова Е.М.

Белорусский государственный технологический университет

Исследование новых систем с целью синтеза материалов с широким комплексом термомеханических характеристик представляет большой интерес. С этой целью была выбрана система  $\text{FeO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ , которая является на данный момент недостаточно изученной. Согласно диаграмме состояния, в ней при достаточно невысоких температурах образуется кристаллическая малорасширяющаяся фаза феррокордиерита  $2\text{FeO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 5\text{SiO}_2$ , характеризующаяся высокой степенью спекания.

Были спроектированы и исследованы составы керамических материалов на основе системы  $\text{FeO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ , лежащие в поле кристаллизации фазы феррокордиерита. Установлена взаимосвязь между показателями основных свойств образцов и их химическим составом, а также температурой синтеза.

В результате исследования физико-химических свойств синтезированных материалов установлено, что их водопоглощение и открытая пористость, величины, которых характеризуются наличием и количественным содержанием открытых пор, уменьшаются с увеличением содержания  $\text{FeO}$ , который способствует образованию легкоплавкой эвтектики и интенсифицирует процесс спекания керамических материалов, кажушаяся плотность при этом повышается.

Значения ТКЛР при этом изменяются от  $6,72\cdot 10^{-6}$  до  $4,6\cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  и в большей степени зависят от состава чем от температуры синтеза. Разработанная керамика обладает высокой химической стойкостью (95 – 98) %, что позволит использовать ее в агрессивных средах.

Установлено, что оксид железа способствует формированию железосодержащих кристаллических фаз (феррокордиерит и фаллит), образуя при этом маловязкие реакционноспособные расплавы.

Таким образом, результаты исследований показали возможность получения плотно спекшихся керамических материалов с повышенными физико-техническими характеристиками, которые могут быть использованы в качестве конструкционных и износостойких термостойких изделий.

## СОЗДАНИЕ ГИБКИХ ПОЛУПРОЗРАЧНЫХ СЕНСОРНЫХ ДИСПЛЕЕВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА

Студент гр.113430 Тарендь М.В.

Д-р физ.-мат. наук, профессор Хатько В.В.

Белорусский национальный технический университет

В последнее время использование металлов и оксида индия-олова (ИТО) при производстве ЖК-дисплеев, органических светодиодов и сенсорных панелей становится нерациональным с точки зрения экономики и практичности. Эти материалы не обладают достаточной гибкостью и прочностью, а цены на них растут.

Самым подходящим по всем параметрам, включая электрофизические и оптические свойства, является графен. Графен в 200 раз прочнее стали и может растягиваться на 20% без повреждения структуры, он имеет высокие показатели тепло- и электропроводности, а также поглощает только 2.7% всего спектра дневного света.

В современных телевизионных панелях и смартфонах используется технология OLED (органические светодиоды). Графеновые светодиоды можно получить сложив особым образом пленки нитрида бора, дисульфида молибдена и сульфида титана, а листы графена используются как прозрачные электроды. Такие гетероструктуры способны люминесцировать при пропускании через нее электрического тока. Характеристики такого светодиода можно контролировать, меняя состав гетероструктуры. При этом излучающий слой, один из стопки в 10–40 атомных слоев, испускает свет со всей своей поверхности.

Такие структуры получают нанося на лист графена необходимые двумерные материалы, затем осторожно приподнимают их, заставляя их приклеиваться к листу за счет сил электростатического притяжения. Так можно наносить на поверхность графена сразу несколько слоев чужеродных элементов.

Графеновые светодиоды стабильны по своей природе: они долго сохраняют нормальную работоспособность, а квантовая эффективность сравнима с аналогичным показателем для органических светодиодов.

Изделие не ограничивается использованием только в экранах, его можно задействовать в осветительной технике, одежде, приборах медицинского и другого назначения.

**ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ЖИДКОСТНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ**

Студентка гр.11304113 Троян Е.Д.

Канд. техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет

Хроматография изучает термодинамику состояния двухфазных систем, сверхкритическое и жидкокристаллическое состояние веществ, исследует природу межмолекулярных взаимодействий, кинетику процессов внутреннего и межфазного массообмена, процессы комплекссообразования, ассоциации и образования соединений включения. Хроматография – метод разделения, анализа и физико-химических исследований веществ, основанный на перемещении зоны вещества вдоль слоя сорбента в потоке подвижной фазы с многократным повторением сорбционных и десорбционных актов. При этом разделяемые вещества распределяются между двумя несмешивающимися фазами: подвижной и неподвижной. Существует несколько классификаций методов хроматографического разделения. В данной классификации все виды подразделяются на 3 основных вида по агрегатному состоянию используемой подвижной фазы: газовая, жидкостная и сверхкритическая флюидная хроматография. Следующим уровнем классификации является классификация по агрегатному состоянию используемой неподвижной фазы, отвечающей за взаимодействие и разделение веществ.

Жидкостная хроматография (ЖХ) - метод разделения и анализа сложных смесей веществ, в котором подвижной фазой является жидкость. Подвижная фаза в жидкостной хроматографии выполняет двойную функцию: 1) обеспечивает перенос десорбированных молекул по колонке; 2) регулирует константы равновесия, а, следовательно, и удерживание в результате взаимодействия с неподвижной фазой и с молекулами разделяемых веществ.

Высокоэффективная жидкостная хроматография – наиболее эффективный метод анализа органических проб сложного состава. Процесс анализа пробы делится на 2 этапа: разделение пробы на составляющие компоненты; детектирование и измерение содержания каждого компонента. Задача разделения решается при помощи хроматографической колонки, которая представляет собой трубку, заполненную сорбентом. Хроматографическая колонка отвечает за селективность и эффективность разделения компонентов. Подбирая различные типы колонок можно управлять степенью разделения анализируемых веществ. Метод ВЭЖХ применяется в санитарно-гигиенических исследованиях, экологии, медицине, фармацевтике.

нефтехимии, криминалистике, для контроля качества и сертификации продукции.

В данной работе проведен литературный обзор в области высокоэффективной хроматографии. Особое внимание уделено изучению жидкостной хроматографии.

УДК 531.768

## **КРЕМНИЕВЫЕ МЭМС – МИКРОФОНЫ**

Студент гр.113430 Турец А.Я.

Канд. техн. наук, доцент Кузнецова Т.А.

Белорусский национальный технический университет

Микрофоны - это электроакустические преобразователи, которые преобразуют звуковые волны в электрические сигналы и наоборот [1]. МЭМС-микрофоны выполняются на кремниевой подложке-основании. МЭМС-микрофон состоит из гибкой мембраны, жесткой подложки и демпфирующего отверстия с электрическим зарядом на подложке. Диафрагма находится в непосредственной близости от подложки, образуя конденсатор. В качестве материала основания обычно используется кремний, подвижная обкладка конденсаторного микрофона также может быть кремниевой. Источником воздействия для них являются звуковые колебания [2]. Микрофон помещают в ухо пользователя, при этом под воздействием звукового давления мембрана движется, что вызывает изменение емкости между ней и подложкой. Эти изменения измеряются и выводятся в виде электрического сигнала [3].

В результате расчета влияния величины прогиба мембраны на величину напряжения было определено, что при уменьшении толщины мембраны в 2 раза, напряжение, которое возникает в цепи при прогибе уменьшается более чем в 5 раз. Также выявлены основные достоинства, которыми обладают МЭМС-микрофоны, среди них: малые габариты, высокая стабильность сигнала и очень низкая потребляемая мощность

### **Литература**

1. Ультразвуковые преобразователи, пер. с англ. под ред. Е. Кикучи. - М., 1972. 245 с.

2. Сысоева, С. Ключевые сегменты рынка МЭМС-компонентов. Инерциальные системы — от low-end до high-end / С. Сысоева // Компоненты и технологии. 2010. № 5. С. 15 – 18.

3. Т. Abraham, В. Lal Gupta// ET-105:mems microphones –a global technology, industry and market analysis// Innovative research and products // Stamford, CT 06905, USA., 2007. – P. 85 – 99.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ ПОСЛЕ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНДЕНТИРОВАНИЯ И АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Студент гр.113430 Турец А.Я.

Канд. техн. наук, доцент Кузнецова Т.А.

Белорусский национальный технический университет

Поверхностное пластическое деформирование (ППД) – обработка давлением, при котором пластически деформируется только поверхностный слой материала. В результате наклёпа упрочняется поверхностный слой, повышается износостойкость, усталостная прочность, стойкость к коррозионным воздействиям.

В данной работе проводится измерение изменений микротвердости по шлифу поперечного сечения стальных валов. Измерения проводили по всему сечению шлифа от одной поверхности, на которую воздействуют ППД, до другой с расстоянием между уколами около 1 мм (рисунок 1). Для определения значений микротвёрдости используется микротвердомер ПМТ-3 с наконечником Виккерса. Морфологию пластически деформированной поверхности исследовали с использованием атомно-силового микроскопа NT-206 (ОДО «Микротестмашины», Беларусь).

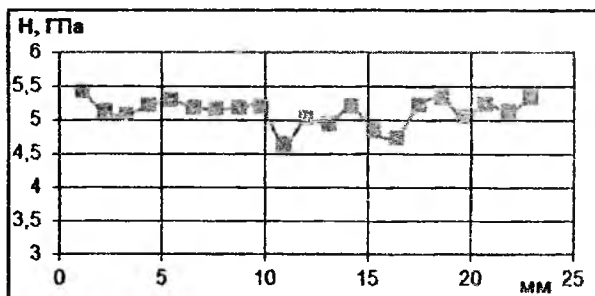


Рис. 1 – Изменение микротвердости по сечению вала

В результате ППД наблюдается упрочнение поверхностных слоев деталей по сравнению с серединой вала. Из-за пластического течения материала установлена неоднородность свойств по сечению образца.

## РАЗМЕРНЫЙ ЭФФЕКТ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ТВЕРДОСТИ АЛМАЗОПОДОБНЫХ ПЛЕНОК НАНОИНДЕНТИРОВАНИЕМ

Магистрантка гр. 1-38 80 01 Ширяева Т.И.

Д-р техн. наук, профессор Чижик С.А.,

канд. техн. наук, доцент Кузнецова Т.А.

Белорусский национальный технический университет

Известно, что свойства веществ в микро- и нанобласти существенно, а очень часто и радикально, отличаются от макроскопических. Этот феномен носит название размерного эффекта (РЭ). Изменения свойств материалов при уменьшении характерных размеров могут носить самый различный характер: растущий, падающий, осциллирующий и др. Непрерывно идущая миниатюризация элементов микроэлектромеханических систем (МЭМС) привела к необходимости создания конструктивных и функциональных компонентов с субмикронными размерами. В этой связи экспериментальное изучение РЭ механических свойств и выявление их причин является актуальной задачей.

Одним из наиболее распространенных способов определения механических свойств в наномасштабе является наноиндентирование (НИ). В его основе лежит определение и анализ зависимости прикладываемой нагрузки от глубины внедрения индентора. РЭ при НИ обусловлен изменением условий и механизмов деформации при уменьшении размеров пластически деформированной зоны. В первом приближении она пропорциональна глубине отпечатка  $h$ . В данной работе использовали наноиндентор Hysitron 750 Ubi (США) с наконечником типа Беркович с радиусом закругления 100 нм.

При НИ алмазоподобных пленок с приложением различных нагрузок было выявлено, что пластическое деформирование проходит в несколько стадий. В области  $h \leq 30$  нм более вероятны недислокационные механизмы деформации, в частности, за счет образования и перемещения

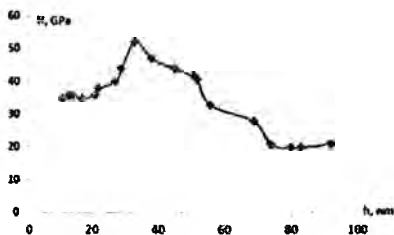


Рисунок 1 – Зависимость твердости от глубины внедрения индентора

неравновесных точечных дефектов. Твердость при этом нарастает с увеличением  $h$  (рисунок 1, участок 1), поскольку диффузионные механизмы при этом становятся менее эффективными. По мере увеличения размеров отпечатка роль дислокационных механизмов нарастает и  $H$  начинает падать (участок 2).



## ЗОНД СКАНИРУЮЩЕГО БЛИЖНЕПОЛЬНОГО ОПТИЧЕСКОГО МИКРОСКОПА

Студентка гр. 113431 Шкляр Д.С.

Академик НАН Б, д-р техн. наук, профессор Чижик С.А.

Белорусский национальный технический университет

В данной работе уделено внимание изучению особенностей устройства зонда - ключевого элемента сканирующего ближнеполюсного оптического микроскопа (СБОМ). Проведён аналитический обзор литературы в области сканирующей микроскопии. Более подробно изучен зонд на основе адиабатически суженного одномодового оптического волокна.

Апертура зонда определяет разрешение ближнеполюсных оптических устройств. Существует несколько видов зондов СБОМ. Наиболее перспективным и широко распространенным является зонд на основе адиабатически суженного одномодового оптического волокна, покрытого тонкой металлической пленкой и имеющего малую апертуру на его острие. Другой вариант зонда СБОМ изготавливается на основе кремниевого кантилевера для атомно-силовых микроскопов.

Первый вариант зонда представляет собой заостренное оптическое волокно с размерами острия при вершине, много меньшими длины волны света (т.е. порядка 100 нм). Для заполненного кварцем цилиндрического металлического волновода при длине волны излучения 0,5 мкм критический диаметр равен 0,21 мкм для TE<sub>11</sub> (HE - моды, у которой поле магнитное преобладает над электрическим, EH – моды с преобладающим продольным электрическим полем) моды и возрастает до 0,28–0,35 мкм для последующих мод. Таким образом, прохождение через апертуру высших мод излучения значительно меньше. Угол сужения зонда также важен для его характеристик, так как, с одной стороны, его необходимо сделать плавно сужающимся для уменьшения отражения и лучшей локализации световой волны, с другой – слишком медленное сужение приводит к увеличению омических потерь на его стенках. Оптимальным углом сужения зонда считается угол  $\sim 10^\circ$  между осью.

Для изготовления ближнеполюсного оптического зонда (БОЗ) в настоящее время используется один из двух наиболее распространенных методов – химическое травление либо механическая вытяжка разогретого до вязкотекучего состояния локального участка волокна и его границей.

Возможности развития и распространения ближнеполюсной техники во многом ограничиваются разработкой методов контроля и тестирования зондов, которые позволяли бы получить информацию об их оптических свойствах.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РЕНТГЕНОЛИТОГРАФИИ В ТЕХНОЛОГИИ МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Студентка гр. 113431 Шкляр Д.С.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Рентгенолитографию следует рассматривать как один из наиболее перспективных методов литографии при изготовлении сверхбыстродействующих полупроводниковых приборов и ИМС. Одним из достоинств рентгенолитографии является возможность получения структур субмикронных размеров с низким уровнем дефектности.

При рентгенолитографии изображение на полупроводниковую подложку «переносится» с шаблона, называемого рентгеношаблоном, с помощью мягкого рентгеновского излучения, длина волны которого  $\lambda = 0,5...2$  нм. Разрешающая способность рентгенолитографии 0,2 - 0,3 мкм. Для реализации рентгенолитографии необходимы: мощный источник рентгеновского излучения с малой расходимостью пучка (синхротронное излучение, т.к. обладает сильной природной коллимацией, т.е. малой расходимостью потока); рентгеношаблоны, обладающие высокой прочностью, контрастностью и малым температурным коэффициентом линейного расширения; рентгенорезисты высокой разрешающей способности и чувствительности; системы мультипликации изображения, погрешность совмещения которых не превышает 0,03 - 0,05 мкм.

При рентгенолитографии используют два способа переноса изображения с рентгеношаблона на рабочую площадь подложек: полностью и мультипликацией. В обоих случаях совмещение выполняют по специальным меткам на рентгеношаблоне и подложках при освещении монохроматическим излучением видимого диапазона, а экспонирование – рентгеновским. Важной проблемой рентгенолитографии является разработка технологии изготовления рентгеношаблонов и масок для них. Исходя из этих требований, маски формируют в виде тонких пленок Au, Pt, W, Mo, а мембраны изготавливают в виде тонких слоев Be, Si, SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, их сочетаний или специальных безусадочных полимерных пленок.

Проблемы применения рентгенолитографии в серийном производстве полупроводниковых приборов и интегральных микросхемах (ИМС) связаны со сложностью технологии и используемого оборудования.

## СЕКЦИЯ 4. ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 535.317

### ТЕХНОЛОГИЯ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ РЕЗКИ СТЕКЛА

Студент гр.113111 Андрияш А.С., студент гр.113111 Кипарин А.И.

Канд. техн. наук, доцент Шамкалович В.И.

Белорусский национальный технический университет

На сегодняшний день одними из наиболее прогрессивных способов резки стекла на заготовительных операциях является распиливание алмазными дисковыми пилами, лазерное управляемое термораскалывание, а также, постепенно в оптическое приборостроение, внедряется технология гидроабразивной обработки резанием.

В основе технологии гидроабразивной резки лежит принцип эрозионного воздействия смеси высокоскоростной водяной струи и твёрдых абразивных частиц на обрабатываемый материал. Физическая суть механизма резки состоит в отрыве и уносе из полости реза частиц материала скоростным потоком твердофазных частиц. Устойчивость истечения и эффективность воздействия двухфазной струи (вода и абразив) обеспечиваются оптимальным выбором целого ряда параметров резки, включая давление и расход воды, а также расход и размер частиц абразивного материала.

Благодаря тому, что струя воды не создает прямого давления на поверхность материала, отсутствует термическое воздействие на обрабатываемый материал и высокие силы в зоне резания, (температура в зоне  $60^{\circ} - 90^{\circ}$ , силы 1..100Н), исключаются дефекты, сколы, царапины на поверхности заготовки.

Данный метод обеспечивает на 30% меньший расход материала и высокое качество реза (шероховатость Ra1,6), что обуславливает меньшие затраты на дальнейшую обработку, и играет огромную роль в современном производстве.

Гидроабразивная резка позволяет обрабатывать все типы стекол практически любой формы реза и конфигурации, толщиной от 0,1 до 300мм. Также возможна обработка многослойных композиций из листового стекла, что повышает производительность заготовительных операций.

В настоящее время это наиболее производительный метод обработки резанием по многим показателям. Он опережает лазерную резку, при которой невозможно обрабатывать заготовки большой толщины и достичь низкой температуры в зоне резания, резку алмазным инструментом, более высоким качеством реза и возможностью получать заготовки практически любой формы.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ОПТИЧЕСКОГО БЛОКА ОСВЕТИТЕЛЯ В ОПЕРАЦИОННОМ МИКРОСКОПЕ ОРМІ 1FR

Студент гр. 113120 Антонович М.С.,  
студентка гр.1131112 Степанова Ю.А.  
Д-р техн. наук, профессор Артюхина Н.К.

Белорусский национальный технический университет

Микроскопы операционные (operating microscope) применяются в микрохирургии – в самых различных областях клинической и экспериментальной хирургии и прежде всего в офтальмологии, отоларингологии и нейрохирургии. Приборы увеличивают изображение операционного поля в 40-50 раз и позволяют с высокой точностью работать микроманипуляторами, повторяющими движение руки.

В настоящей работе представлен операционный микроскоп ОРМІ 1FR, разработанный для потребностей офтальмологии – области медицины, изучающей глаз, его анатомию, физиологию и глазные болезни. Оптика микроскопа (объектив  $f=200\text{мм}$ ) гарантирует получение резкого, кристально чистого изображения повышенной контрастности с заданным видимым увеличением. Предусмотренные дополнительные функции позволяют упростить процесс эксплуатации; основные из них: интегрированный пятиступенчатый апохроматический переключатель увеличения с кратностью увеличения 0,4/0,6/1,0/1,6/2,5, фокусировка и волоконно-оптическое освещение; устройство защиты сетчатки и защитные фильтры КК40 и GG475 оберегают глаз пациента от избыточного облучения. Доставка оптического излучения в ОРМІ 1FR осуществляется за счёт волоконно-оптической подвески (галогенной лампы 12В, 100Вт), имеющей ряд недостатков.

Целью модернизации операционного микроскопа ОРМІ 1FR является замена волоконно-оптического освещения на светодиодное, что позволяет уменьшить габариты и снизить затраты на ремонтные работы.

Разработана новая конструкция оптического блока осветителя, который состоит из светодиода, асферической линзы – конденсора. Линза рассчитана таким образом, чтобы использовать как можно больше светового потока источника света, подобран материал линзы – S TIM 2. Поскольку осветительный светодиод имеет высокие требования к качеству теплоотвода, предусмотрен внешний радиатор, который служит для его охлаждения.

Er:YLiF<sub>4</sub> ЛАЗЕР С РЕЗОНАНСНОЙ НАКАЧКОЙ

Студентка БГУ Барашкова М.Б., аспирант Горбаченя К.Н.  
 Канд. физ.-мат. наук Кисель В.Э., канд. физ.-мат. наук. Ясюкевич А.С.,  
 канд. физ.-мат. наук Курильчик С.В., д.ф.-м.н. Кулешов Н.В.  
 Белорусский национальный технический университет

Лазеры, излучающие в области 1.5-1.6 мкм, являются условно безопасными для зрения. Они находят многочисленные применения в системах оптической локации и дальнометрии. На сегодняшний день наибольшее практическое распространение в качестве лазерных источников, излучающих в спектральной области около 1.6 мкм, получили твердотельные лазеры на ионах эрбия.

В последнее время для эрбиевых сред находит все большее применение накачка в области около 1.5 мкм (так называемая резонансная накачка). В этом случае осуществляется прямое возбуждение ионов Er<sup>3+</sup> непосредственно на верхний лазерный уровень <sup>4</sup>I<sub>13/2</sub>. Данный подход позволяет существенно снизить тепловыделение в активной среде, а также исключает потери энергии при ее переносе с промежуточного <sup>4</sup>I<sub>11/2</sub> на верхний лазерный уровень.

В данной работе исследованы генерационные характеристики кристалла Er:YLiF<sub>4</sub> при резонансной накачке в области около 1.5 мкм.

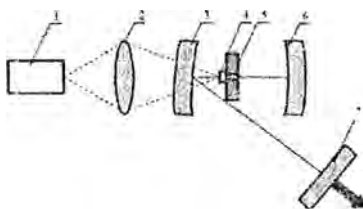


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

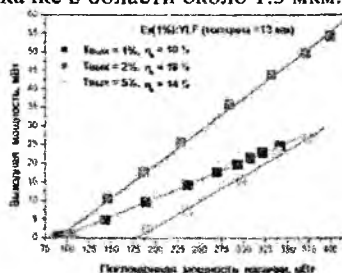


Рисунок 2 – Зависимость выходной мощности от поглощенной мощности накачки

Лазерные эксперименты в непрерывном режиме генерации проводились в трёхзеркальном резонаторе, схема которого приведена на рисунке 1. Зависимость выходной мощности лазерной генерации от поглощённой мощности накачки для выходных зеркал с коэффициентом пропускания 1, 2.2 и 5 % приведена на рисунке 2.

В результате выполнения работы впервые реализован лазер на основе кристалла Er:YLiF<sub>4</sub> с резонансной накачкой в области около 1.5 мкм.

## РАЗРАБОТКА ТЕПЛОВИЗИОННОГО ПРИЦЕЛА

Студент гр. 113120 Буйневич Д.С.

Д-р физ.-мат. наук, профессор Кулешов Н.В.

Белорусский национальный технический университет

При модернизации различных типов стрелкового оружия важную роль играет усовершенствование систем прицеливания. В связи с этим все большее распространение получают прицелы, работающие по принципу тепловизора.

Тепловизор – прибор, регистрирующий различия температур на определенном участке поверхности. Любое тело, имеющее температуру выше нуля градусов, излучает в инфракрасной области спектра. Это излучение фиксируется тепловизионным модулем, который является основой большинства приборов, работающих в инфракрасной области.

По сравнению с оптическими прицелами и прицелами ночного видения тепловизионные прицелы имеют ряд преимуществ: обеспечивают круглосуточное прицеливание и наблюдение местности; не могут быть выведены из строя какими-либо световыми помехами; дождь, дым, пыль или туман существенно не влияют на дальность видения; нет необходимости во внешнем источнике света; возможна адаптации прицела электронным способом под баллистику различных типов оружия и сохранение информации в памяти прибора.

В настоящее время основной задачей для предприятий, занимающихся исследованиями, разработкой, а так же изготовлением тепловизионных прицелов для разных типов стрелкового оружия, является улучшение технических характеристик прибора, что позволит получать более точную информацию о наблюдаемой местности.

Целью данной работы является разработка тепловизионного прицела на основе микроболометрической матрицы 384x288, обеспечивающего следующие параметры:

- Минимально регистрируемая разность температур (MRTD) не более 0,09°K.

- Дальность обнаружения/ распознавания ростовой фигуры человека на фоне зеленой травы не менее – 1500/800 м.

В состав разрабатываемого тепловизионного прицела входят следующие модули: объектив, микроболометрическая матрица, блок электроники с кнопками управления и внешним разъемом, окуляр.

Разрабатываемый прицел не уступает зарубежным аналогам по основным техническим и функциональным характеристикам.

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ПЛОСКОСТИ КРЕПЛЕНИЯ ЛИНЗ ПРИ ДВУСТОРОННЕЙ ОБРАБОТКЕ

Студент гр. 113111 Василевич А.В., магистрант Лаптева Е.О.

Д-р техн. наук, профессор Филонов И.П.

Белорусский национальный технический университет

Классическая технология изготовления оптических деталей со сферическими поверхностями предусматривает одностороннюю обработку с поочередным креплением заготовок за одну из исполнительных поверхностей с помощью наклеечного вещества в виде смолы. При этом требуется производить нагрев заготовки детали, наклеечного приспособления и смолы. Ввиду различных значений температурного коэффициента линейного расширения металла наклеечного приспособления, стекла и смолы происходит упругая деформация заготовок оптических деталей, находящихся в блоке. После обработки линз и снятия их с блока напряжения релаксируют и искажают геометрическую точность поверхности, достигнутую в процессе ее формообразования.

Отмеченных недостатков лишена технология одновременной двусторонней обработки линз. При реализации этой технологии заготовки закрепляют за боковую нерабочую поверхность. Однако необходимо учитывать, что такое крепление при неправильном его осуществлении также деформирует деталь.

Для анализа напряженного состояния линз при креплении их за боковую цилиндрическую поверхность использовалась математическая модель упругого изотропного деформирования твердого тела.

Используя вышеупомянутую математическую модель, выполнены численные исследования, целью которых являлось определение характера изменения максимальных перемещений в центре линзы в зависимости от положения кольца  $Y_k$  и величины внешней нагрузки на него.

Выполненные расчеты позволили определить влияние величины перемещений в центре линзы от нагрузки. В результате выявлено, что перемещения в центре линзы изменяются линейно в зависимости от действующей нагрузки. Это позволяет по значению перемещений, установленным для двух величин нагрузок, определить, выполнив интерполяцию, все другие необходимые значения.

Интерполируя значения смещений кольца  $Y_k$  между двумя величинами деформаций в центре линзы, когда они меняют знак, получаем параметр  $Y_{opt}$ , определяющий оптимальное положение кольца на боковой поверхности линзы с точки зрения минимальных перемещений в ней.

## СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА МОНОКЛИННОГО КРИСТАЛЛА $\text{Eu:KLu(WO}_4)_2$

Студентка 5к. Вилейшикова Е.В.<sup>1</sup>

Канд. физ.-мат. наук Лойко П.А.<sup>2</sup>,

д-р физ.-мат. наук, проф. Юмашев К.В.<sup>2</sup>

Белорусский государственный университет<sup>1</sup>,

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

Объектом исследования работы является люминесценция ионов трёхвалентного европия в моноклинном кристалле двойного вольфрамата  $\text{Eu:KLu(WO}_4)_2$ . Оптическое поглощение выращенного кристалла в видимой области спектра сформировано электронными переходами ионов европия  ${}^7F_{0,1} \rightarrow {}^5D_{0,1,2,3}$  и проявляется в спектрах поглощения в виде резких линий в области 588-623 нм, 526-542 нм, 464-468 нм, 410-420 нм соответственно. В спектрах поглощения наблюдается анизотропия для поляризаций света вдоль осей оптической индикатрисы  $N_p$ ,  $N_m$  и  $N_g$ , а наибольшие поперечные сечения поглощения соответствуют поляризации  $E \parallel N_m$ .

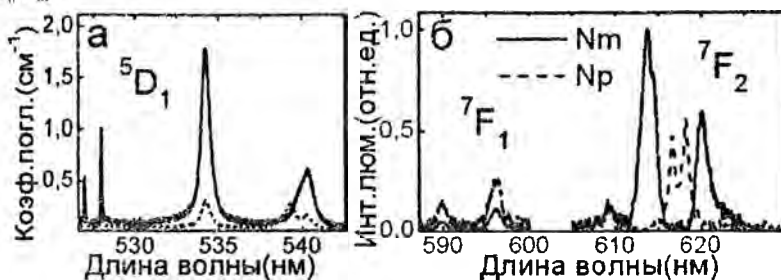


Рисунок 1 – Спектр поглощения (а) и люминесценции (б)  
кристалла  $\text{Eu:KLu(WO}_4)_2$

Возбуждение люминесценции проводилось на длине волны 534 нм, в полосу, отнесенную к переходу  ${}^7F_0 \rightarrow {}^5D_1$ , структура которой показана на рисунке 1(а). В спектрах наблюдалась интенсивная узкополосная люминесценция в области 590–600, 605–625 и 695–710 нм, обусловленная переходами  ${}^5D_0 \rightarrow {}^7F_1$ ,  ${}^7F_2$  и  ${}^7F_4$ . Сильное преобладание по интенсивности электрического дипольного перехода  ${}^5D_0 \rightarrow {}^7F_2$  над магнитным  ${}^5D_0 \rightarrow {}^7F_1$  (рис. 1б) объясняется низкой симметрией окружения иона  $\text{Eu}^{3+}$  без центра инверсии –  $C_2$  для кристалла  $\text{KLu(WO}_4)_2$ . Время затухания люминесценции из состояния  ${}^5D_0$  составило 0.45 мс. Кристалл  $\text{Eu:KLu(WO}_4)_2$  перспективен для создания на его основе лазеров, работающих в красной области спектра.



## ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ПРОЗРАЧНОЙ СТЕКЛОКЕРАМИКИ С НАНОКРИСТАЛЛАМИ $\text{PbF}_2:\text{Yb},\text{Eu},\text{RE}$ ( $\text{RE} = \text{Er}, \text{Tm}, \text{Ho}$ )

Студентка 5к. Вилейшикова Е.В.<sup>1</sup>Канд. физ.-мат. наук Лойко П.А.<sup>2</sup>,д-р физ.-мат. наук, проф. Юмашев К.В.<sup>2</sup>Белорусский государственный университет<sup>1</sup>,Белорусский национальный технический университет<sup>2</sup>

В настоящей работе исследуются спектрально-люминесцентные свойства оксифторидной стеклокерамики, полученной в результате вторичной термообработки (при 400 °С в течение 45 ч) стекла системы  $\text{SiO}_2\text{-PbO-PbF}_2\text{-CdF}_2$ , соактивированного 1 мол%  $\text{Eu}_2\text{O}_3$ , 1 мол%  $\text{YbF}_3$  и рядом оксидов редких земель 0.01 мол%  $\text{RE}_2\text{O}_3$ , где  $\text{RE} = \text{Er}, \text{Tm}$  или  $\text{Ho}$ . Как показал РФА, в результате термообработки в аморфной стеклофазе образуются наноразмерные (5-10 нм) кристаллы дифторида свинца  $\text{PbF}_2$ . При возбуждении полученных образцов в полосу поглощения иттербия (~960 нм) в спектре обнаружена видимая ап-конверсионная люминесценция ионов  $\text{Er}^{3+}$ ,  $\text{Tm}^{3+}$ ,  $\text{Ho}^{3+}$  в виде структурированных полос (рисунок 1). Наиболее интенсивные среди них расположены в области 475 нм (переход  $^5\text{G}_4 \rightarrow ^3\text{H}_6$  для ионов  $\text{Tm}^{3+}$ ), 541 нм (переход  $^5\text{F}_4 + ^5\text{S}_2 \rightarrow ^5\text{I}_8$  для ионов  $\text{Ho}^{3+}$ ), 520 и 540 нм (переходы  $^2\text{H}_{11/2} \rightarrow ^4\text{I}_{15/2}$  и  $^4\text{S}_{3/2} \rightarrow ^4\text{I}_{15/2}$  для ионов  $\text{Er}^{3+}$ ). Во всех образцах также зарегистрированы полосы кооперативной ап-конверсионной люминесценции  $\text{Eu}^{3+}$  (отмечены \*), связанной с переходами из состояния  $^5\text{D}_0$ , заселяемого путем переноса энергии от пары возбужденных ионов  $\text{Yb}^{3+}$ , в глубоколежащие состояния  $^7\text{F}_{1,2,4}$  (с максимумами на длинах волн 592, 615, 697 нм соответственно).

В исследуемой стеклокерамике можно получить интенсивную ап-конверсионную люминесценцию в синем (при активации  $\text{Yb},\text{Eu},\text{Tm}$ ), в зеленом ( $\text{Yb},\text{Eu},\text{Ho}$ ) и в желтом ( $\text{Yb},\text{Eu},\text{Er}$ ) цветовом диапазоне, что делает ее перспективным люминофором.



Рисунок 1 – Спектр люминесценции оксифторидной стеклокерамики с нанокристаллами  $\text{PbF}_2$ , соактивированной ионами  $\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{RE}^{3+}$  и  $\text{Yb}^{3+}$

## ПРИЦЕЛ ОПТИЧЕСКИЙ

Студент гр. 113120 Гапеев С.А., студент гр.113111 Андрияш А.С.

Д-р техн. наук, профессор Козерук А.С.

Белорусский национальный технический университет

Прицел предназначен для прицеливания при стрельбе из охотничьего и спортивного оружия и может эксплуатироваться при температуре воздуха от минус 40 (при использовании литиевого элемента питания) до плюс 50°C; верхнее значение относительной влажности воздуха – 100 % при температуре плюс 25°C.

Для регулирования зажимного устройства необходимо:

- если крепление ослаблено (прицел имеет качку), переставить регулировочную ручку, повернув ее в направлении окуляра, и тем самым добиться нормального закрепления прицела на оружии;
- если необходимо ослабить крепление – переставить регулировочную ручку, повернув ее в направлении объектива, обеспечив нормальное закрепление прицела на оружии.

Включение прицела и регулировка яркости сетки осуществляется при помощи специальной рукоятки. В крайних положениях этой рукоятки, обозначенных «0», прицел выключен. Вращением по часовой стрелке рукоятка переводится в фиксированные положения, соответствующие различным яркостям сетки (всего семь градаций), в порядке возрастания яркости. Уменьшение яркости сетки осуществляется вращением рукоятки против часовой стрелки.

Элемент питания устанавливается в отсек питания с соблюдением полярности – в соответствии с маркировкой на корпусе прицела.

Индикатором разряда элемента питания является отсутствие подсветки сетки в режиме контроля «К». Отсутствие подсветки свидетельствует о разряде элемента питания не менее 95% и необходимости его замены.

В комплект прицела входит кронштейн, предназначенный для установки прицела на направляющую планку типа «ласточкин хвост» на боковой поверхности ствольной коробки оружия.

Кронштейн крепится на боковой планке оружия при помощи зажимного устройства. Паз под планку типа «ласточкин хвост» образован нижней и двумя верхними направляющими. В зажимное устройство входят также: зажимной винт, ручка с рычагом для поворота винта, шайба и защелка для крепления ручки на зажимном винте. Конструкция зажимного устройства позволяет производить регулировку зажимного усилия. Регулировка производится переустановкой ручки на зубчатом венце зажимного винта при снятой защелке.

## ЛАЗЕР НА КРИСТАЛЛЕ $Tm, Ho: KY(WO_4)_2$ С ДИОДНОЙ НАКАЧКОЙ

Студент 113120 Гачегов Е.В.

Канд. физ.-мат. наук Курильчик С.В., канд. физ.-мат. наук Кисель В.Э.,  
д-р физ.-мат. наук Кулешов Н.В.

НИЦ оптических материалов и технологий БНТУ

Интерес к разработке эффективных и компактных источников лазерного излучения, работающих в области 2 мкм, обусловлен возможностью их применения в медицине и промышленности. Такое излучение является безопасным для глаз, хорошо поглощается многими атмосферными газами, что обуславливает возможность их использования в обработке материалов, дальнометрии, дистанционном зондировании атмосферы.

В данной работе исследован кристалл  $Tm, Ho: KY(WO_4)_2$  в качестве активной среды микрочип-лазера с продольной диодной накачкой. Накачка кристалла была организована при помощи лазерного диода, излучающего на длине волны 802 нм, которая соответствует полосе поглощения ионов тулия в кристалле. Интенсивные процессы переноса энергии в кристалле способствовали заселению верхнего энергетического уровня ионов гольмия, последующий переход которого в основное состояние сопровождается излучением на длинах волн 2,0–2,1 мкм. Схема эксперимента представлена на рисунке 1.

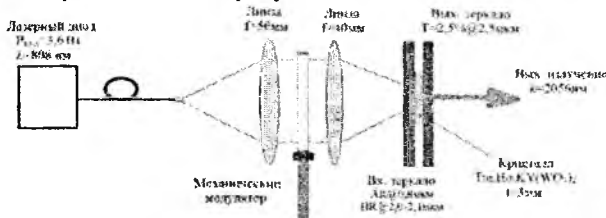


Рисунок 1 – Схема лазера на кристалле  $Tm, Ho: KY(WO_4)_2$

Излучение лазерного диода с волоконным выходом коллимировалось и фокусировалось внутрь активного элемента, в качестве которого выступал кристалл  $Tm(5at.%), Ho(0,4at.): KY(WO_4)_2$  толщиной 3 мм. Диаметр пучка в перетяжке составлял 150 мкм. Для снижения термических нагрузок в кристалле излучение накачки прерывалось частотой 25 Гц. Резонатор лазера был образован двумя плоскими зеркалами, расположенными вплотную к активному элементу. В такой схеме реализована лазерная генерация на длине волны 2056 с дифференциальной эффективностью 25,5 % и максимальной пиковой мощностью 425 мВт.

## НЕЛИНЕЙНО-ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТЕКЛОКЕРАМИКИ С НАНОКРИСТАЛЛАМИ $\text{Co}^{2+}:\text{Ga}_2\text{O}_3$ ДЛЯ ЛАЗЕРНЫХ ПАССИВНЫХ ЗАТВОРОВ

Магистрант Глазунов И.В.

М.и.с. Скопцов Н.А., д-р физ.-мат. наук Маляревич А.М.,

д-р физ.-мат. наук Юмашев К.В.

Белорусский национальный технический университет

Лазеры, генерирующие импульсы короткой длительности применяются для дальнометрии, зондирования атмосферы, передачи информации, обработки материалов. Такие импульсы могут создаваться с помощью пассивных затворов. Целью данной работы является изучение нового материала – стеклокерамики (ситалла), содержащей кристаллическую фазу  $\text{Co}^{2+}:\text{Ga}_2\text{O}_3$ , для установления возможности применения его для создания пассивных затворов лазеров спектральной области 1,4–1,7 мкм.

Стеклокерамика изготавливалась из стекла на силикатной основе, содержащего 0,1 мол. %  $\text{CoO}$ , в результате термообработки при температуре 730 °С. Согласно данным рентгенофазового анализа в материале сформировалась кристаллическая фаза  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ . В его спектре поглощения наблюдаются полосы, характерные для ионов  $\text{Co}^{2+}$  с тетраэдрической симметрией окружения.

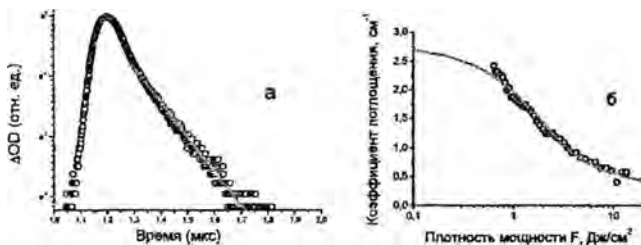


Рисунок 1. Кинетика релаксации просветления (а) и зависимость поглощения от плотности мощности (б) ситалла с нанокристаллами  $\text{Co}^{2+}:\text{Ga}_2\text{O}_3$

По измерениям кинетики релаксации просветления установлено время  $\tau=190$  нс (рис. 1а). Анализ зависимости пропускания образца от плотности падающей энергии (рис. 1б) в рамках модели, учитывающей длительность импульса возбуждающего излучения, показал, что плотность энергии насыщения поглощения составляет  $F_s=0,8$  Дж/см<sup>2</sup>, отношение поперечных сечений поглощения из возбуждённого и основного состояний  $\gamma=0,12$ . Полученные результаты хорошо согласуются с литературными данными.

Результаты работы позволяют считать ситалл с кристаллической фазой  $\text{Co}^{2+}:\text{Ga}_2\text{O}_3$  перспективным материалом для пассивных затворов лазерных систем спектрального диапазона 1,4–1,7 мкм.

## ЛАЗЕРНАЯ ФОКУСИРУЮЩАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ АСФЕРИЧЕСКОЙ ЛИНЗЫ

Студент гр.11311112 Дарган Г.А.

Д-р техн. наук, профессор Артюхина Н.К.

Белорусский национальный технический университет

При проектировании оптики лазерных приборов стремятся использовать наиболее простые конструкции. Самым простым компонентом является одиночная линза со сферическими поверхностями, но применение их как самостоятельных компонентов из-за больших вносимых ими аберраций ограничено. В основном, они используются как короткофокусные компоненты коллимирующих и фокусирующих систем. Конструктивные параметры линз, одна из поверхностей которых асферическая, рассчитываются из равенства первой суммы Зейделя  $S_1 = 0$ , что приводит к двум решениям: линзу выполняют в виде положительного мениска, повернутого вогнутой стороной к плоскости фокусировки излучения, деформируя ее первую поверхность; или плосковыпуклой; радиус при вершине и эксцентриситет асферической поверхности, определяющие уравнение меридиональной кривой второго порядка:

$$r_2^* = f'(1 - n);$$

$$\varepsilon_2 = n.$$

В обеих линзах исправлена сферическая аберрация не только 3-го, но и высшего порядка. К недостаткам таких линз можно отнести присутствие неустранимых полевых аберраций, что требует высокоточной центрировки их поверхностей и осложняет их согласование с лазером [1].

В данной работе рассмотрен расчет оптической системы, состоящей из короткофокусной линзы с двумя асферическими поверхностями, используемой в схеме накачки миниатюрного лазера с применением диода накачки с волоконным выходом. В качестве примера для исследования была выбрана асферическая линза из каталога [1] с фокусным расстоянием  $f' = 3,1$  мм, числовой апертурой  $NA = 0,15$ . Длина волны излучения диода  $\lambda$ , 94 мкм. Линза применяется для фокусировки лазерного излучения и дальнейшей его передачи по оптическому волноводу.

### Литература

1. Каталог оптических линз. Селенид цинка (сублимат). Официальный сайт компании «Thorlabs» – <https://www.thorlabs.de>.

## ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ НЕПРЕРЫВНЫЙ ЛАЗЕР НА КРИСТАЛЛЕ $Tm^{3+}:KLu(WO_4)_2$ С ДИОДНОЙ НАКАЧКОЙ

Магистрант Дернович О.П., аспирант Гусакова Н.В.

Канд. физ.-мат. наук Курильчик С.В.,

д-р физ.-мат. наук, профессор Кулешов Н.В.

Белорусский национальный технический университет

Тулиевые лазеры, генерирующие излучение в спектральной области 2 мкм, находят широкое практическое применение в медицине и производстве, в частности, благодаря высокому коэффициенту поглощения воды в данной области, а также наличию полос поглощения ряда атмосферных газов, таких как  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $N_2O$ . Возможность плавной непрерывной перестройки длины волны в указанной спектральной области делает такие источники излучения наиболее привлекательными для спектроскопии, систем дистанционного зондирования земли, а также накачки активных сред с ионами гольмия.

Лазер реализован на кристалле калий-лютециевого вольфрамата, активированного трехвалентными ионами тулия (5 ат.%), вырезанного вдоль оси оптической индикатрисы  $N_g$  и имеющего длину 2,5 мм. Накачка активного элемента осуществлялась на длине волны 802 нм с помощью AlGaAs лазерного диода. Трехзеркальный резонатор состоял из плоских входного и выходного зеркал и вогнутого зеркала с радиусом кривизны 100 мм. Пропускание выходного зеркала на длине волны генерации составляло 1,8 %. Выходное излучение лазера линейно поляризовано в направлении оси оптической индикатрисы  $N_m$ , максимальная выходная мощность – 600 мВт на длине волны 1958 нм. Для перестройки длины волны в резонатор была помещена дисперсионная призма (рис. 1). Перестройка осуществлялась вращением выходного зеркала, диапазон перестройки покрывал область 1826–1992 нм (рис. 2).

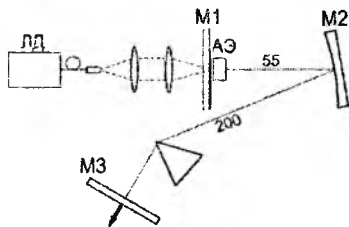


Рисунок 1 – Схема перестраиваемого лазера на кристалле  $Tm:KLu(WO_4)_2$

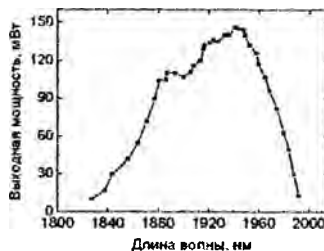


Рисунок 2 – Перестроечная кривая

**ВЫБОР МИКРОБОЛОМЕТРИЧЕСКОЙ МАТРИЦЫ ДЛЯ  
РЕАЛИЗАЦИИ СУБПИКСЕЛЬНОЙ РЕГИСТРАЦИИ  
ИЗОБРАЖЕНИЙ В ТЕПЛОВИЗИОННОЙ КАМЕРЕ ДЛЯ  
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ**

Аспирант кафедры ООЭП Добровольская Е.В.

Д-р техн. наук, профессор Колобродов В.Г.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Одной из наиболее важных характеристик для обеспечения эффективного решения задач дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) является пространственное разрешение съемки. Применение субпиксельной регистрации изображений позволяет повысить разрешение изображений без изменения размера пиксела матрицы.

В тепловизионной камере серию субпиксельно сдвинутых изображений можно получить за счет собственного движения платформы-носителя. Для этого осуществляется поворот камеры относительно направления движения космического аппарата на угол, который обеспечивает синхронное смещение изображения вдоль строк и столбцов матрицы.

Возникла необходимость определения влияния параметров двух вариантов микроболومترческих матриц на характеристики тепловизионных камер. Значения размеров пикселей исследуемых матриц составляли 17 и 25 мкм. Для оценки эффективности работы прибора исследовалась минимальная разрешаемая разность температур (МРРТ). МРРТ позволяет связать пространственное и энергетическое разрешение камеры и определить возможность распознавания объектов разного размера на поверхности Земли.

На основе анализа результатов экспериментальных исследований МРРТ было установлено, что при использовании субпиксельной регистрации изображений наблюдается улучшение пространственного разрешения в среднем в 1,4 раза. При этом выбор размера пиксела микроболومترческой матрицы, а также степень повышения разрешения съемки за счет субпиксельной регистрации изображений, определяются, в первую очередь, разрешающей способностью объектива тепловизионной камеры. В рассмотренном случае разрешение оптической системы камеры позволяет использовать микроболومترческую матрицу с размером 17 мкм при использовании субпиксельной регистрации изображений с повышением разрешения до 2 раз.

**СТЕКЛА ДЛЯ ЖЕСТКИХ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН**

Канд. техн. наук, ст. преп. Дяденко М.В.  
Белорусский государственный технологический университет

Целью исследования является разработка составов стекол для световедущей жилы и оболочек оптического волокна, устойчивых к фазовому разделению в температурном интервале формирования и согласованных по оптическим, термическим и реологическим параметрам.

Состав стекла для световедущей жилы оптического волокна разработан на основе системы  $\text{BaO-La}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2\text{-SiO}_2$ , модифицированной оксидами иттрия и вольфрама. Установлено оптимальное соотношение оксидов  $\text{La}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  и  $\text{BaO}$  и количество добавок оксидов  $\text{Y}_2\text{O}_3$  и  $\text{WO}_3$ , обеспечивающих устойчивость к кристаллизации низкокремнеземистых стекол для световедущей жилы в температурном интервале 600–1100 °С за счет предотвращения процессов фазового разделения

Стекло для светоотражающей оболочки синтезировано на основе системы  $\text{K}_2\text{O-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ , ограниченной содержанием, мол. %:  $\text{SiO}_2$  65–80,  $\text{B}_2\text{O}_3$  15–30 и  $\text{K}_2\text{O}$  5–20. Полученные стекла характеризуются высокими температурами варки (1550–1600 °С) и температурой стеклования, равной 540–560 °С. Содержание  $\text{SiO}_2$  в стеклах в количестве 65–80 мол. % увеличивает интервал их формирования и смещает кривую вязкости в область высоких температур, а повышение содержания  $\text{K}_2\text{O}$  до 5–15 мол. % оказывает противоположный эффект. Определен оптимальный состав стекла, который впоследствии модифицирован  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{BaO}$  и  $\text{Na}_2\text{O}$  с целью придания ему требуемого значения ТКЛР, показателя преломления и вязкости.

Разработка стекол для защитной (окрашенной) оболочки проводилась на основе системы  $\text{Na}_2\text{O-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ , ограниченной содержанием, мол. %:  $\text{SiO}_2$  60–80,  $\text{B}_2\text{O}_3$  5–25 и  $\text{Na}_2\text{O}$  10–30. В качестве красителей использовались оксиды  $\text{CoO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ , концентрации которых составляли 0,4–0,45 мас. %, введенных сверх 100 мол. %. В результате проведенных исследований получен состав стекла для защитной оболочки оптического волокна с требуемым уровнем физико-химических характеристик. Определено влияние концентрации и вида красителей на степень их диффузии: наиболее легко диффундируемым является оксид кобальта. Экспериментально установлено, что его оптимальная концентрация в составе стекол для защитной оболочки должна составлять 0,2–0,25 мас. %.

Комбинация разработанных составов стекол обладает согласованностью по оптическим свойствам, отличием по величине ТКЛР между стеклом световедущей жилы и светоотражающей оболочки  $9 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$  против  $22 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$  для промышленной пары стекол, что позволяет ее использовать в производстве оптического волокна и волоконно-оптических изделий на его основе.



## ТЕХНОЛОГИЯ СКЛЕИВАНИЯ ПРИЗМЕННОГО БЛОКА

Студентка гр.113120 Захаркина Ю.В.

Канд. техн. наук, доцент Кузнецик В.О.

Белорусский национальный технический университет

Проблема создания оптико-электронных систем и комплексов, в частности, для дистанционного зондирования Земли из космоса, бронетанковых видов вооружений, во многом зависит от успешного решения конструкторских и технологических задач, связанных с изготовлением и применением высокоточных оптических призмённых узлов и спектроделительных модулей.

Важнейшим технологическим этапом изготовления прецизионных призмённых модулей является сборка методом склеивания оптическими клеями, которая заключается в наложении оптических просветленных поверхностей одной детали на поверхность другой с прослойкой прозрачной жидкости и её полимеризации.

В качестве клея используется оптическое кристаллическое чистое однокомпонентное клеящее вещество NORLAND 61, на которое вначале оказывается кратковременное воздействие УФ светом с тем, что бы детали можно было перемещать без того, что бы нарушить юстировку. Затем следует более длительное отверждение УФ светом, что бы получить полностью надежное соединение. Достаточная вязкость связующего вещества позволяет осмотреть результаты соединения, при необходимости – разъединить склеиваемые детали на этом этапе, а так же легко почистить любые излишки ватным тампоном, смоченным в ацетоне.

Время отверждения зависит от интенсивности УФ света, толщины слоя клея и пропускания марок стекол соединяемых деталей в УФ области.

Клей должен быть нанесен в виде нескольких капель на поверхность склеиваемых призм. Детали соединяются под давлением, и большой элемент перемещается с вращательным движением, чтобы распределить связующее вещество равномерно к граням и удалить любые пузырьки воздуха.

Детали фиксируются винтами в приспособлении, чтобы склеиваемые поверхности были расположены горизонтально. Сверху через окуляр КЮ-прибора наблюдают отклонение бликов от поверхности призм. С помощью подвижек верхней призмы добиваемся совмещения бликов по горизонтали. После чего освещают УФ светом клей несколько секунд, луч перпендикулярен сопрягаемым поверхностям. Для полного отверждения деталь помещается в шкаф на 15 минут с УФ освещением.

АП-КОНВЕРСИЯ В ЛАЗЕРНОМ КРИСТАЛЛЕ Er,Yb:YVO<sub>4</sub>

Студентка гр. 113120 Захарова А.Н.

Канд. физ.-мат. наук Лойко П.А.,

д-р физ.-мат. наук, проф. Юмашев К.В.

Белорусский национальный технический университет

В работе исследована ап-конверсионная люминесценция (АКЛ) в кристалле иттриевого ванадата YVO<sub>4</sub>, активированного ионами эрбия (Er<sup>3+</sup>, 0,7 at.%) и иттербия (Yb<sup>3+</sup>, 3 at.%). Спектр АКЛ при возбуждении на длине волны 960 нм (переход  ${}^2F_{7/2} \rightarrow {}^2F_{5/2}$  ионов Yb<sup>3+</sup>) показан на рис. 1. Наиболее интенсивная полоса в зеленой области спектра (547 нм) связана с переходом  ${}^4S_{3/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$  для ионов эрбия Er<sup>3+</sup> и определяет цвет свечения кристалла. Кроме того, в спектре наблюдаются более слабые полосы с максимумами в области 404 нм (синяя АКЛ, переход  ${}^2H_{9/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$ ), 525 нм (зеленая,  ${}^2H_{11/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$ ), 663 нм (красная,  ${}^4F_{9/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$ ), 793 и 850 нм (ИК,  ${}^4I_{9/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$  и  ${}^4S_{3/2} \rightarrow {}^4I_{13/2}$ ).

Интенсивная ап-конверсия в кристалле Er,Yb:YVO<sub>4</sub>, а также конечная эффективность переноса энергии от Yb<sup>3+</sup> ( ${}^2F_{5/2}$ ) к Er<sup>3+</sup> ( ${}^4I_{11/2}$ ),  $\eta_{ET}=56\%$ , приводит к выделению значительного количества тепла в лазерном активном элементе из данного кристалла при его диодной накачке. Это, в свою очередь, определяет формирование в нем сильной термической линзы. Объемное тепловыделение – параметр, который показывает, какое количество поглощенной мощности накачки переходит в тепло,  $\eta_h = P_{heat}/P_{abs}$ . Для определения данной величины в кристалле Er,Yb:YVO<sub>4</sub> нами был использован метод импульсной калориметрии по стандарту ISO, рис. 1. Величина  $\eta_h$  составила 63±5%.

Полученная информация может быть использована при разработке лазеров и датчиков температуры на кристаллах Er,Yb:YVO<sub>4</sub>.

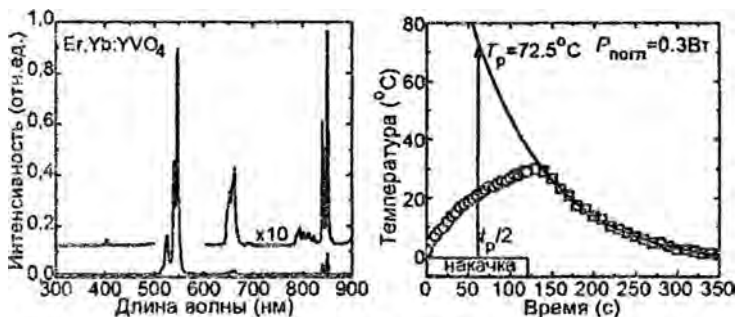


Рисунок 1 – Спектр АКЛ для кристалла ванадата Er,Yb:YVO<sub>4</sub> (слева), измерение объемного тепловыделения в данном кристалле (справа).

**NONINVASIVE DIAGNOSTIC METHOD**

Student gr. PB-42m (M.S.) Andrii Kedys  
National Technical University of Ukrainian «Kyiv Polytechnic Institute»

Recently in the majority the countries interest in methods of noninvasive measurement of parameters of systems of an organism is shown. On the new direction progress in the basic is connected by methods which allow to estimate noninvasively degree of viability of fabrics, bodies and systems of an organism. Methods of measurement of parameters of cardiovascular system concern to them.

The medicine has the various equipment and methods by means of which researches of a condition of peripheral blood circulation in fabrics are conducted. The fotopletizmografiya method most answers the specified purposes. Fotopletizmografiya - a method at which, by means of a photo-electric plethysmograph, the optical density of fabric is registered; it is applied for the purpose of studying of separate characteristics of regional blood circulation, spectral properties of the blood proceeding through the studied body site.

In this method mucous covers to which there is an access, and skin, is the main objects of research. These structures carry out communication with blood circulation, functioning of endocrine glands, with nervous system, etc. As a fotopletizmografiya method noninvasive, it allows to define diagnostic indicators without violation of integrity of a mucous organism and integuments. As the diagnostic method is used mainly at vascular diseases for an objective assessment of a state and extent of violation of a regionary blood-groove, a tone of arteries and veins, for differential diagnosis of organic and functional diseases of vessels, and also for control of efficiency of the treatment applied for the purpose of restoration of function of vessels. Especially valuable information is given by symmetric researches of the struck and not struck vessels at the same patient, and also the loudspeaker of plethysmograms under the influence of functional loadings and when carrying out pharmacological tests.

This method allows to develop and use contactless sensors that excludes squeezing of vessels and thus is directed on prevention of violation of blood circulation in the studied site of fabrics. Besides, method allows to conduct researches by a contactless method both in passing, and in the reflected light that is why its application is in practice very perspective.

## КРИТЕРИЙ СОГЛАСОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ СИСТЕМЫ

Студент гр. ПО-31м(магистрант) Кияница А.О.

Д-р. техн. наук, проф. Колобродов В.Г.,

канд. техн. наук, доцент Иванова В.В.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

В современных тепловизорах последнего поколения применяются микроболометрические и пироэлектрические матрицы. Сосредоточение усилий производителей таких матриц на уменьшении размеров пикселя обусловлено стремлением улучшить пространственное разрешение и массогабаритные характеристики. Однако, известно, что уменьшение размера пикселя матрицы сопровождается ухудшением температурной чувствительности. С другой стороны, разрешение тепловизионной системы зависит и от разрешения объектива. Поэтому важным вопросом является согласование параметров неохлаждаемой тепловой матрицы и объектива как факторов влияния на температурную чувствительность и на разрешение тепловизора.

Доклад посвящен анализу проблем и критериев такого согласования. Для решения такой задачи предложен критерий отношения пространственной частоты среза модуляционной передаточной функции (МПФ) объектива с частотой среза МПФ матрицы  $F\lambda / V_d$ , где определяющими являются диафрагменное число объектива  $F$  и размер пикселя матрицы  $V_d$ .

Предельные значения, которые может принимать данный критерий лежат в пределах 0,41 - 2,0. Показано, что любые реальные комбинации диафрагменного числа объектива и размера пикселя матрицы, которые дают значение  $0,41 \leq F\lambda / V_d < 1,0$  определяют область доминирования детектора, в которой разрешение системы ограничивается размером пикселя. Если же  $1,0 \leq F\lambda / V_d < 2,0$  то это область доминирования объектива, где разрешение тепловизора ограничивается разрешением объектива.

Полученные результаты дают возможность обосновать выбор взаимосвязанных параметров объектива и матрицы ( $F$  и  $V_d$ ), что позволит при задании эквивалентной шуму разницы температур для матрицы с заданным размером пикселя определить обоснованные параметры объектива, то есть диафрагменное число, поле зрения, массогабаритные характеристики и, в итоге, стоимость тепловизора.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗМУЩАЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОБЪЕКТИВ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО АППАРАТА КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ НА СТАДИИ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Магистрант Колаша С.С.

Канд. техн. наук, доцент Фёдоров Р.В.

Белорусский национальный технический университет

В ходе выведения на орбиту и во время орбитального полета космические аппараты (КА) подвергаются влиянию обширного комплекса различных возмущающих воздействий, основными из которых являются температурные деформации конструкции (термоциклы «нагрев-охлаждение»). По этой причине в современной аэрокосмической промышленности для изготовления крупногабаритных несущих конструкций КА кроме традиционных конструкционных материалов широкое применение находят композиционные материалы – углепластики, которые обладают улучшенными механическими характеристиками, и отличаются хорошими технологическими параметрами при изготовлении.

Для надежного функционирования подобного рода изделий осуществляется их предварительная математическая проверка на устойчивость к воздействию внешних возмущающих факторов. Проводимое на основе конечно-элементной модели математическое моделирование возмущающих воздействий позволяет обоснованно назначить места установки задающих датчиков и управлять уровнем нагружения в ходе испытаний.

Объектом исследования является объектив КА высокого разрешения для дистанционного зондирования Земли. Цель работы заключается в выполнении расчетов на статическую и динамическую прочность и жесткость несущей конструкции объектива. На первоначальном этапе была составлена конечно-элементная модель объектива, в которой детали изготовленные из углепластика описывались приведенными механическими свойствами с учетом заданной схемы армирования и однородной структуры. Для оценки работоспособности конструкции рассматривалась диаграмма напряжений по Мизесу значения которой, сравнивались с предельными значениями напряжений разрушения для данного материала.

Для более точной оценки характеристик изделия на следующем этапе в конечно-элементной модели необходимо учесть структурные особенности армирования деталей из углепластика – направление армирования и количество слоев. Для оценки прочности конструкции будут использоваться несколько критериев разрушения: для композиционных материалов – критерий максимальной деформации, критерий максимальных напряжений, критерий Цая-Хилла и критерий Пака, для традиционных конструкционных материалов – критерий Мизеса.

## ПОГРЕШНОСТЬ КОГЕРЕНТНОГО ОПТИЧЕСКОГО СПЕКТРОАНАЛИЗАТОРА

Магистр Колобродов Н.С.

Д-р техн. наук, профессор Тимчик Г.С.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Когерентные оптические спектроанализаторы (КОС) давно известны в классической оптике и широко используются в метрологии, измерительных системах, радиолокации и т.п. Теоретические основы работы КОС основаны на уравнении скалярной дифракции Френеля. Известно большое количество монографий и статей, посвященных физическим основам работы таких спектроанализаторов. В тоже время отсутствуют исследования погрешностей измерения спектров сигналов, обусловленных приближениями самой дифракции Френеля.

Наша работа посвящена исследованию методической погрешности КОС, обусловленной дифракцией Френеля с целью определения допустимых погрешностей измерения пространственной частоты в спектре двумерного оптического сигнала.

Рассмотрена физико-математическая модель КОС, состоящего из когерентного источника излучения, входного транспаранта, фурье-объектива и анализатора светового поля. На основании этой модели исследована методическая погрешность определения пространственной частоты, которая возникает в результате перехода от распространения света в свободном пространстве к дифракции Френеля. Получено уравнение для расчета абсолютной и относительной погрешностей измерения в зависимости от угла дифракции света, что позволило определить ограничения спектральной области для заданной относительной погрешности измерения пространственной частоты. Установлено, что приближение Френеля в пределах угла дифракции от  $0^\circ$  до  $10^\circ$  обеспечивает относительную погрешность меньше 1,5%. В тоже время при угле дифракции  $20^\circ$  она составляет 6,4%. Получено уравнение для абсолютной методической погрешности измерения пространственной частоты, зависящей от размеров входного транспаранта, фокусного расстояния и диаметра входного зрачка фурье-объектива, длины волны лазерного излучателя. Это уравнение можно использовать для оптимизации параметров спектроанализатора, а также для компенсации методической погрешности при компьютерной обработке выходного сигнала спектроанализатора.

## РАСЧЁТ ДИФРАКЦИОННОГО ПРЕДЕЛА МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛИНЗ

Студент Кривошапка И.Н.

Ст. преп. Петров П.В.,

канд. физ. мат. наук, доцент Кольчевский Н.Н.

Белорусский государственный университет

Разрешающая способность линзы или минимальное фокусное пятно определяется размером диска Эйри. Диск Эйри является центральным пятном на дифракционной картине от круглого отверстия (рис 1).

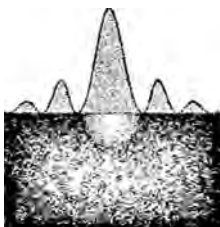


Рисунок 1. Диск Эйри

Знание способа расчета размера диска Эйри позволяет оптимизировать проектирование оптических систем. Для круглого отверстия дифракционную картину позволяет получить формула [1]:

$$A(r) = A_0 \frac{2J_1(kRr/l)}{kRr/l}$$

Традиционные методы расчета дифракция основаны на решении системы уравнений Максвелла. Численные методы решения системы уравнений Максвелла можно условно разделить на несколько групп: 1) разностное решение дифференциальных уравнений (метод FDTD), 2) модовые методы решения (метод связанных волн), 3) метод конечных и граничных элементов для решения интегральных уравнений. [2]

Дифракционную картину получим методом FDTD. Метод FDTD реализуется путём введения для полей E и H сеток, смещенных по отношению друг к другу на половину шага дискретизации времени и по каждой из пространственных переменных.

Появление новых типов линз требует проведения оценки их разрешающей способности. В отличие от классической оптики многоэлементные рентгеновские линзы характеризуются большим количеством преломляющих поверхностей. Целью данной работы является расчет дифракционной картины для рентгеновской (5-100 кэВ) многоэлементной (100-500 преломляющих поверхностей) линзы.

### Литература

1. Лансберг, Г.С. Оптика. Учебное пособие для вузов / Г.С. Лансберг 6-е издание. – ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 848 с.

2. Котляр, В.В. Численное решение уравнений Максвелла в задачах дифракционной оптики / В.В. Котляр – Стенограмма научного сообщения, 2006.

## ИНТРАОКУЛЯРНЫЕ ЛИНЗЫ С БЕСКОНЕЧНОЙ АККОМОДАЦИЕЙ

Аспирантка Кучугура И.О.

Д-р техн. наук, профессор Колобродов В.Г.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Создание интраокулярных линз (ИОЛ) является одним из важнейших достижений современной офтальмологии. Сегодня существует большое количество вариантов конструкций от различных производителей, решены многие проблемы проектирования. Однако возникают до сих пор нерешенные задачи, которые замедляют дальнейшее развитие в этой области. Целью настоящей работы является поиск решения такой проблемы как формирование четкого изображения предметов, находящихся на разных расстояниях от наблюдателя.

Чаще всего при проектировании ИОЛ используют дифракционно-рефракционные линзы. Предложено усовершенствовать дифракционную часть линзы путем нанесения многопорядковой дифракционной линзы (МПДЛ) на место традиционной дифракционной. МПДЛ отличается от обычной толщиной, увеличенной в целое число  $p$  раз.

В результате проведенного исследования свойств МПДЛ было определено, что такие линзы могут иметь бесконечную аккомодацию. Свет фокусируется в отрезок на оптической оси, который ограничен двумя фокусными точками – ближней  $F_{\text{бн}}$  и дальней  $F_{\text{д}}$ . Если спроектировать линзу таким образом, чтобы изображение предмета в бесконечности размещалось в дальней фокусной точке  $F_{\text{д}}$ , а изображение предмета на некотором расстоянии  $a$  от линзы наблюдалось в ближней фокусной точке  $F_{\text{бн}}$ , то изображения предметов, находящихся на промежуточных расстояниях, будут находиться на отрезке  $F_{\text{д}}F_{\text{бн}}$ . Таким образом, формируются изображения предметов, находящихся на некотором расстоянии от  $a$  и до бесконечности.

Было спроектировано МПДЛ с фокусным расстоянием в воздухе  $f = 100$  мм,  $p = 6$ , материал ПММА, расчетная длина волны  $\lambda_0 = 0,525$  мкм. На световом диаметре  $D = 7$  мм размещены 19 дифракционных зон. В основу положена рефракционно-дифракционная линза, первая поверхность которой сферическая, а на второй, плоской, нанесен рельеф рассчитанной МПДЛ. Для исследования, линзу поместили в схематическую модель глаза на место естественного хрусталика. Таким образом, система обеспечивает четкое изображение предметов, находящихся на расстоянии от 700 мм и до бесконечности.



## ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТЫ НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ ОБЛАЧНОСТИ

Студент гр.113110 Ларченко П.А.  
Канд. техн. наук, доцент Кузнецик В.О.

Белорусский национальный технический университет

В сложном комплексе метеорологических явлений, участвующих в формировании погоды и климата, облакам принадлежит определяющая роль, поэтому мониторинг их параметров, например, таких как нижняя и верхняя границы облачности, имеет большое значение.

Нижняя граница облаков (НГО) определяется как самая нижняя зона, в которой прозрачность переходит от значений, соответствующих ясному небу или дымке, к значениям, соответствующим совокупности водяных капель и кристаллов льда.

Расстояние между источником света и образованным им световым пятном в основании облака определяется путем измерения углового превышения (триангуляционный метод), с помощью шаров-пилотов в посредством светолокационного метода, лежащего в основе светолокационных измерителей высоты НГО.

Принцип действия прибора основан на регистрации времени прохождения импульсом оптического излучения расстояния до облака и после отражения от него обратно, что при известной скорости света дает значение величины НГО.

Короткий оптический импульс, сформированный передатчиком, излучается вертикально вверх и отраженный от различных сред атмосферы, неся информацию о тумане, осадках и облаках, принимается приемником, преобразуется в электрический сигнал, а затем в цифровой, который обрабатывается соответствующим программным обеспечением и передается на ПЭВМ.

Прибор предназначен для определения высоты НГО непосредственно над местом его установки, при проведении метеорологических измерений в аэропортах и в метеорологической сети наблюдений.

Измерения могут проводиться в любое время суток как автономно, так и в составе автоматизированной метеорологической измерительной станции, с периодичностью, задаваемой оператором.

### Литература

1. Бочарников, Н.В. Метеорологические измерения на аэродромах. / Н.В. Бочарников, С.О. Гусев, Санкт-Петербург, 2008. – 427 с.

## **АНАЛИЗ ХРОМАТИЧЕСКОЙ АБЕРРАЦИИ ОПТИЧЕСКОГО БЛОКА ДЕЦЕНТРИРОВАННЫХ КЛИНЬЕВ АППАРАТУРЫ ИМИТАЦИИ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ОБЪЕКТА**

Студент гр.113120 Лещинская А.В.

Д-р техн. наук, профессор кафедры Артюхина Н.К.<sup>1</sup>,  
инженер I категории Прокопова Е.А.<sup>2</sup>

Белорусский национальный технический университет<sup>1</sup>,  
ОАО «Пеленг»<sup>2</sup>

Аппаратура имитации траектории движения точки (цели) предназначена для формирования управляющего сигнала и преобразования в изображение цели на матрице исследуемого объекта и относится к контрольно-юстировочным приборам. В оптическом приборостроении имитаторы траектории движения цели могут быть использованы в области военной техники.

В данной работе рассматривается оптическая система, состоящая из коллиматора для создания необходимой цели, зеркал для излома оптической оси и компенсаторов. Конструкция компенсаторов состоит из двух клиньев с одинаковыми преломляющими углами, вращающихся на равные углы в противоположных направлениях; отклонение лучей пропорционально косинусу угла разворота клиньев от исходного положения. Рабочий диапазон компенсатора (в пределах углов от 30° до 150°) соответствует линейному участку траектории движения. Оптические клинья являются основным блоком и, вращаясь вокруг своей оси в противоположных направлениях, обеспечивают движение точки по заданной траектории.

В процессе исследования установлено, что после введения клиньев и их разворота на качество изображения точки на матрице испытуемого прибора достаточно высокое влияние начинает оказывать хроматическая aberrация. Проведен анализ хроматизма в зависимости от материалов клиньев (13 стандартных марок стекол: кроновых типа К8, БК13, ТК4 и флинтových БФ4, ТБФ3, ЛФ10, ТФ2 и др.) с учетом угла клина и угла разворота клиньев в паре. В целях экономичности принят материал – стекло К8, обеспечивающий заданные характеристики.

Для оценки влияния хроматизма рассчитаны диаметры кружков рассеяния при использовании объектива с фокусным расстоянием  $f \approx 51$  мм (расчеты по сдвоенному пикселу для определенного типа матрицы, используемой в приемном объективе).

**ТЕЛЕСКОПИЧЕСКАЯ СИСТЕМА С ЧЕТЫРЬМЯ ОТРАЖЕНИЯМИ  
ОТ ЗЕРКАЛ**

Магистранты Лаура Пероса, Лус Самбрано  
Д-р техн. наук, профессор Артюхина Н.К.  
Белорусский национальный технический университет

Зеркальные системы используются в астрономической оптике, оптико-электронной аппаратуре дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса и ряде других приборов. Они достаточно компактны (коэффициент телесокращения 0,25–0,3) и светосильны, не вносят хроматических аберраций при любых апертурах и фокусных расстояниях.

Настоящая работа продолжает исследования по телескопическим зеркальным системам, проводимым на кафедре [1]. Предложена афокальная квартпараболическая схема с четырьмя отражениями от трех зеркал – комбинация двух канонических систем Мерсенна [2], где используется двойное отражение от главного зеркала и исправлены сферическая аберрация, кома и астигматизм, кривизна изображения. В схеме с первым базовым модулем кеплеровского типа выпуклое третье зеркало, расположенное между зеркалами, вызывает затруднения при креплении, а из-за небольшого отверстия в главном зеркале возникает значительное виньетирование. В модификации с системой Мерсенна галилеевского типа имеется промежуточное изображение после трех отражений от двух зеркал. Схема очень компактна при введении плоского зеркала для излома оптической оси. Рассчитан вариант ( $\Gamma = 8^X$ ,  $D = 1500$  мм,  $2\omega = 45^\circ$ ), где волновые аберрации менее  $0,1\lambda$ .

Такие системы могут быть успешно применены в сложных и составных зеркальных системах в качестве насадок к регистрирующим объективам, работающим в различных областях спектра (особенно в ИК диапазоне), в системах с синтезированной апертурой. При разъюстировке афокальной системы можно создать длиннофокусные объективы с высоким качеством изображения и удобной конфигурацией.

**Литература**

1. Артюхина, Н.К. Расчет и исследование анастигматической зеркальной системы / Н.К. Артюхина, С.Я. Прислопский // Вестник БНТУ. – 2007. – № 1. – С. 42–46.
2. Батышев, В.И. Геометрические и оптические свойства афокальной двухзеркальной системы / В.И. Батышев, Д.Т. Пураев // Оптический журнал. – 2009. – Т. 76. – № 1. – С. 13–19.

## НОВЫЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУБДИСКРЕТНЫХ ТЕПЛОВИЗОРОВ

Студент Лушок Н.М.

Д-р техн. наук, профессор Колобродов В.Г.  
 Национальный технический университет Украины  
 «Киевский политехнический институт»

Минимальная воспринимаемая разница температур MTDP (Minimum Temperature Perceived) является новым критерием для оценки эффективности тепловизоров с матричными приемниками излучения. Данный критерий основывается на восприятии тест-объекта, который представляет собой меру с четырьмя штрихами, как и при определении минимальной разрешающей разницы температур MRTD.

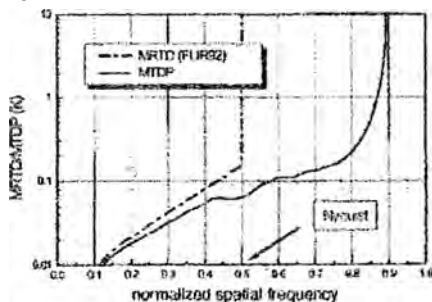
MTDP определяется как минимальная разница температур, при которой два, три или четыре штриха могут быть распознаны наблюдателем в изображении. Все измерения проводятся в оптимальной фазе АМОР - средняя разница сигнала в изображении тест-объекта и тестового шаблона, который расположен также в оптимальной фазе.

MTDP рассчитывается следующим образом:

$$MTDP(r) = \frac{\pi SNR_{th} \sqrt{\varphi(r)}}{AMOP(r)},$$

где  $SNR_{th}$  – предельное отношение сигнал/шум и  $\varphi$  – отфильтрованный шум всей системы.

Измерение MTDP могут быть сделаны на пространственных частотах, которые примерно превышают частоту Найквиста в 1,8 раза. Граничная частота зависит от количества дискретизации. Сравнительная характеристика субдискретного тепловизора с MTDR и MTDP представлена на рисунке:



Предложенная концепция MTDP является расширением концепции MRTD. Хотя оба понятия основаны на восприятии одного и того же тест-объекта, они используют различные критерии для оценки качества изображения.

## ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОГО ПРОБОЯ ДЛЯ ЗАПИСИ ИНФОРМАЦИИ ВНУТРИ ОПТИЧЕСКИ ПРОЗРАЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Студентка 2 курса факультета РФиКТ Людчик О.О.

Студентка 1 курса факультета РФиКТ Людчик Ю.О.

Белорусский государственный университет

В настоящей работе изучены особенности пространственного рассеяния света при естественном освещении и направленной светодиодной подсветке областей микродефектов, сформированных лазерным пробоем. Также рассмотрены принципы записи информации в объеме прозрачных материалов. Исследования в данной области в настоящее время являются актуальными [1]. Лазерно-модифицированные области, содержащие микродефекты, были созданы в оптическом стекле марки К8 размерами 20х20х20 мм и 30х30х40 мм с помощью импульсного линейно поляризованного излучения Nd:YAG лазера ( $\lambda=532$  нм,  $W_{\text{имп}}=3,0+10,0$  мДж). Микродефекты имели форму «эллипса» с отношением площадей поперечных сечений, построенных на большом и малом радиусах, примерно равным 2:3, и системой микротрещин, определенным образом ориентированных по отношению к эллиптической области.

В результате исследования пространственного рассеяния света была обнаружена трехмерная анизотропия рассеяния света на упорядоченных массивах микродефектов в прозрачных материалах. Установлена зависимость интенсивности рассеяния света от угла падения на область лазерного пробоя и угла наблюдения.

На основе полученных результатов была предложена методика формирования изображений с различной пространственной ориентацией микродефектов по отношению друг к другу. С помощью этой методики и разнонаправленной подсветки была продемонстрирована возможность записи и считывания «скрытой» информации внутри оптического стекла. Результаты работы могут быть использованы в оптоэлектронике, для маркировки и защиты от подделки оптических элементов и изделий, в системах технической защиты информации и др.

### Литература

1. Вишневецкая, Е.В. Рассеяние света на упорядоченных областях лазерного пробоя внутри прозрачных материалов. / Е.В.Вишневецкая, О.Р. Людчик, О.О. Людчик, В.Н. Михай. Материалы 9-й международной научно-технической конференции «Квантовая электроника». Минск, 2013. - С.178.

## ТАНКОВЫЕ ПРИЦЕЛЫ

Студент гр.113110 Месько И.С.

Канд. техн. наук, доцент Кузнечик В.О.

Белорусский национальный технический университет

Многоканальные прицелы (телескопические, панорамные) предназначены для прицеливания при стрельбе из танковой пушки, точной наводки мелкокалиберных скорострельных орудий и пулеметов из танков по подвижным и неподвижным наземным целям, как наводчиком, так и командиром.

В современных танках используются сочетания прицелов с визирно-дальномерными каналами позволяющими определить дальность до цели. Излучение лазера, пройдя передающую оптическую систему, отражается от цели и с помощью приемной оптической системы, зеркал и блока призм вводится в визуальный, телевизионный, тепловизионный канал прицела и прицел-дублер.

На повышение эффективности огня из танков большое влияние оказывает оснащение их совершенными системами управления огнём (СУО). СУО включают комбинированные (дневные и ночные) оптические прицелы с телевизионными и тепловизионными камерами и встроенными лазерными дальномерами, стабилизаторы вооружения, баллистические вычислители и различные датчики погодных условий, позволяющие достаточно объективно учитывать отличие специфических условий стрельбы от нормальных. Все современные танки имеют дублированные системы управления огнём. На танках устанавливаются информационно-управляющие системы. Средствами поиска, обнаружения и идентификации объектов-целей в любое время суток и при любой погоде и прицеливания для основного и дополнительного оружия являются комплексы прицелов и приборов наблюдения.

Многие СУО современных танков имеют встроенные системы контроля работоспособности узлов и агрегатов и системы встроенной выверки прицелов.

## РАДИОПРОЗРАЧНЫЕ СТЕКЛОВИДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Студ. 5 курса гр. 8 Мицкевич Н.Р.

Канд. техн. наук, ст. преп. Дяденко М.В.

Белорусский государственный технологический университет

Радиопрозрачные материалы представляют собой неметаллические материалы, обеспечивающие пропускание электромагнитного излучения радиочастотного диапазона ( $10^5$ – $10^{12}$  Гц) при минимальном его отражении.

Одним из таких материалов являются радиопрозрачные стекла, основными требованиями к которым являются устойчивость к кристаллизации при их градиентной термообработке в интервале температур 600–1100 °С в течении 1 ч; поглощение электромагнитного излучения радиочастотного диапазона не должно превышать 5 %; показатели термостойкости должны быть не ниже 150 °С; диэлектрическая проницаемость – не выше 5, а тангенс угла диэлектрических потерь не должен превышать 0,1.

Синтез радиопрозрачных стекол осуществлен на основе системы  $K_2O$ – $BaO$ – $TiO_2$ – $SiO_2$  при содержании  $SiO_2$  50–70 мол. %;  $(K_2O+BaO)$  20–40 мол. %;  $TiO_2$  10–30 мол. %.

Установлено, что стекла, включающие 10 мол. %  $TiO_2$ , склонны к кристаллизации в интервале температур 800–1100 °С при их градиентной термообработке в течении 1 ч. При этом с уменьшением соотношения  $BaO/TiO_2$  от 3,2 до 0,4 интервал поверхностной кристаллизации опытных стекол сужается.

Термостойкость опытных стекол характеризует их способность выдерживать резкие перепады температур без разрушения и определяется максимальной разностью температур, которое выдерживает стекло. Термостойкость стекла зависит главным образом от температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР).

Установлено, что требуемые показатели термостойкости стекол достигаются при соотношении  $(K_2O+BaO)/TiO_2$ , составляющем 0,65–2.

Радиопрозрачность опытных титаносиликатных стекол оценивалась в диапазонах 8–11,3 ГГц и 26–35 ГГц. Установлено, что повышение содержания  $TiO_2$  от 10 мол. % до 30 мол. % вызывает увеличение поглощения стекол на 2–6 %. В случае если содержания  $TiO_2$  является постоянным, то величина поглощения определяется количеством  $BaO$ .

Требуемая диэлектрическая проницаемость, не превышающая 5, и тангенс угла диэлектрических потерь, равный 0,1–0,02, достигаются при введении в состав опытных стекол оксидов  $K_2O$  и  $BaO$  в суммарном количестве 25–35 мол. % и  $TiO_2$  – 10–20 мол. %.

Таким образом, на основе системы  $K_2O$ – $BaO$ – $TiO_2$ – $SiO_2$  синтезированы стекла с требуемым комплексом электрических и термических характеристик, для которых величина поглощения электромагнитного излучения радиочастотного диапазона не превышает 5 %.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕРСНОГО МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ ЭЛЛИпсоИДАЛЬНОЙ РЕФЛЕКТОМЕТРИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД

Студент гр. ПБ-42м (магистрант) Молодыко Р.А.

Канд. техн. наук, доцент Безуглый М.А.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

В современной биоинженерии большое количество явлений связано с проявлением взаимодействия света с биологическими средами, что обуславливает широкое применение оптических методов биомедицинской диагностики. Биологическая среда может поглощать, рассеивать и отражать оптическое излучение. Каждый из этих процессов содержит информацию о структуре и строении этой среды, а также ее составляющих, при этом учитывают свойства поверхности раздела среды.

Численные методы моделирования распространения оптического излучения в биологической среде лежат в основе аналогичных инверсных методов, целью которых является получение значений оптических параметров, таких как: коэффициент поглощения  $\mu_a$ , коэффициент рассеяния  $\mu_s$  и фактор анизотропии рассеяния  $g$ .

Для разработанной авторами измерительной системы с эллипсоидальными рефлекторами [1] был предложен алгоритм поиска оптических параметров инверсным Монте-Карло, целевой функцией оптимизации при этом выступала сумма относительных ошибок определения коэффициентов полного диффузного отражения и полного пропускания:

$$f_i = |R_{ij} - R_{i(\text{exp})}| / R_{i(\text{exp})} + |T_{ij} - T_{i(\text{exp})}| / T_{i(\text{exp})},$$

где  $R_{ij}, T_{ij}$  – коэффициенты полного диффузного отражения и полного пропускания, полученные в результате моделирования прямым Монте-Карло на  $j$ -м шаге алгоритма;  $R_{i(\text{exp})}, T_{i(\text{exp})}$  – экспериментально измеренные коэффициенты диффузного отражения и полного пропускания.

В работе рассмотрены варианты использования в качестве критерия оптимизации других целевых функций (линейной, квадратичной, степенной), при использовании которых для моделирования инверсным Монте-Карло можно установить такую целевую функцию, которая позволит получить более приемлемые результаты для разных классов (в зависимости от соотношения коэффициентов  $\mu_a$  и  $\mu_s$ ) однородных биологических сред.

### Литература

1. Безуглый, М.А. Оптика и спектроскопия / М.А. Безуглый, А.В. Ярыч, Д. В. Ботвиновский, 2012, том 113, № 1, 104–110 с.



## ПРИЦЕЛ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ

Студентка гр.113110 Отпещкая Е.М.,

студентка гр.113110 Оксенчук А.И.

Канд. техн. наук, доцент Шамкалович В.И

Зам. главного технолога НТЦ «ЛЭМТ» БелОМО Коновальчикова Н.Е.

Белорусский национальный технический университет

Наиболее информативное чувство восприятия человеком внешнего мира — зрение. На помощь глазу пришла современная фотоэлектроника, которая дает возможность создать приборы, способные обнаруживать, усиливать и визуализировать излучение, невидимое человеческим глазом.

Прицел ночного видения (рис.1) предназначен для прицеливания при стрельбе из автоматического стрелкового оружия при низких уровнях 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 устанавливается на направляющую планку типа «ласточка хвост», расположенную на боковой поверхности ствольной коробки оружия.

Прицел предназначен для эксплуатации при температуре воздуха от минус 40 до плюс 50 °С; верхнее значение относительной влажности воздуха 100 % при температуре плюс 35 °С.



Рис.1. Прицел ночной NV/S-17M

### Литература

1. Гейхман, И.Л. Основы улучшения видимости в сложных условиях / И.Л. Гейхман, В.Г. Волков – М., ООО "Недра-Бизнесцентр", 2009.
2. Саликов, В.Л. Приборы ночного видения: история поколений / В.Л. Саликов // Специальная техника, 2000, № 2, С. 40

## НОРМИРОВАННЫЙ РАДИУС КРУЖКА РАССЕИВАНИЯ ОБЪЕКТИВА ТЕПЛОВИЗОРА

Магистр Пинчук Б.Ю.

Д-р техн. наук, профессор Колобродов В.Г.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Тепловидение является бесконтактным, быстрым, безвредным и безболезненным способом диагностики, обнаружения и слежения за объектами, которые обычно невидимы для невооруженного глаза. Передовые страны мира в последнее время все интенсивнее развивают технологии в данной области, поскольку она является одной из наиболее приемлемой для спасения жизни человека или обеспечения его безопасности.

Проблема заключается в качестве получаемого изображения, которое зависит от пространственной разрешающей способности тепловизора, которая определяется согласованием параметров объектива та матричного приемника излучения (МПИ). Кроме того, недостаточно исследована проблема согласования модуляционных передаточных функций (МПФ) этих компонентов.

Цель исследования состоит в определении размера кружка рассеивания объектива в зависимости от размера пикселя МПИ, при условии согласования компонентов системы. Задачей является получить оптимальный нормированный радиус кружка рассеивания объектива тепловизора, основываясь на предложенных критериях согласования.

Для сравнения критериев согласования были использованы эффективные радиусы кружков рассеивания объективов, которые обобщали дифракционно ограниченный объектив и объектив с абберациями, который оптимизирован к тому пределу, когда наступает дифракционное ограничение.

Получение результаты показали, что нормированный радиус объектива, позволяющий получить необходимое качество изображения, зависит от выбранного критерия согласования. Это позволяет снизить затраты на изготовление более простых объективов.

Дальнейшие исследования будут направлены на получение оптимальной точки согласования между величиной МПФ тепловизора и пространственной разрешающей способностью. Они являются основными показателями качества изображения и равной степени на него влияют. При этом улучшая один из показателей ухудшается другой и наоборот.

## **USE OF OPTICAL RADIATION FOR DIAGNOSTICS OF BLOOD IN THE INFRARED SPECTRAL RANGE**

Student gr. PB-42m (M.S student) Andrii Pidtabachnyi.  
National Technical University of Ukrainian «Kyiv Polytechnic Institute»

The modern medicine is in continuous search of new methods of diagnosing which would open physiological and biochemical essence of processes, which proceed in an organism.

In recent years the clinical medicine is interested new actual to methods of diagnostics, treatment and prevention of different types of diseases that more, is cause by emergence of numerous medical development, which possess the wide range of opportunities. One of such methods is the infrared spectroscopy (IR). The IR-spectroscopy is one of fundamental methods of research of organic substances, which is widely used in chemistry, biology and medicine. Infrared ranges can indicate presence of certain structures at unknown organic compounds. They can be also used for detecting of sub-fractional composition of biological liquids (in given cases - blood). The method is highly specific as allows determining by characteristics of a range of absorption of infrared radiation by chemical bonds in blood practically any substances qualitatively and quantitatively.

For registration of IR-spectrums, classical spectrophotometers and Fourier-spectrometers are used. The main components of the spectrophotometer, the source of continuous thermal radiation, the monochromator and not selective receiver of radiation are.

The method of IR-spectroscopy of blood gives opportunity of research of influence of an ozone therapy, electro reflexology as these types of influence affect concentration of phosphorus-containing connections in blood that often leads to violation of a power exchange of an organism and in most cases does not cause positive therapeutic effect. Therefore, research of the characteristic of IR spectrums of blood of tumor-bearing organisms under the influence by modern therapeutic interventions, for identification of the most effective and in too time of safe methods of diagnosing and treatment of oncological diseases, remains to the most actual and allows to formulate the purpose and problems of the real work.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗОБРАЖАЮЩЕГО ФУРЬЕ – СПЕКТРОМЕТРА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Аспирант Поздняков Д.В.

Д-р техн. наук, профессор Колобродов В.Г.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Изображающий Фурье – спектрометр (ИФС) (англ. fourier transform imaging spectrometer) – пассивная оптико-электронная система, которая устанавливается на борту космического аппарата или самолета. Она позволяет получать изображения подстилающей поверхности в сотнях спектральных диапазонах одновременно. Особенностью ИФС есть то, что такая система регистрирует не спектр подстилающей поверхности, а интерферограмму. Восстановление спектра осуществляется путем использования обратного Фурье преобразования к сигналу, который зарегистрирован матричным приемником.

В процессе работы рассмотрены разные варианты оптических схем, которые можно использовать для построения ИФС как космического, так и авиационного базирования. Оптические схемы можно разделить на два основных вида: статические и динамические. Отдельно можно рассмотреть поляризационные и комбинированные схемы ИФС [1].

Также созданы математические модели формирования изображения входной оптикой и формирование интерферограммы на матричном приёмнике излучения для различных схем ИФС. Первая модель позволяет рассчитать фокусное расстояние объектива, поле зрения прибора, ширину полосы захвата, размер проекции пикселя на поверхность Земли, зная высоту орбиты космического аппарата или высоту полёта самолета, на борту которого установлен прибор. Вторая модель позволяет рассчитать интерференционную картину на матричном приемнике излучения, зная распределение яркости на подстилающей поверхности и начальную установку одного из зеркал интерферометра (в случае использования интерферометра Саньяка).

### Литература

1. Колобродов, В.Г. Оптичні системи зображуючих Фур'є-спектрометрів дистанційного зондування Землі / В.Г. Колобродов, М.І. Лихоліт, Д.В.Поздняков, В.М. Тягур // Космічна наука і техніка. - 2014. - Т. 20, № 5 (90). - С. 35-40.

## **ОСОБЕННОСТИ ПЗС-ФОТОМЕТРИИ В ПРИЛОЖЕНИИ ЭЛЛИПСОИДАЛЬНОЙ РЕФЛЕКТОМЕТРИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД**

Студент гр. ПБ42м (магистрант) Попов Р.Я.  
Канд. техн. наук, доцент Безуглый М.А.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Вследствие стремительного развития оптики ее использование охватывает все новые и новые сферы биомедицины. При попадании оптического излучения на биологическую среду (БС) имеют место такие явления как отражение от поверхности, рассеивание на границе раздела в середине среды без изменения длины волны, поглощение, переизлучение и другие. Определив точное взаимоотношение между количественными эквивалентами этих явлений в БС можно судить о наличии в ней отклонений от нормы.

В данной работе продолжено изучение программно-аппаратного комплекса для эллипсоидальной рефлекторной биометрии БС [1]. В качестве координатного приемника излучения была использована ПЗС-камера Imaging Source DMK 21AU04.AS, которая позволяет регистрировать изображение биологического образца при воздействии на него лазерным излучением без использования автоматической регулировки усиления, что делает ее пригодной для определения фотометрических величин. Для работы с данной камерой можно использовать широкий ряд программного обеспечения: MaxIm, IC Capture.AS, Astro-Snap и др. Получив изображение в традиционных форматах (JPG или BMP) его преобразуют в один из форматов ПЗС-фотометрии (FIT, FITS).

Для оценки уровня освещенности готового изображения была использована система компьютерной обработки изображений IRIS, которая позволяет осуществлять выбор размеров анализируемой области и оценивать состояние отдельных участков БС. Последующий зонный анализ в рамках метода зеркальных эллипсоидов вращения и инверсного Монте-Карло позволяет определить оптические параметры биологической среды.

Таким образом, использование ПЗС-фотометрии в биомедицинской оптической диагностике является не только безопасным, но и достаточно достоверным при правильном подборе конфигурации системы.

### **Литература**

1. M. A. Bezuglyi, N. V. Pavlovets, "Optical Biometry of Biological Tissues by Ellipsoidal Reflectors," Vol. 8798 of SPIE-OSA Pros., 2013, paper 87980Q.

## ДНЕВНО-НОЧНОЙ ПРИЦЕЛ

Студентка гр.113120 Процкая А.К., студент гр. 113111 Кипарин А.И.

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.

Конструкция прицела построена по схеме двух каналов, дневного и ночного, сведенных на один окуляр.

Работа ночного канала основана на принципе электронно-оптического усиления яркости изображения объектов, наблюдаемых в условиях естественной ночной освещенности на местности.

Основой прицела является корпус. В нижней цилиндрической части корпуса закреплены: объектив ночного канала, ЭОП, куб-призма, окуляр с наглазником. Крышка защищает объектив ночного канала от загрязнения и повреждения в межэксплуатационные периоды. Отверстие в крышке позволяет при дневной освещенности проверить работу ЭОП, а также одновременно наблюдать изображения в дневном и ночном каналах. При работе ночью крышку снимают. Снятую крышку фиксируют, надев отверстие в ушке крышки на стойку.

Прицел имеет систему защиты от общей засветки, которая отключает питание ЭОП при естественном дневном освещении.

Прицельная сетка установлена в дневном канале и имеет подсветку красным светодиодом.

Окуляр имеет диоптрийную подвижку для коррекции зрения пользователя. Подвижка осуществляется вращением кольца диоптрийной настройки. Наглазник предназначен для исключения попадания в глаз стрелка света от посторонних источников и фиксации глаза стрелка относительно окуляра.

В верхней части корпуса установлены: объектив дневного канала, сетка, оборачивающая система и поворотная призма. Объектив дневного канала в нерабочем положении закрыт крышкой. Крышка защищает объектив от загрязнения и повреждения, а также, при работе ночью, исключает наложение изображений в дневном и ночном каналах и возможную демаскировку прицела из-за подсветки сетки.

Прицел заполнен азотом, что препятствует отпотеванию оптических поверхностей при перепаде температур.

## ТОНКОЕ ШЛИФОВАНИЕ И ПОЛИРОВАНИЕ ЛИНЗ

Студент гр.113111 Рыжков С.А.,  
студент гр.113111 Василевич А.В.

Канд. техн. наук, доцент Шамкалович В.И.  
Белорусский национальный технический университет

Тонкое шлифование выполняют способом притира с использованием инструмента в виде гриба, чашки или план-шайбы.

Стабильность обеспечивается малым изнашиванием алмазных инструментов по отношению к стеклу 1:1000. Незначительное изменение формы рабочей поверхности инструмента определяет его возможность многократного использования. Шлифование плоских заготовок проводят в 2 перехода: 28/20, 10/7 при толщине до 50 мм. Устанавливают ее в зависимости от размера обрабатываемой поверхности. Если толщина сошлифованного припуска больше 50 мкм, операцию выполняют за 3 перехода: 40/28, 28/20, 10/7.

Режимы тонкого шлифования алмазным инструментом сферических и плоских поверхностей: частота вращения шпинделя инструмента 1,3 – 60 об/с, частота качания верхнего звена 24 – 80 ход/мин.

Полирование. Тонкое полирование осуществляется на смоляных полировальниках, которые обеспечивают получение плоских и сферических поверхностей с высокой точностью. Тонкое полирование применяют для всех оптических деталей.

Требуемая точность поверхности достигается особыми приемами работ. Перед началом работы проверяют наладку станка с учетом техники полирования данной детали. Режимы станка применимы такие же как для тонкого шлифования.

Блок тщательно промывают после тонкого полирования от остатков шлифующих порошков, рассматривают обращая особое внимание на качество полированной поверхности, при необходимости зазоры между деталями очищают от смолы. Полировальник равномерно подрезают по всей поверхности, подогревают в горячей воде и подают полирующую суспензию. Осуществляют ручную прополировку верхним инструментом, после чего на него опускают поводок и включают станок.

Блок полируют до получения требуемого цвета и чистоты поверхности без царапин и точек.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ НА БАЗЕ ВОЛОКОННОГО ЛАЗЕРА ДЛЯ ТОНКОЙ ОЧИСТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Магистрантка Рябцева А.Н., студент гр.113121 Кипарин А.И.

Канд. техн. наук, доцент Фёдорцев Р.В.

Белорусский национальный технический университет

На сегодняшний день наиболее распространенными способами очистки металлических поверхностей от всевозможных видов загрязнений (окисных пленок, ржавчины) являются: механические, посредством применения абразивных щёток на станках или ручного инструмента, струей сжатого воздуха или абразивной суспензии (бластинг), а также электрохимические методы, окунанием изделия в ёмкости со специальными растворами

Рассматриваемые методы очистки отличаются высокими материальными и энергозатратами, сопровождаются образованием большого количества отработанных веществ, требующих утилизации, и как следствие способствуют загрязнению окружающей среды продуктами распада.

Одним из новых и перспективных методов очистки является применение лазерных технологий построенных на базе компактных волоконных лазеров, выпускаемых компаниями IPG Photonics, Laser Technologies, НТО «ИРЭ-Полюс». Известны также промышленные варианты реализации подобных устройств CL 1000 (Clean Laser, Германия). Однако высокая стоимость данных установок на сегодняшний день не позволяют им найти широкого применения в различных областях производства.

В ходе проведенных предварительных исследований была разработана оптическая схема установки, на базе основного рабочего волоконного итербиевого лазера IPG Photonics ( $\lambda = 1,06$  мкм,  $P = 50$  Вт) и дополнительного встроенного маломощного красного пилотного лазера для визуализации процесса обработки ( $\lambda = 670$  нм), сканирующей системы SM-400, включающей дефлектор Д-601 и фокусирующий объектив СКР 60 ( $f=100$  мм) на гальвано-приводе (ООО «СиТеЛа»). Проведено моделирование оптической схемы установки и осуществлена энергетическая оценка эффективности процесса очистки. В результате проведенных исследований были определены оптимальные выходные параметры лазерного излучения: длительность импульса 100 нс, частота повторения импульсов 20 кГц, мощность до 6 Вт, диаметр лазерного пучка 20-50 мкм.



## ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ СТЕКЛА

Студент гр. 113120 Сафонов В.В., студент гр. 113111 Василевич А.В.

Д-р техн. наук, профессор Козерук А.С.

Белорусский национальный технический университет

Предложенный способ заключается в том, что через исследуемый образец пропускают две монохроматические волны под небольшим углом друг к другу и формируют при их наложении интерференционную картину. Образец разворачивают на угол  $\alpha_1$  и считают число пробежавших через анализируемую точку интерференционной картины число полос  $N_1$ , а затем образец разворачивают на другой угол  $\alpha_2$ , определяя  $N_2$  и т.д. Далее, подставляя полученные значения в систему уравнений, решают ее и определяют показатель преломления и толщину исследуемого образца.

Для повышения чувствительности вторая волна, участвующая в формировании интерференционной картины, проходила вне образца. Кроме того, световую волну через образец пропускали дважды, что также приводило к увеличению чувствительности и точности измерений. В этом случае система уравнений, связывающая параметры образца (показатель преломления  $n$  и толщину  $t$ ) и углы поворота  $\alpha$  с изменением порядка интерференции, равным числу пробежавших интерференционных полос  $N$ , имеет вид:

$$\begin{cases} N_1 = \frac{2t}{\lambda} \left[ \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha_1} - \cos \alpha_1 - n + 1 \right] \\ \dots \dots \dots \\ N_i = \frac{2t}{\lambda} \left[ \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha_i} - \cos \alpha_i - n + 1 \right] \end{cases}$$

Для определения показателя преломления и толщины образца достаточно двух уравнений. При увеличении количества уравнений в приведенной системе), т.е. при увеличении количества измерений  $N(\alpha)$ , погрешности определения  $n$  и  $t$  уменьшаются.

Для реализации предложенного способа определения показателя преломления плоскопараллельных пластин разработано специальное устройство.

## ФОРМИРОВАТЕЛЬ ТЕСТОВЫХ ИМПУЛЬСОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ЛАЗЕРНОГО ДАЛЬНОМЕРА

Студент гр.113120 Старовойтов А.В.

Канд. техн. наук, доцент Фёдорцев Р.В.<sup>1</sup>,  
ведущий конструктор проекта Бадюля П.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет, <sup>2</sup>ОАО «Пеленг»

Лазерные дальномеры, установленные на низкоорбитальных спутниках, работающие на высотах 500 – 600 км и предназначенных для создания карт земной поверхности, определения дрейфа земных материков и колебаний поля гравитации.

Лазерные дальномеры имеют следующий принцип действия: к объекту, расстояние до которого нужно измерить, посылается зондирующий импульс, он же включает счетчик в дальномере. Когда отраженный объектом импульс возвращается к дальномеру, то он останавливает работу счетчика. По временному интервалу между зондирующим и отраженным сигналами определяют расстояние между дальномером и объектом. Ориентировочное время отклика составляет 3,35 – 4,02 мс при длительности импульса от 4 нс. Точность измерения интервала времени между этими двумя импульсами является определяющим фактором при измерении расстояния до объекта.

Проверку точности измерения дальномерной системы проводят на специализированном стенде. Численное значение дальности измерения представляет собой усредненное значение трёх зондирующих импульсов, которые регистрируются тремя специальными приёмниками. Генерация данного импульса происходит в специальном оптическом имитаторе, формирующим отраженный импульс, идентичный искажениям атмосферного фронта.

В ОАО «Пеленг» для этих целей используется двухканальный формирователь тестовых импульсов, включающий интегрирующую сферу, объективы, формирующие световой пучок для ввода в оптические волокна и два передающих канала. В канале оптического имитатора, содержащем GaAs лазерный диодный модуль фирмы «Eagleyard Photonics», излучающий на длине волны 1064 нм, предусмотрена возможность установки сменных фильтров для изменения интенсивности светового потока. В канале, содержащем галогенную лампу КГМ12-20, установлены конденсор, матовое стекло, интерференционный светофильтр, вырезающий участок спектра галогенной лампы 1040 – 1080 нм. Передача сформированного тестового импульса осуществляется через специальный семиканальный оптоволоконный разветвитель. На сегодняшний день изделие находится на стадии сборки опытного образца и подготовки к проведению стендовых испытаний.

## **СРАВНЕНИЕ ИЗОБРАЖАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЬНО-ЮСТИРОВОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ**

Магистрант Старосотников Н.О.

Канд. техн. наук, доцент Федорцев Р.В.

Белорусский национальный технический университет

Наиболее распространёнными изображающими устройствами являются такие, которые строятся на базе LCD (Liquid Crystal Display - Жидкокристаллический дисплей) и DMD (Digital Micromirror Device - Цифровое микрозеркальное устройство) матриц.

Принцип работы LCD матриц основан на свойстве молекул жидкокристаллического вещества изменять пространственную ориентацию под воздействием электрического поля. В LCD матрицах можно контролировать прозрачность каждого пикселя, а соответственно, и излучаемый им световой поток. Существенным недостатком LCD матрицы является невозможность получения абсолютно чёрного цвета. DMD матрицы представляют собой электроинно-механический массив микрозеркал, каждое из которых является отдельным пикселем. Микрозеркала поворачиваются на некоторый определённый угол, отражая в нужном направлении падающий на них световой поток. Для формирования требуемого контраста микрозеркала DMD матриц колеблются с требуемой частотой, создавая большой диапазон уровней яркости изображения от минимального до максимального, определяются направлением поворота зеркал относительно оси.

Одной из качественных характеристик матрицы является разрешение, которое определяется размером пикселя. В DMD матрицах минимальный размер пикселя составляет 5,4 мкм и сопоставим с размером пикселей некоторых LCD матриц. Коэффициент заполнения представляет собой отношение площади пикселя, используемого для формирования изображения, к общей площади пикселя. Более высокий коэффициент заполнения у DMD матриц. Так расстояние между зеркалами составляет порядка 20 нм, тогда как у LCD матриц расстояние между пикселями на порядок больше, хотя ведутся разработки по его уменьшению. Это обусловлено тем, что система поворота зеркал, используемая в DMD матрицах, находится под ними, а в LCD матрицах контакты для изменения пространственной ориентации кристаллов располагаются между пикселями.

Таким образом, DMD матрицы обладают рядом преимуществ при использовании в контрольно-юстировочных операциях оптико-электронных приборов, однако их применение приводит к определённым сложностям при конструктивной реализации прибора, поскольку требует их расположения под определённым углом к оптической оси, в отличие от LCD матриц, которые работают только на пропускание светового потока.

## СТЕНД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ УГЛОВ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИЦЕЛОВ

Студент гр.113129 Стасилович В.А.  
Канд. техн. наук, доцент Фёдорцев Р.В.<sup>1</sup>,  
начальник сектора Шабета Ю.М.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Унитарное предприятие НПЦ «ЛЭМТ» БелОМО»

Современные оптико-электронные прицелы и комплексы способны учитывать множество параметров, влияющих на точность стрельбы и выводить информацию об этих параметрах в цифровом виде на экран оптико-электронного прицела. Часто в таких системах – из-за каких-либо неточностей в приборе угол прицеливания может несколько отличаться от истинного значения. Для выяснения истинного угла прицеливания используют различные методы калибровки и контроля приборов.

Определение истинного угла прицеливания часто проводят путем сравнения баллистического угла с расчётным углом прицеливания, отображаемым в оптико-электронном прицеле. Сущность данного метода заключается в том, что измеряются углы прицельной марки прибора при помощи различных методов, например возможно измерение отклонения марки при помощи поворотного стола.

В настоящее время УП НПЦ «ЛЭМТ» БелОМО» для этих целей использует универсальный стенд для измерения углов, включающий следующие компоненты: оптическую скамью, с установленным экраном и длиннофокусной линзой, гониометр ГС-5 и плиту со стойкой для крепления оптико-электронного прицела. Количество контролируемых углов прицельной марки в оптико-электронном прицеле может составлять от 80 до 160 в зависимости от предельных значений рабочих параметров, что значительно увеличивает время контроля. Например, оптико-электронный прицел GS-2R, разрабатываемый на предприятии, имеет 80 контролируемых углов время измерения которых составляет около 160 минут.

С целью уменьшения времени контроля прибора возникла необходимость в разработке стенда специального назначения, повышение процесса измерения прицельного угла обеспечивается за счёт автоматизации наведения прицельной марки и обработки полученных результатов. Конструктивно, проектируемый стенд, отличается наличием коллиматора, с линзовым объективом, поворотным столиком с зеркалом, которое используется для облегчения процесс измерения баллистического угла прицела. Расширены возможности управляющего компьютера на предмет обработки входных и выходных сигналов. Данный стенд обеспечивает погрешность измерения 2'. Такая установка значительно упрощает измерение углов, уменьшает его стоимость, позволяет автоматизировать процесс контроля.

## ЦЕЛЕУКАЗАТЕЛЬ-ОСВЕТИТЕЛЬ

Студент гр. 113120 Хмарук В.А., студент гр.11311112 Власовец Н.С.  
Д-р техн. наук, профессор Козерук А.С.  
Белорусский национальный технический университет

Модуль предназначен для прицельного наведения на мишень различных типов оружия, а также для освещения мишени ИК-излучением в условиях ограниченной видимости.

Целеуказатель видимого излучения с длиной волны излучения 520 – 540 нм предназначен для ведения скоростной прицельной стрельбы в ближнем бою в условиях средней и малой освещенности без применения приборов ночного видения.

Целеуказатель инфракрасного излучения (ИК) с невидимой длиной волны излучения, лежащей в диапазоне 810 – 860 нм, предназначен для ведения скоростной прицельной стрельбы на средних дистанциях боя (до 400 м) в ближнем бою в ночных условиях или условиях низкой освещенности с применением приборов ночного видения и/или ночных прицелов.

Модуль представляет собой лазерное устройство, объединяющее в себе три лазерных излучателя: целеуказатель видимого излучения, целеуказатель ИК излучения и осветитель ИК излучения. Для изменения угла расходимости пучка излучения осветителя предназначено специальное кольцо.

Целеуказатель и осветитель работают в двух режимах: повышенной мощности (режим Н) и пониженной мощности (режим L). Переключение режимов осуществляется с помощью тумблера, расположенного на задней панели модуля.

Для фиксации тумблера от его самопроизвольного переключения предусмотрен механизм блокировки, конструктивно выполненный в виде блокировочной втулки.

На задней панели модуля также расположены переключатель режимов работы и разъем.

Переключатель режимов работы имеет шесть фиксированных положений.

При установке переключателя в положение ВТ загорается индикатор разряда элемента питания; если его свечение прерывистое, то это свидетельствует о том, что напряжение элемента питания менее 2,5 В и его необходимо заменить.

Через разъем к корпусу подсоединяется контактное устройство и фиксируется накидной гайкой. Клавиша контактного устройства крепится на цевье или рукоятку оружия при помощи ленты – застёжки. В случае обрыва кабеля контактного устройства или отсоединения кабеля от разъема модуль продолжает функционировать в непрерывном режиме.

## АПЛАНАТИЧЕСКИЙ АНАЛОГ СИСТЕМЫ КАССЕГРЕНА

Студенты гр.11311112 Шиманович А.А., Власовец Н.С.

Д-р техн. наук, профессор Артюхина Н.К.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время широкое распространение в технике и научных исследованиях приобрели зеркальные системы в связи с расширением спектрального диапазона оптических приборов. Двухзеркальные композиции имеют несложную и компактную конструкцию, широко используются как в наземных, так и в космических оптических приборах. К классическим системам (с исправленной сферической аберрацией) относят системы Кассегрена, Грегори и Мерсенна: в формировании изображения участвуют два зеркала: главное и вторичное [1].

В работе рассматривается апланатическая модификация классического объектива Кассегрена (главное – вогнутый параболоид, вторичное – выпуклый гиперboloид).

В процессе исследования создан базовый модуль с осевой длиной порядка  $l = 0,35f'$ , поверхность изображения вынесена за вершину зеркала. Кома откорректирована за счет придания другой асферической формы поверхностям зеркал: их профили близки к гиперболоидам. Схема позволяет обеспечить большой диаметр входного зрачка, отличается небольшими габаритами и массой для длиннофокусных систем, центральное экранирование в допустимых пределах, но угловое поле зрения объектива не превышает  $1,5-2^\circ$ .

Представлены результаты расчета одного из вариантов – объектива с характеристиками: фокусное расстояние  $f' = 1000$  мм, относительное отверстие 1: 5, поле зрения  $2\omega = 2^\circ$ . Кружок рассеяния, определяющий разрешение, около  $1''$  в центре поля. Схема может быть использована как базовая при работе с зеркальными корректорами полевых аберраций [2] для увеличения углового поля зрения.

### Литература

1. Артюхина, Н.К. Теория, методы проектирования и расчет зеркальных систем: монография / Н.К. Артюхина, БНТУ. – Минск, 2009. – 309 с.
2. Smith, W.J. Modern Optical Engineering, the Design of Optical Systems / W.J. Smith. – 3rd ed. – New York: McGraw-Hill, 2000. – 617 p.

## ПРИЦЕЛ ОПТИЧЕСКИЙ

Студент гр. 113120 Янковский Н.А.

Д-р техн. наук, профессор Козерук А.С.

Белорусский национальный технический университет

Прицел предназначен для прицеливания при стрельбе из охотничьего и спортивного оружия и может эксплуатироваться при температуре воздуха от минус 40 (при использовании литиевого элемента питания) до плюс 50°C; верхнее значение относительной влажности воздуха – 100 % при температуре плюс 25°C.

Для регулирования зажимного устройства необходимо:

– если крепление ослаблено (прицел имеет качку), переставить регулировочную ручку, повернув ее в направлении окуляра, и тем самым добиться нормального закрепления прицела на оружии;

– если необходимо ослабить крепление – переставить регулировочную ручку, повернув ее в направлении объектива, обеспечив нормальное закрепление прицела на оружии.

Включение прицела и регулировка яркости сетки осуществляется при помощи специальной рукоятки. В крайних положениях этой рукоятки, обозначенных «0», прицел выключен. Вращением по часовой стрелке рукоятка переводится в фиксированные положения, соответствующие различным яркостям сетки (всего семь градаций), в порядке возрастания яркости. Уменьшение яркости сетки осуществляется вращением рукоятки против часовой стрелки.

Элемент питания устанавливается в отсек питания с соблюдением полярности – в соответствии с маркировкой на корпусе прицела.

Индикатором разряда элемента питания является отсутствие подсветки сетки в режиме контроля «К». Отсутствие подсветки свидетельствует о разряде элемента питания не менее 95% и необходимости его замены.

В комплект прицела входит кронштейн, предназначенный для установки прицела на направляющую планку типа «ласточкин хвост» на боковой поверхности ствольной коробки оружия.

Кронштейн крепится на боковой планке оружия при помощи зажимного устройства. Паз под планку типа «ласточкин хвост» образован нижней и двумя верхними направляющими. В зажимное устройство входят также: зажимной винт, ручка с рычагом для поворота винта, шайба и защелка для крепления ручки на зажимном винте. Конструкция зажимного устройства позволяет производить регулировку зажимного усилия. Регулировка производится переустановкой ручки на зубчатом венце зажимного винта при снятой защелке.

## СЕКЦИЯ 5. ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

УДК 616-078

### ВЕРОЯТНОСТНАЯ ДИАГНОСТИКА ТРАВМАТИЗМА В ЗАВОДСКОМ РАЙОНЕ МИНСКА

Студент гр. 688 (БГМУ) Чепелев С. Н., врач-хирург Чепелев А. Н.,  
Канд. техн. наук, доцент Чепелева Т. И.

Белорусский национальный технический университет

Травматизм — это совокупность травм, возникших в определенной группе населения за определенный отрезок времени. Наибольший уровень травматизма отмечается у мужчин в возрасте 20–49 лет, а у женщин — 30–59 лет, причем во всех возрастных группах этот показатель значительно выше у мужчин (вследствие их образа жизни и профессиональной направленности). Сегодня в экономически развитых странах мира травмы среди всех причин первичной инвалидности и смертности занимают третье место, а у лиц трудоспособного возраста травмы занимают первое место среди причин смерти. Ежегодно в Республике Беларусь травмы получают более 750 тысяч человек, из них около 150 тысяч или 20% — это дети в возрасте до 18 лет.

Для расчета средних величин взяты статистические данные о количестве первичных обращений по поводу травм на одного пациента в УЗ «17-я городская клиническая поликлиника г. Минска» за 2008–2013 годы. По данным составлен соответствующий вариационный ряд. При оценке границ количественного признака используется среднее квадратическое отклонение  $\sigma$  и характер распределения признака. Установлено:  $\sigma = 2,17$  случаев травм, распределение признака не является нормальным, так как в предел  $M \pm 1$  величина  $\sigma$  входит для 19213 значений вариант, что составляет 35,4%, что меньше 68,3 %, с увеличением  $V$  отмечается прямая регрессия. Ошибка репрезентативности ( $m_n$ ) средней арифметической величины  $M = \pm 0,009$  случая травм,  $M/m_n = 388,88$ , среднее арифметическое превышает свою ошибку более чем в 3 раза, что свидетельствует о достоверности исследования. При изучении влияния употребления алкогольных напитков на травматизм у пациентов методом Хи-квадрат, была установлена связь между употреблением алкогольных напитков и травматизмом у пациентов по сравнению с контрольной группой, с вероятностью безошибочного прогноза 95 % (рассчитанный  $\chi^2 = 4,29$  больше табличного, который при числе степеней свободы  $n' = 1$  равен 3,8 ( $p < 0,05$ )). Установлена корреляция между данными явлениями, что подтверждается данными Министерства здравоохранения Республики Беларусь и ВОЗ. Следовательно, наличие периодического или частого употребления алкоголя влияет на наличие обращений к врачу по поводу травм с вероятностью безошибочного прогноза 95 %. Графическое решение представлено в виде 11 диаграмм.



## ФОТОИОНИЗАЦИОННЫЕ ГАЗОВЫЕ СЕНСОРЫ

Студент Конченко А.В.

Ст. преп. Медяной Л.Ф.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

В средах рабочих мест присутствуют пары растворителей, топлива и прочих летучих органических соединений (ЛОС). Современная оценка токсичности ЛОС установила пониженные нормы ПДК, повысило требования к скорости и простоте измерений анализаторами ПДК ЛОС.

Материалы, содержащие ЛОС, включают растворители красок и лаков, а также жидкости для их удаления, пары дизельного топлива и бензина, керосина, топлива коммунально-бытового назначения. ЛОС также включают много токсичных веществ, таких как бензол, бутадиев, толуол, ксилол, и многие другие. Для многих ЛОС, ядовитый предел превышает задолго до того, как достигается огнеопасная концентрация. Структура ФИС показана на рис. 1, а.

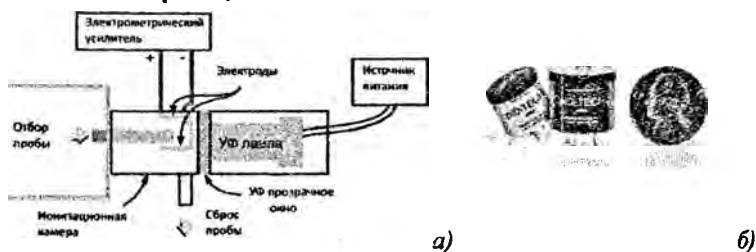


Рис. 1. ФИС: структура – а, изображение – б

Проба воздуха поступает в ионизационную камеру, где подвергается УФ облучению. Часть молекул пробы, для которых потенциал ионизации (ПИ) ниже, чем энергия фотонов, ионизируются и между электродами возникает ток пропорциональный концентрации ЛОС.

УФ лампы выпускают фотоны с энергией от 8,4 до 11,7 эВ. Обычные компоненты воздуха, такие как азот, кислород, гелий, двуокись углерода и водяной пар имеют ПИ выше 11,7 эВ, не ионизируются и не влияют на работу ФИС.

ФИС – дешевые и компактные сенсоры, имеют линейную характеристику, большой динамический диапазон, порог чувствительности  $\leq 1$  ppb, время установления  $t_{0,9} \leq 3$  с.

Анализатора на ФИС особенно полезны при экологическом мониторинге загрязнений. Рекомендованы EPA Method 21 (Environmental Protection Agency – Управление по охране окружающей среды) для контроля выбросов в атмосферу.

## ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ КОНЦЕНТРАЦИИ КИСЛОРОДА

Студент Некрут О.О.

Ст. преп. Медяной Л.Ф.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Для анализа электрической схемы преобразователя концентрации кислорода с трехэлектродным электрохимическим сенсором, необходимо отобразить его эквивалентной электрической схемой. Электрохимический сенсор (ЭХС) можно моделировать, используя только конденсаторы и сопротивления.

Эквивалентная схема трехэлектродного ЭХС показана на рис. 1.

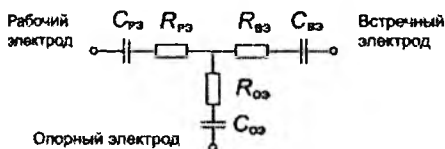


Рис. 1. Эквивалентная схема трехэлектродного электрохимического сенсора

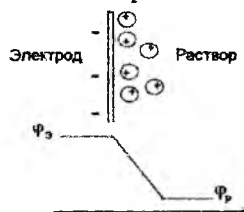


Рис. 2. Потенциальная диаграмма объемного заряда на электроде

Здесь, все три электрода соединены в узел через электролит внутри сенсора, таким образом, этот узел – основная часть модели. Electrodes are modeled by capacitors of large capacitance, electrolyte – active resistance. Full resistance of the electrode is represented by a series combination of connected capacitor and active resistance.

Модель конденсатора (см. рис. 2).

Здесь  $\Phi_3$  и  $\Phi_p$  обозначают потенциал электрода и раствора соответственно. Большая часть падения напряжения происходит в области электрода. Такое состояние эквивалентно состоянию заряженного конденсатора.

Типичные значения величин:

- рабочий электрод  $R_{PE} = 1$  Ом,  $C_{PE} = (50 \dots 150)$  мкФ,
- встречный  $R_{SE} = 1$  Ом,  $C_{SE} = (20 \dots 100)$  мкФ,
- опорный электрод  $R_{OE} = 1$  Ом,  $C_{OE} = (10 \dots 50)$  мкФ.

## ПЯТИШАГОВЫЙ КОНИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ БИСО

Студент гр.ПГ-32м (магистрант) Аксёненко П.М.

Канд. техн. наук, доцент Лазарев Ю.Ф.

Национальный политехнический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Проведено V-тестирование [1] нескольких пятишаговых алгоритмов вычисления вектора ориентации в соответствии с формулами [2] (3.3.51), (3.3.52), (3.3.54), (3.3.58). Результаты модельного эксперимента представлены на рисунке. На основе комбинаций двух первых алгоритмов предложен более точный алгоритм, представленный на рисунке как “Pan-5N”. Новый алгоритм, как следует из эксперимента, на 2 порядка точнее исходных алгоритмов и более точен чем алгоритмы 6-го порядка точности “Pan-54”, “Pan-58” при высоких частотах колебаний оснований.

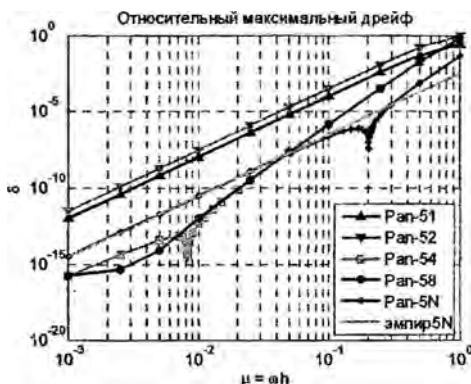


Рис. 1. Зависимость максимального дрейфа от шага опроса

Предлагаемый алгоритм предпочтителен для применения в бесплатформенных инерциальных системах ориентации, используя алгоритмы, основанные на измерения приращения квазиординат и опирающихся на вычисление вектора ориентации, как более простой и эффективнее.

### Литература

1. Слюсарь В.М. Актуальные вопросы проектирования алгоритмов ориентации БИНС. Ч.1. Амплитудное расширение области применения алгоритмов \ Гироскопия и навигация, № 2 (53), 206. – С. 61-75.
2. Панов А. П. Математические основы теории инерциальной ориентации / А. П. Панов. – Киев: Наукова думка, 1995. – 280 с.

## ИМПУЛЬСНЫЙ АНАЛИЗАТОР КОНЦЕНТРАЦИИ ОКСИ УГЛЕРОДА

Студент Слипченко В.А.

Ст. преп. Медяной Л.Ф.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Для контроля и измерения концентрации окиси углерода применяются полупроводниковые газовые сенсоры (ППГС). Их недостатки: временная деградация чувствительного элемента, сильное влияние температуры и существенная нелинейность характеристики преобразования.

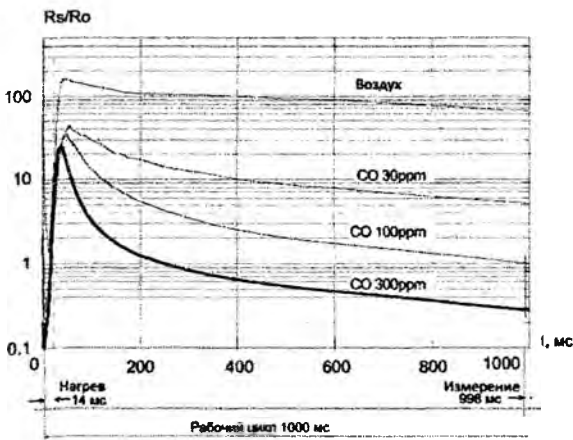
Оптимальная чувствительность и селективность к CO импульсного газового сенсора типа TGS2442 обеспечивается при температуре сенсора меньше 100 °С. Однако, при таких температурах, сенсор может загрязняться влагой или другими загрязнителями. Чтобы этого не происходило, необходимо периодически подвергать сенсор высокой температуре, больше 300 °С.

На рис. 1 показаны характеристики сопротивления (изменения  $R_s/R_0$ ) для различных концентраций CO, в течение рабочего цикла. После импульса нагрева сопротивление газового элемента сначала быстро понижается и затем устанавливается на более высоком уровне.

В импульсном цифровом анализаторе сигналы с газового элемента и термистора поступают прямо на порты контролера, и компенсация влияния температуры осуществляется программно, умножением напряжение сенсора

газового элемента на рассчитанный поправочный коэффициент. Линеаризация характеристик осуществляется аппроксимацией характеристики прямой линией, что приводит к большим погрешностям.

Наименьшие погрешности достигаются с помощью программной кусочно-линейной линеаризации.



## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМЫ ИНДУКЦИОННОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

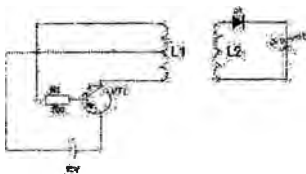
Студент гр. 11311114 Аксеник А.С.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Беспроводная передача электроэнергии является относительно новой областью техники, достаточно динамично развивающейся в настоящее время. Беспроводная передача электричества – способ передачи электрической энергии без использования токопроводящих элементов в электрической цепи. В технологии реализации такой электропередачи можно выделить несколько разрабатываемых направлений: ультразвуковой метод, метод электромагнитной индукции, электростатическая индукция, микроволновое излучение и лазерный метод. Целью данной работы является анализ и оптимизация режимов передачи энергии в исследуемых схемах, работающих по методу электромагнитной индукции.

В основе рассматриваемого метода лежит явление взаимной индукции, заключающееся в возбуждении ЭДС электромагнитной индукции в одной цепи (приемник) при изменении электрического тока в другой цепи (передатчик). Принцип действия анализируемой индукционной системы проиллюстрирован на представленном рисунке. В качестве индикатора работы рассматриваемой системы передачи используется светодиод.



В работе выполнен монтаж схемы передатчика на базе логического элемента IR2153 с регулируемой обратной связью, что позволяло получать управляющие импульсы различной частоты и формы. На выходе передатчика собран парафазный усилитель (2xIRFZ44N), подключенный к двухсекционному соленоиду. Приемник представлял собой LC-контур с включенной в него нагрузкой. В работе проведены исследования эффективности индукционной связи передатчик-приемник в зависимости от формы формируемых импульсов и их амплитудных и частотных характеристик. Определено влияние на КПД такой связи расстояния между приемником и передатчиком и их взаимной ориентации относительно друг друга. Показано, что значительного увеличения эффективности индукционной связи можно получить при резонансной индукции, когда передатчик и приемник настроены на одинаковую частоту, и при использовании импульсов несинусоидальной формы.

## ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ СВЕТОДИОДЫ

Студент гр.11307114 Белый П.Ю.

Канд. физ.-мат. наук Манего С.А.

Белорусский национальный технический университет

В последние годы мы стали свидетелями стремительного развития области техники, основанной на физике полупроводников, оптоэлектроники. Прежде всего, это проявилось в революционном совершенствовании технологии создания светодиодов – твердотельных полупроводниковых источников света. Ещё недавно светодиоды были всего лишь устройствами индикации, а сегодня это уже высокоэффективные источники света, которые в ближайшее время преобразят мир искусственного освещения и заменят лампы накаливания.

В работе рассмотрена история развития светодиодной техники и перспективы применения твердотельных источников излучения в народном хозяйстве Республики Беларусь. Дан анализ различных направлений улучшения качественных и количественных характеристик современных светодиодов. Рассмотрены преимущества и недостатки применения светодиодов в осветительной аппаратуре, отмечены основные направления развития данной отрасли. Проведен анализ конструктивных особенностей различных светодиодов и характеристики их оптического излучения. Показано, что применение твердотельных светоизлучающих устройств позволяет уменьшить потребляемую мощность, повысить надежность, долговечность, экологичность и безопасность эксплуатации осветительных устройств. Отмечается, что существенный рост эффективности светодиодов сопровождается фантастическими темпами падения стоимости их массового производства. По прогнозам, стоимость 1 лм излучения, сгенерированного светодиодными источниками, к 2016 г. сравняется со стоимостью светового потока газоразрядных ламп, а в 2020 г. этот показатель достигнет 1 долл. за 1000 лм. Таким образом, у традиционных источников света уже в ближайшем будущем не остается шансов на «мирное сосуществование» со светодиодами. И многие производители это хорошо понимают. Так, по оценкам Toshiba Lightech, благодаря быстрому падению цен и росту рынков Европы, США и Китая, среднегодовой темп роста мирового рынка светодиодного освещения, за период 2010-2020 гг., достигнет 31% [1].

### Литература

1. Mode of access: <http://www.digitimes.com>. – Data of access: 12.02.2015.

## РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУР

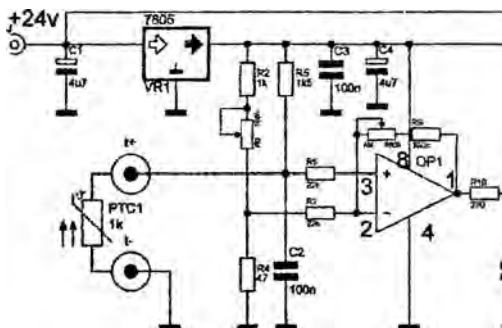
Студент гр. 11311114 Вяжевич Г.И.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Применение устройства контроля температуры позволяет своевременно предотвращать ситуации, возникающие вследствие перегрева. В таких системах контроля применяются в качестве температурных датчиков термопары или термопреобразователи сопротивления (термисторы, терморезистор). Целью работы является разработка и монтаж микропроцессорной схемы термодатчиков на основе термопары либо терморезистора и проведения сравнительного анализа их эффективности.

В качестве исследуемого устройства нагрева в работе использовалась разработанная паяльная станция, основным элементом которой является макетируемый термодатчик. Предлагаемое схемное решение исследуемых макетов позволяло работать в температурном интервале до  $500^{\circ}\text{C}$ . На рисунке приведена схема контроллера для обработки и преобразования аналогового сигнала, получаемого с термодатчика PTC1. Контроллер собран на операционном усилителе OP1 (LM358). Питание схемы осуществлялось при включении в цепь линейного стабилизатора 7805.



Сопротивление термодатчика варьировалось в пределах  $0,3 \dots 1,5 \text{ кОм}$ .

Тактовая частота микропроцессорной обработки в нашем случае составила  $9,6 \text{ МГц}$ . Анализ работы исследуемых схем показал, что при использовании датчика на основе термопары дополнительно требуется компенсация температуры холодного (опорного) спая термопары для определения значения рабочей температуры.

## РАЗРАБОТКА ДЕМОНСТРАЦИОННОГО МАКЕТА ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

Студент гр. 11311113 Кожевников Д.А.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

В устройствах оптической связи в качестве носителя информационных сигналов используется оптическое излучение, источником которого являются полупроводниковые лазерные диоды или светодиоды. Данные элементы служат передатчиками, а приемниками информации являются преимущественно полупроводниковые фотодиоды. В основе работы таких устройств лежат процессы модуляции светового потока и кодировки информационных сигналов, выполняемые в оптико-электронных системах различной сложности и назначения. Важнейшими эксплуатационными свойствами данных систем являются однонаправленность передачи информации по оптическому каналу, отсутствие влияния обратной реакции приемника на излучатель, возможность обработки как импульсного, так и непрерывного сигнала, помехозащищенность и исключение взаимных наводок в многоканальных схемах. Использование полупроводниковых светодиодных и лазерных источников оптического излучения позволяет применять методы внутренней модуляции оптического излучения. Целью данной работы является макетирование открытого канала оптической связи на основе различных полупроводниковых источников света и проведение сравнительного анализа эффективности исследуемых образцов излучателей в таких схемах.

В работе определены вольт-амперные и световые характеристики исследуемых излучателей, получены зависимости относительной яркости излучения от величины тока и температуры излучателя. Система питания, содержащая стабилизированный блок питания и электронную схему формирования электрических импульсов, позволяла реализовать режимы постоянного и импульсного (режим внутренней модуляции) питания светодиодов. Установлены характерные особенности формирования светового потока при различных уровнях питания. Проанализированы пространственные параметры формируемого оптического излучения различными источниками. Рассмотрена принципиальная схема получения и передачи информации в открытом оптическом канале при позиционно-импульсной модуляции излучения. Рассмотрены особенности прохождения светового сигнала в зависимости свойств оптического канала. Собран макет канала оптической связи, позволяющий продемонстрировать ее основные закономерности.



## СИНТЕЗ КРИСТАЛЛА PbS И РАЗРАБОТКА НА ЕГО ОСНОВЕ ДЕТЕКТОРНОГО ПРИЕМНИКА

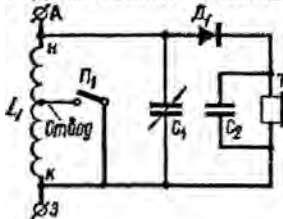
Учащийся Петрашкевич В.О.<sup>1</sup>

Преп. Глушенко С.И.<sup>1</sup>

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Развин Ю.В.,  
Белорусский национальный технический университет  
<sup>1</sup>ГУО «Лицей БНТУ», г. Минск

Детекторный приёмник – самое простое радиоприёмное устройство. Он не нуждается в источниках питания, для его постройки требуется мало деталей. Чувствительность детекторного приёмника не высока и он может принимать передачи радиостанций достаточно мощных или расположенных недалеко от места приёма. Выходная мощность приёмника также мала, поэтому приём возможен только на головные телефоны (наушники) и лишь в исключительных случаях на громкоговоритель. Полоса частот, принимаемых таким приёмником, шире, чем у более сложных ламповых и транзисторных приёмников, поэтому звучание детекторного приёмника отличается особой чистотой, а низкая чувствительность позволяет производить приём без помех. В то же время сборка детекторного приемника считалась полезным практическим занятием для начинающих радиолюбителей. В последнее время интерес к таким приемникам значительно вырос. Принцип работы детекторного приемника лежит в основе беспроводной передачи электроэнергии методом электромагнитной индукции. Целью работы является синтез кристалла точечного диода-детектора и разработка на его основе макета детекторного приёмника.

На рисунке приведена принципиальная электрическая схема детекторного приемника. Она состоит из антенны (А) и заземления (З), подключённых к колебательному контуру ( $L_1C_1$ ), точечного диодного детектора на диоде  $D_1$ , емкостного фильтра частот ( $C_2$ ) и наушников  $T_1$ . В работе использовались образцы синтезированных кристаллов галенита (PbS), получаемых методом расплава шихты, содержащей свинец (Pb) и серу (S). После остывания получались образцы, содержащие несколько кристаллов галенита. Были проведены исследования синтезированных кристаллов, определены их вольт-амперные характеристики. Полученные образцы использовались в качестве точечных диодов-детекторов в разрабатываемых схемах детекторного приемника.



## ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ, ВНОСИМЫЕ ПРИЗМЕННЫМИ ОТРАЖАТЕЛЯМИ

Студент гр. 11311114 Фильчук А.С.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Отражательные оптические призмы широко применяются для изменения и уменьшения габаритного хода лучей в различных оптических схемах, оборачивания изображений, разделения лучей и др. Оптическое излучение испытывает внутри такой призмы отражение от одной или последовательно от нескольких ограничивающих её плоских поверхностей. Отражательные призмы изготавливаются из оптически изотропного материала и делятся на два типа: одинарные и составные [1]. В реальных оптических системах, характеризующихся наличием значительного числа поверхностей, относящихся к различным оптическим элементам (зеркала, призмы), могут существенно изменяться параметры прошедшего излучения. Целью работы является исследование изменения состояния поляризации оптического излучения в оптических схемах с призмными отражательными элементами

В работе исследовались различные образцы отражательных призм: одинарные призмы, а также оборачивающие призмные системы. В исследуемых отражательных призмах реализуется явление полного внутреннего отражения. Отражательные призмы с чётным числом отражающих граней дают прямое изображение, а с нечётным числом отражающих граней — зеркальное. В качестве источника излучения использовался газовый лазер ЛГ-208, формирующий непрерывное линейно поляризованное излучение. Показано, что призмный отражатель меняет состояние поляризации падающего на него лазерного излучения. При полном внутреннем отражении составляющие падающего излучения, поляризованные во взаимно перпендикулярных направлениях, испытывают различные скачки фаз, при этом разность фаз изменяется в пределах  $0^\circ \leq \Delta\varphi \leq 180^\circ$ . Определяя изменения азимута поляризации и фазовый сдвиг при полном внутреннем отражении, можно рассчитать действие исследуемых призмных элементов на формирование состояния поляризации прошедшего через них излучения. Результаты анализа, полученные для призмы БР-180°, показывают, что при азимуте  $\alpha = 45^\circ$  поляризация выходного излучения становится круговой.

### Литература

1. Кожевников, Ю.Т. Оптические призмы / Ю.Т. Кожевников. – М.: Машиностроение, 1984. – 184 с.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ВИБРАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ

Студент гр. ПГ-11 Попов А.С.

Ассистент Цыбульник С.А.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Вибрационная диагностика – это метод диагностирования объектов (строительных, технических и т.д.) и систем, что базируется на анализе параметров их вибрации. Вибрационная диагностика, как и ряд других методов, решает задачи поиска неисправностей и оценки технического состояния объекта контроля. Для обеспечения высокой эффективности вибрационной диагностики методы обработки диагностической информации должны обеспечивать выполнения ряда требований, таких как: возможность обработки нестационарных сигналов, возможность реализации быстрых алгоритмов, высокая адаптивность и других.

Авторами данной работы была проведена обработка идеальных (смоделированных в программной среде MATLAB) сигналов, а именно: гармонического, полигармонического и переходного процесса. Для оценки эффективности методов обработки на данные сигналы был дополнительно наложен белый шум.

Применение как параметрических, так и непараметрических методов дало положительные результаты. Тем не менее, при работе с реальными сигналами вибрации следует помнить о некоторых ограничениях, которые связаны с тем, что при использовании авторегрессионных методов важно правильно выбрать порядок модели. Поскольку датчик помимо полезного сигнала может также воспринимать разного рода шумовые процессы, которые могут быть квазипериодическими, выбор правильного порядка модели часто не представляется возможным, что приводит к появлению ложных частотных составляющих в спектре сигнала.

Анализ результатов показал, что классические методы, такие как дискретное преобразование Фурье, дали неудовлетворительные результаты в сравнении с остальными методами. Это может быть связано с конечной длиной сигнала и возникновением так называемого «растекания» спектра из-за нецелого числа периодов колебаний. Наиболее «чистые» и чёткие результаты получены с применением параметрических методов, но из-за возможных трудностей определения количества гармонических составляющих сигнала необходимо обратить внимание на непараметрические методы. В особенности следует отметить эффективность метода усреднения модифицированных периодограмм (метод Узлча).

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО АКУСТИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В COMSOL

Ходневич С.В.

Ст. преп. Лигомина С.М.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

В последнее время возрос интерес к использованию в неразрушающем контроле бесконтактных электромагнито-акустических преобразователей – ЭМАП.

К сожалению, из-за довольно низкого коэффициента преобразования данный тип преобразователей не нашел широкого применения.

Увеличить коэффициент преобразования можно оптимизировав конструкцию преобразователя.

Использование компьютерного моделирования может значительно упростить и ускорить процесс поиска оптимальной конструкции и параметров ЭМАП.

Использование для моделирования метода конечных элементов (пакет Comsol) позволяет создать трехмерную модель, в которой учтены геометрические параметры и физические свойства элементов конструкции.

На Рис. 1 представлена модель излучателя создана в Comsol.

Исследовались параметры ЭМАП и влияние на них изменения зазора между элементами преобразователя и ОК.

Исходя из полученных при моделировании данных можно сделать следующие выводы: с увеличением величины зазора между контактирующей поверхностью преобразователя и ОК, глубина проникновения и плотность вихревых токов, наводимых в ОК, уменьшаются; при увеличении величины зазора индуктивность датчика увеличивается, что соответствует изменению характеристик реального ЭМАП.

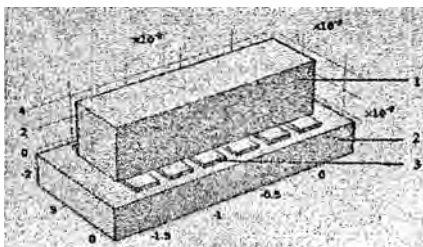


Рисунок 1. Модель излучателя:  
1 - магнит; 2 – ОК(объект контроля); витки катушки - 3.

**МАТРИЧНЫЕ БАЛАНСОВЫЕ МОДЕЛИ**

Студент гр.11306114 Урбанович В.Р.

Канд. наук, доцент Бокуть Л.В.

Белорусский национальный технический университет

Балансовые модели широко применяются при экономико-математическом моделировании экономических систем и процессов. Если описывать экономическую систему в целом, то под балансовой моделью понимается система уравнений, каждое из которых выражает требование баланса между производимым отдельными экономическими объектами количеством продукции и совокупной потребностью в этой продукции. Если вместо понятия продукт ввести более общее понятие ресурс, то под балансовой моделью следует понимать систему уравнений, которые удовлетворяют требованиям соответствия наличия ресурса и его использования. Кроме требования соответствия производства каждого продукта и потребности в нем, можно указать такие примеры балансового соответствия, как соответствие наличия рабочей силы и количества рабочих мест, платежеспособного спроса населения и предложения товаров и услуг.

Балансовый метод и создаваемые на его основе балансовые модели служат основным инструментом поддержания пропорций в народном хозяйстве. Балансовые модели на базе отчетных балансов характеризуют сложившиеся пропорции, в них ресурсная часть всегда равна расходной. Балансовые модели не содержат какого-либо механизма сравнения отдельных вариантов экономических решений и не предусматривают взаимозаменяемости разных ресурсов, что не позволяет сделать выбор оптимального варианта развития экономической системы. Этим определяется ограниченность балансовых моделей и балансового метода в целом.

Основу информационного обеспечения балансовых моделей в экономике составляет матрица коэффициентов затрат ресурсов по конкретным направлениям их использования. В модели межотраслевого баланса, например, такую роль играет технологическая матрица. В связи с этим балансовые модели относятся к тому типу экономико-математических моделей, которые называются матричными.

В матричных моделях балансовый метод получает строгое математическое выражение. Матричную структуру имеют модели развития отраслей, межотраслевые балансы производства и распределения продукции отдельных регионов. Аналогичную структуру имеют балансы, входящие в систему балансов труда.

В работе решена задача нахождения стоимостного объема производства каждой отрасли для увеличения продукта потребления в Mathcad.

**МЕТОД ГАУССА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**

Студент гр.11306114 Родионова О.В.

Канд. техн. наук, доцент Бокуть Л.В.

Белорусский национальный технический университет

Системы линейных алгебраических уравнений применяются в экономике для проведения балансового анализа многоотраслевого хозяйства. Цель балансового анализа — ответить на вопрос, каким должен быть объем производства каждой из отраслей хозяйства, чтобы удовлетворить все потребности в продукции этой отрасли. Предполагается, что каждая отрасль выступает одновременно как производитель некоторого вида продукции и как потребитель продукции других (в том числе своей) отраслей.

Процесс производства рассматривается за некоторый период времени.

При моделировании экономических задач, таких как задачи управления и планирования производства, определения оптимального размещения оборудования, оптимального плана производства, оптимального плана перевозок грузов, распределения кадров, может быть предложена гипотеза линейного представления реального мира. Математические модели таких задач представляются линейными уравнениями. Если задача многомерна, то ее математическая модель представляется системой линейных уравнений. Линейные математические модели также используются в нелинейных системах при условии, если эта нелинейная система условно линеаризована.

Метод Гаусса – наиболее мощный и универсальный инструмент для нахождения решения любой системы линейных уравнений (когда система имеет бесконечно много решений или несовместна). Метод Гаусса идеально подходит для решения систем, содержащих более трех линейных уравнений, для решения систем уравнений, которые не являются квадратными (в отличие от метода Крамера и матричного метода).

Метод Гаусса является точным методом. Он состоит из двух этапов и позволяет получить решение системы за конечное число арифметических действий. В основе метода лежит идея последовательного исключения неизвестных.

Существенным недостатком этого метода является невозможность сформулировать условия совместности и определенности системы в зависимости от значений коэффициентов и свободных членов. С другой стороны, даже в случае определенной системы этот метод не позволяет найти общие формулы, выражающие решение системы через ее коэффициенты и свободные члены, которые необходимо иметь при теоретических исследованиях.

В работе с помощью метода Гаусса решена задача нахождения оптимального плана перевозок машин при известных затратах на перевозку.

**КВАДРАТУРА КРУГА**

Студент гр. 104144 Крисеева Н.А.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Прусова И.В.

Белорусский национальный технический университет

Квадратура круга — один из первых в истории математики случаев, когда человеческий разум долгое время буксовал перед нехитрой на первый взгляд задачей. Всего-то и требуется, что построить квадрат с площадью, равной площади данного круга, посредством циркуля и линейки. Однако, три тысячи лет плотного труда не увенчались успехом. Если принять за единицу измерения радиус круга и обозначить  $X$  длину стороны искомого квадрата, то задача сводится к решению уравнения:  $X^2 = \pi$ , откуда:  $X = \sqrt{\pi}$ . Как известно, с помощью циркуля и линейки можно выполнить все 4 арифметических действия и извлечение квадратного корня, отсюда следует, что квадратура круга возможна в том и только в том случае, если с помощью конечного числа таких действий можно построить отрезок длины  $\pi$ . Таким образом, неразрешимость этой задачи следует из неалгебраичности числа  $\pi$ , которая была доказана в 1882 году Линдеманом. Однако эту неразрешимость следует понимать, как неразрешимость при использовании только циркуля и линейки. Задача о квадратуре круга становится разрешимой, если, кроме циркуля и линейки, использовать другие средства (например, квадратрису).

Простейший механический способ предложил Леонардо да Винчи. Он изготовил круговой цилиндр с радиусом основания  $R$  и высотой  $R/2$ , нажал чернилами боковую поверхность этого цилиндра и прокатил его по плоскости. За один полный оборот цилиндр отпечатает на плоскости прямоугольник площадью  $\pi R^2$ . Располагая таким прямоугольником, уже несложно построить равновеликий ему квадрат. Диагональ искомого квадрата приближённо равна 2,5 радиусам круга. Построив квадрат со стороной указанной длины и взяв половину его диагонали, получим сторону искомого приближённого квадрата.

**Литература**

1. Хал Хеллман. Великие противостояния в науке. Десять самых захватывающих диспутов - Глава 2. Валлис против Гоббса: Квадратура круга — М.: «Диалектика», 2007.
2. Щетников А. И. Как были найдены некоторые решения трёх классических задач древности? Математическое образование, № 4 (48), 2008.

## СОЗДАНИЕ ИГРЫ НА ДВИЖКЕ RPG MAKER VX ACE. И СОЗДАНИЕ СКРИПТОВ ПРИ ПОМОЩИ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ RUBY.

Студент гр. 10405114 Миронович А.Ю.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Прусова И.В.

Белорусский национальный технический университет

**RPG Maker** — это серия программ, предназначенных для создания компьютерных игр жанра JRPG (японских ролевых игр). В своем проекте, я использовал одну из серии программ — **RPG MAKER VX ACE**. Это обновленная и последняя на сегодняшний день версия **RPG Maker**. Переработанный графический движок и система скриптинга **RGSS 3** на основе языка **Ruby**. Теперь непосредственно о самом языке **Ruby**. Динамический язык программирования с открытым исходным кодом с упором на простоту и продуктивность. Он обладает элегантным синтаксисом, который приятно читать и легко писать. **Ruby** очень гибкий язык, так как он позволяет его пользователям свободно менять его части. Основные части **Ruby** могут быть удалены или переопределены по желанию. А к существующей части можно модифицировать. **Ruby** старается ни в чём не ограничивать пользователя. **Ruby** полон другими особенностями и конструкциями, и вот некоторые из них: В **Ruby** есть конструкции для обработки исключений, как в **Java** или **Python**, которые позволяют проще работать с ошибками. В **Ruby** представлен настоящий **mark-and-sweep** (пометь и отчисти) сборщик мусора для всех **Ruby** объектов. Не нужно вручную отслеживать количество ссылок в сторонних библиотеках. Как говорит **Matz**, “Это полезней для вашего здоровья.” Писать расширения на **C** в **Ruby** проще чем в **Perl** или **Python** при помощи очень элегантного **API** для вызова **Ruby** из **C**. Он включает в себя вызовы для встраивания **Ruby** в программное обеспечение, чтобы использовать его как скриптовый язык. Также доступен интерфейс **SWIG**. **Ruby** может подгружать сторонние библиотеки динамически, если позволяет операционная система. В **Ruby** реализованы независимые от операционной системы потоки. Таким образом, на любых платформах, где запускается **Ruby**, также имеется возможность использовать многопоточность, не зависимо от того, поддерживает ли данная система потоки или нет. Можно использовать возможности многопоточности даже в **MS-DOS**! **Ruby** отличается высокой переносимостью: он был разработан большей частью на **GNU/Linux**, но работает на многих типах **UNIX**, **Mac OS X**, **Windows 95/98/Me/NT/2000/XP/Vista/8**, **DOS**, **BeOS**, **OS/2**, и так далее.



## ПОСТРОЕНИЕ МАГИЧЕСКИХ КВАДРАТОВ ИЗ ПРОСТЫХ ЧИСЕЛ

Студент гр.11302214 Довнар Н.Ю.

Руководитель Гундина М.А.

Белорусский национальный технический университет

Одним из экзотических способов шифрования информации является использование магических квадратов, в которые вписывают шифруемый текст в соответствии с нумерацией их клеток. Если затем выписать содержимое такой таблицы по строкам, то получится шифртекст, сформированный благодаря перестановке букв исходного сообщения.

Магические квадраты представляют собой квадратные таблицы размером  $n \times n$ , которые заполнены натуральными числами от 1 до  $n^2$ . Особенностью таких квадратов является то, что сумма чисел по всем строкам, столбцам и диагоналям одинаковы.

Рассмотрим алгоритм построения магического квадрата третьего порядка, состоящего из простых чисел. Из теории известен общий вид

$$\begin{pmatrix} 1680 + p & 210 + p & 1260 + p \\ 630 + p & 1050 + p & 1470 + p \\ 840 + p & 1890 + p & 420 + p \end{pmatrix}$$

Рисунок 2 Магический квадрат 3-его порядка

магического квадрата 3-ого порядка, состоящего из простых чисел [1], приведем его на рис.1.

Задача сводится к нахождению параметра  $p$ . Он находится в цикле перебором.

Заметим, что в диапазоне  $p \in [1, 1500000]$ , найдено шесть магических квадрата. При наименьшем значении  $p$  магический квадрат принимает вид, представленный на рис.2.

$$\begin{pmatrix} 1879 & 409 & 1459 \\ 829 & 1249 & 1669 \\ 1039 & 2089 & 619 \end{pmatrix}$$

Рисунок 3 Магический квадрат, при  $p=199$

Время вычисления при увеличении порядка  $p$  увеличивается в несколько раз. Для нахождения 6 магических квадратов, время вычисления в системе Mathematica занимает около 22 секунд.

Дальнейшие исследования будут направлены на обобщение подхода для построения магического квадрата произвольного порядка.

### Литература

1. Prime Numbers Magic Squares [Электронный ресурс]: <http://www.magic-squares.net/primesqr.htm#A Large order-3>.

## ПОСТРОЕНИЕ АНТИМАГИЧЕСКИХ КВАДРАТОВ

Студент гр.11302214 Мамчиц В.В.

Руководитель Гундина М.А.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрим квадраты с противоположными магическим квадратам свойствами – антимагические.

Антимагическим квадратом индекса  $n$  называется такая матрица размерности  $n \times n$ , что сумма любого множества из  $n$  элементов матрицы, никакие два из которых не находятся в одной строке или в одном столбце, равняется  $n$ .

Рассмотрим построение антимагических квадратов размера  $n \times n$ , все элементы которых различные целые числа  $1, 2, \dots, d \cdot d$ .

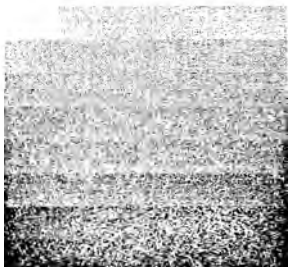


Рисунок 4. Изображение антимагического квадрата 9-ого порядка

Пусть  $R_i (C_j)$  – матрицы размера  $n \times n$  с единицами в  $i$ -ой строке ( $i$ -ом столбце) и нулевыми остальными элементами. Заметим, что антимагический квадрат размера  $n \times n$  обязательно имеет вид [1]:

$$M = \sum_1^n a_i R_i + \sum_1^n b_j C_j, \text{ где } a_i, b_j \in N.$$

Пусть  $M$  – антимагический квадрат. Перестановки строк и столбцов оставляют его антимагическим, и поэтому можно считать, что  $m_{11}$  – наименьший элемент  $M$ .

Положим  $a_i = m_{i1} - m_{11}$ ,  $b_j = m_{1j}$ . Из определения магического квадрата  $m_{ij} = m_{i1} + m_{1j} - m_{11} = a_i + b_j$ .

Открытыми остаются вопросы общих свойств антимагических квадратов, создания общих методов их построения, преобразования антимагических квадратов малого порядка в антимагические квадраты большего порядка, преобразования магического квадрата в антимагический квадрат, нахождения практической применимости такого вида квадратов. Отдельной темой стоит построение антимагических квадратов, состоящих из простых чисел.

## Литература

1. Стенли Р. Перечислительная комбинаторика. – М.: Мир, 1990. – 440с.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ МЕТАЛЛОВ

Студенты гр. 10115114 Азарко А.В., гр.10114114 Борисевич Т.А.

Канд. техн. наук, доцент Смурага Л.Н.

Белорусский национальный технический университет

Известно, что в металлах основным передатчиком тепла являются свободные электроны или электронный газ. Очевидным также является и тот факт, что под скоростью движения электронов в металлах понимают среднюю квадратичную скорость хаотического движения (теория Дрейф-Лоренца), так как средняя скоростью упорядоченного движения электронов в  $\approx 10^9$  меньше, чем  $u_{\text{ср.кв.}}$  и ею можно пренебречь. С некоторым приближением можно считать, что коэффициент теплопроводности металлов равен коэффициенту теплопроводности электронного газа. Учитывая, что носителем тока в металлах с позиции классической электронной теории являются свободные электроны, то существует связь между коэффициентом теплопроводности электронного газа  $\lambda = \frac{1}{2} u_{\text{ср.кв.}} \bar{l} nk$  (1)

и коэффициентом электропроводности (удельной проводимостью)

$$\sigma = \frac{ne^2 \bar{l}}{2m u_{\text{ср.кв.}}} . \quad (2)$$

Поскольку свободны электроны, перемещаясь в металле при наложении внешнего электрического поля, переносят не только электрический заряд, но и присущую им энергию хаотического движения, то есть осуществляют перенос теплоты.

Из соотношений (1) и (2) получаем закон Видемана-Франца

$$\frac{\lambda}{\sigma} = \frac{3k^2}{e^2} T . \quad (3)$$

Здесь  $e$  – удельный заряд,  $k$  – постоянная Больцмана;  $[\lambda], \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}; [\sigma], \frac{1}{\text{ом}\cdot\text{м}}$ .

На созданной экспериментальной установке по разработанной методике определяют коэффициент теплопроводности металлов ( $\lambda_{\text{Cu}} \approx 395, \lambda_{\text{Al}} \approx 210$ ), по формуле (3) – удельную проводимость металлов ( $\sigma_{\text{Cu}} \approx 588 \cdot 10^5, \sigma_{\text{Al}} \approx 380 \cdot 10^5$ ). Как видно из примера результаты сопоставимы с табличными значениями и подтверждают основное свойство металлов: лучшие проводники электричества являются и лучшими проводниками тепла.

## ТРАНСФОРМАТОР ТЕСЛА

Студент гр.10609113 Апетёнок В.О.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Хорунжий И.А.  
Белорусский национальный технический университет

Трансформатор Тесла – устройство, позволяющее осуществлять эффектную демонстрацию атмосферных электрических разрядов [1]. В последнее время появляются публикации [2] в которых авторы утверждают о питании трансформатора Тесла постоянным током и связывают с этим открытие нового физического явления. Целью данной работы было исследование трансформатора Тесла при питании его постоянным током. Для проведения экспериментального исследования был собран качер Бровина (Рис.1), являющийся разновидностью трансформатора Тесла. В выбранной схеме в первичной цепи отсутствуют конденсаторы. Питание схемы осуществлялось от аккумуляторной

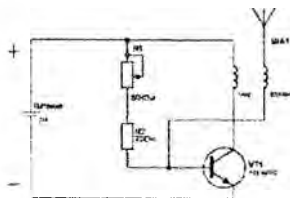


Рис.1. Электрическая

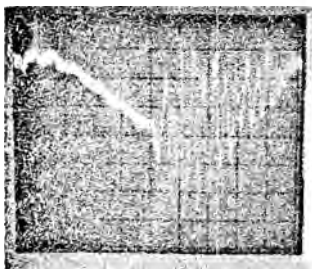


Рис.2. Осциллограмма колебаний в первичном контуре

батарей. Динамика процессов контролировалась с помощью электронного осциллографа. Несмотря на отсутствие в схеме конденсаторов, в первичном контуре устройства возникает режим самовозбуждения и генерируются пакеты высокочастотных колебаний с частотой 1,25 МГц, накладывающиеся на колебания с частотой 50 кГц. Высокая частота возникающих колебаний, по-видимому, обусловлена малой величиной паразитных емкостей, имеющихся у любых элементов схемы. Типичная осциллограмма колебательных процессов, развивающихся в первичном контуре трансформатора, приведена на рисунке 2. Таким образом, даже в отсутствие конденсаторов и питании схемы постоянным напряжением работа трансформатора Тесла может быть объяснена явлением электромагнитной индукции.

### Литература

1. Верин О.Г. Теория трансформатора Тесла// Доклады независимых авторов. Серия Электродинамика, №20, 2012, с. 146-154.
2. Бровин В.И. Явление передачи энергии индуктивностей через магнитные моменты вещества, находящегося в окружающем пространстве, и его применение. – М.: МетаСинтез, 2003, 20 с.

## ЗЕРКАЛЬНАЯ СИММЕТРИЯ В МИКРО И МАКРОМИРЕ

студентка гр.10904113 Асцилене Д.Л.

Д-р физ.-мат. наук, профессор Свирина Л.П.

Белорусский национальный технический университет

Удивительным свойством природы, как на уровне микромира, так и на уровне космического пространства, является нарушение зеркальной симметрии – симметрии (инвариантности или неизменности) по отношению к зеркальному отражению. Асимметричными (киральными, право- или левовинтовыми) называют объекты, которые при отражении в зеркале не совпадают с исходным, как левая и правая руки, а акиральными (симметричными), соответственно, объекты, остающиеся неизменными при зеркальном отражении.

Доминирование правого или левого проявляется в природе на многих уровнях. Большинство спиральных раковин закручены вправо, случайные мутации приводят к появлению левых особей. У вьющихся растений также преобладают правые спирали. Спиральная бактерия встречается и в правой, и в левой формах. Обычно молекулы белков и ДНК имеют форму правой спирали, молекулы в форме левой спирали очень редки, их зеркальные отображения в природе не встречаются. В живых организмах почти всегда встречаются левые изомеры аминокислот. Напомним, что среды с левой и правой киральностью вращают плоскость поляризации света в противоположных направлениях.

В микромире известно, что слабые ядерные взаимодействия влияют на траекторию электрона при движении вокруг атомного ядра, порождая правую киральность атома. Элементарные частицы нейтринно встречаются только в левой форме направление их спина (собственного углового момента) противоположно направлению движения силы?

Нарушение зеркальной симметрии присуще и макромиру. Так, например, известно, что большая часть планет солнечной системы вращается с запада на восток. Недавно, проанализировав радиоволны 160-ти отдалённых галактик, американские физики обнаружили электромагнитное излучение радиодиапазона, распространяющееся в виде спирали, что служит доказательством наличия анизотропных свойств пространства Вселенной, обусловленных, по-видимому, подобно эффекту Фарадея, межгалактическими магнитными полям.

В лазерах с анизотропными резонаторами обнаружены режимы генерации, обладающие симметрией биологических макромолекул и на языке симметричных бифуркаций описаны явления нарушения симметрии, приводящие к превращению симметричных режимов в ассимметричные, что открывает новый подход к проблеме киральности.

## НАЧАЛЬНЫЙ УЧАСТОК ВОЛЬТАМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОЭЛЕКТРОННОГО ПРИБОРА

Студенты гр.11304114 Бабицкая А.И., Лихачева А.С.

Канд. физ.-мат. наук Черный В.В.

Белорусский национальный технический университет

При малых положительных напряжениях вольтамперная характеристика (ВАХ) электровакуумных приборов, работа которых основана на явлении термоэлектронной эмиссии, хорошо описывается [1]

зависимостью вида  $I = A_1 U^{\frac{3}{2}}$ .

Для приборов, работа которых основана на явлении фотоэлектронной эмиссии, известна [2] зависимость фототока  $I$  при фиксированном напряжении от частоты  $\nu$  квантов падающего излучения.

В данной работе исследовался начальный участок вольтамперной характеристики (ВАХ) фотоэлектронного умножителя (ФЭУ) при фиксированной частоте падающего света.

Результаты проведенных исследований показали, что для всех примененных длин волн света ВАХ хорошо описывается зависимостью вида

$$I = A(U - U_0)^{\frac{3}{2}},$$

где  $A$  и  $U_0$  – величины, постоянные при фиксированной длине волны света. Совпадение вида зависимостей ВАХ для термоэлектронной и фотоэлектронной эмиссии можно связать с тем, что в обоих случаях сила тока определяется свойствами объемного заряда, окружающего катод.

Величина  $U_0$  монотонно возрастала по мере уменьшения длины волны света. Однако она не равна запирающему напряжению, так как получаемая величина постоянной Планка, определяемая по зависимости запирающего напряжения от частоты световой волны, оказывается заметно заниженной, если в качестве запирающего напряжения принять величину  $U_0$ .

### Литература

1. Трофимова, Т.И. Курс физики / Т.И. Трофимова. – М.: Академия, 2007. – 192 с.
2. Гуревич, Ю.Я. Внешний фотоэффект / Ю.Я. Гуревич. – М.: Знание, 1983. – 20 с.

## ЗАВИСИМОСТЬ ПРЕДЕЛА ВЫНОСЛИВОСТИ ДЕТАЛИ ОТ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ЕЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ

Аспирант Барандич Е.С.,

Канд. техн. наук, доцент Выслоух С.П.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Согласно статистическим данным около 70-80% поломок и аварий машин и механизмов, происходящих при эксплуатации, вызвано усталостными явлениями. Детали, подвергающиеся длительной повторно-переменной нагрузке, разрушаются при напряжениях значительно меньших предела прочности материала при статическом нагружении. Усталостное разрушение является опасным, поскольку на этапе зарождения и начального развития трещин оно протекает достаточно медленно, а распространение трещин, дальнейшее их слияние и излом происходит стремительно. Поэтому актуальной является задача обеспечения усталостной прочности материала деталей, а также надежности работы машин и механизмов при эксплуатации.

Микронеровности, которые образуются на поверхности детали вследствие обработки, являются концентраторами напряжений и одной из причин снижения усталостной прочности. При этом концентрации напряжений зависит не только от глубины рисок, но и от их формы. Таким образом, качество поверхностного слоя обуславливает характеристики сопротивления усталости деталей, основной из которых является предел выносливости. Согласно ГОСТ 25.504-82 изменение значения предела выносливости в зависимости от предела прочности и чистоты обработанной поверхности определяют через коэффициент влияния шероховатости поверхности по формуле  $K_{F\sigma} = 1 - 0,22 \cdot \lg Rz \left( \lg \frac{\sigma_s}{20} - 1 \right)$ .

Однако Суслов А.Г. установил, что на усталостную прочность деталей влияют и другие параметры шероховатости. Так, увеличение параметра  $Rz$  приводит к уменьшению усталостной прочности, но основное влияние на эту эксплуатационную характеристику имеют параметры  $R_{max}$  и  $S_m$ . Таким образом, вышеприведенная формула не в полной мере характеризует зависимость значения предела выносливости от состояния микрогеометрии профиля.

С целью установления наиболее информативных параметров шероховатости поверхности, влияющих на усталостную прочность, проведены усталостные испытания образцов, результаты, которых позволили установить зависимость предела выносливости от параметров качества поверхностного слоя, а также от режимов их обработки.

## ПОЛЯРИЗАЦИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ ЛАЗЕРА

студентка гр.10904113 Бедулина А.Н.

Д-р физ.-мат. наук, профессор Свирина Л.П.

Белорусский национальный технический университет

Поляризация генерируемого излучения в лазере определяется совокупным влиянием анизотропии активной среды и анизотропии резонатора. Анизотропия среды определяется квантовомеханическими свойствами атомов и молекул активного вещества и носит нелинейный характер. Она возникает в результате взаимодействия генерируемого излучения со средой и зависит от интенсивности и поляризационных характеристик излучения. Например, для гелий-неоновых лазеров анизотропия среды обладает линейным и круговым дихроизмом и двулучепреломлением. В такой среде без изменения состояния поляризации могут распространяться ортогональные линейно (или циркулярно) поляризованные волны. Анизотропия резонатора создается помещением внутрь него анизотропных элементов (поляризаторов, четвертьволновых пластинок, и др.). Внешние поля, например, продольное магнитное поле, могут налагаться как на активную среду, так и на элементы резонатора.

Если анизотропия среды и резонатора одинаковая, например, круговая (линейная), то поляризация генерируемого излучения будет круговой (линейной). Если же анизотропия среды круговая, а резонатора линейная, то поляризация генерируемого излучения будет зависеть от соотношения величины анизотропии среды и резонатора. Если анизотропия среды намного больше анизотропии резонатора, то поляризация генерируемого поля будет определяться средой. Если анизотропия резонатора намного больше анизотропии среды, что наиболее часто реализуется в лазерных приборах, то поляризация генерируемого поля будет определяться резонатором. Например, линейная поляризация излучения гелий-неонового лазера достигается за счет расположения окон газоразрядной трубки под углом Брюстера. При сопоставимых по величине анизотропии среды и резонатора и сильно различающихся типах анизотропии (у среды – круговая, у резонатора – линейная) возможно нестационарное поведение поляризации, которое возникает в результате потери устойчивости стационарного режима генерации и возникновения устойчивых автоколебаний. При этом состояние поляризации излучения периодически изменяется от линейного к круговому, и обратно.

Поляризационное условие генерации лазера заключается в том, состояние поляризации излучения должно воспроизводиться за один полный обход светом контура резонатора.



## БУЛЕВА АЛГЕБРА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

Студент гр.11306113 Болтрукевич А.О., Карпинович К.Б.

Ст. преп. Прихач Н.К.

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.

## МОЩНЫЕ СВЕТОДИОДНЫЕ ЛИНЕЙКИ НА АНОДИРОВАННЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ ПОДЛОЖКАХ

Студент гр.11307114 Бородин В.А

Канд. физ.-мат. наук Манего С.А.

Белорусский национальный технический университет

Актуальность изучения конструктивно-технологических проблем создания и эксплуатации мощных светодиодных линеек обусловлена все возрастающим влиянием данных устройств на светоизлучающую индустрию. Это влияние объясняется существенным преимуществом, которое достигается в результате замены традиционных светоизлучающих устройств (вакуумных, газоразрядных и люминесцентных ламп) на светодиодные. Применение твердотельных светоизлучающих устройств позволяет уменьшить потребляемую мощность, повысить надежность, долговечность, экологичность и безопасность эксплуатации. Эти преимущества обуславливают высокие темпы разработки технологии создания высокоэффективных светодиодных чипов и освоение производства линеек мощных светодиодов на анодированных алюминиевых подложках.

Данная работа посвящена оценке различных технологий создания линеек светодиодов. Изучению методики экспериментального определения тепловых характеристик полупроводниковых приборов. Исследованию влияния конструктивных особенностей теплоотводов на эффективность охлаждения полупроводниковых приборов.

Анализ показал, что на данном этапе развития технологии создания линеек светодиодов, с учетом проектирования эффективных осветительных систем, технология COB «чип на подложке» является наиболее предпочтительной [1], по сравнению с гибридной технологией.

Оценка тепловых сопротивлений линеек светодиодов на всем пути прохождения тепла от активной области СИД до окружающей среды показал, что существенный вклад в снижение температуры активной области светодиодов вносит не только качество используемых компонентов и тепловых контактов, но и эффективный внешний теплоотвод. А именно, теплоотдача элементов конструкции зависит как от конструктивных параметров (габариты, масса, структура (штыревая, ребристая)), так и от положения теплоотвода в пространстве, т.е. вертикально или горизонтально.

### Литература

1. Mode of access: <http://digital.ledsmagazine.com/ledsmagazine/201310>.  
- Data of access: 19.02.2015.

## ПРИМЕНЕНИЕ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА В ИССЛЕДОВАНИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТОРГОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Студентка гр.11305112 Бояровская К.С.

Ст. преп. Кондратьева Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Факторный анализ позволяет отслеживать стабильность корреляционных связей между отдельными параметрами. Именно корреляционные связи между параметрами, а также между параметрами и общими факторами содержат основную диагностическую информацию о процессах. Факторный анализ параметров позволяет выявить на ранней стадии нарушение рабочего процесса (возникновение дефекта) в различных объектах, которое часто невозможно заметить путем непосредственного наблюдения за параметрами. Это объясняется тем, что нарушение корреляционных связей между параметрами возникает значительно раньше, чем изменение одного параметра. Такое искажение корреляционных связей позволяет своевременно обнаружить факторный анализ параметров по массивам зарегистрированных параметров.

Проведено исследование получения прибыли за год по данным Универмага «Беларусь» секции «Канцтовары» при использовании факторного анализа, выявлены основные факторы, которые определяют прибыль универсама. На первом этапе были отобраны переменные для проведения факторного анализа. Используя корреляционный анализ, выявлена взаимосвязь исследуемых признаков. Была построена матрица коэффициентов корреляции в *Statistica*. Факторный анализ проводился для полного набора переменных. Корреляционная матрица вычислена для 7 переменных. Значение факторной нагрузки, больше 0,7 показывает, что данный признак тесно связан с рассматриваемым фактором, и тем выше значение факторной нагрузки. Из таблицы факторных нагрузок было выявлено два фактора. Первый определяет Индекс изменения цен. Остальные переменные обусловлены вторым фактором. На первый фактор приходится 86,5% всей дисперсии, а на второй фактор – 12,1% всей дисперсии, все остальное – приходится на другие неучтенные факторы. В итоге, два выявленных фактора объясняют 98,6% всей дисперсии.

После решения задачи факторного анализ прибыли универсама «Беларусь» секции «Канцтовары» в пакете *Statistica* и производственным расчетом получено заключение, что основным фактором, влияющим на прибыль универсама, является фактор индекса изменения цен. Пакет *Statistica* позволяет быстрее выявить факторы для поставленной задачи.

## **ПРОГРАММНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ СВОЙСТВ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ОРИЕНТАЦИИ В СРЕДЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ MATLAB**

Студент гр. ПГ-22 (бакалавр) Бугаёв Д.В.  
Канд. техн. наук, доцент Лазарев Ю.Ф.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Цикл работ посвящён изучению поведения основных видов гироскопических устройств, которые установлены на неподвижном основании, и состоят из:

- 1) исследования поведения симметрического уравновешенного гироскопа;
- 2) исследования движения гиромаятника;
- 3) исследования движения гироскопа в кардановом подвесе;

Исследования проводятся по программным моделям на персональных компьютерах в среде MATLAB. Для их выполнения следует освоить основные операции работы с этой компьютерной системой.

Главной целью разработки моделей является сравнение результатов изучения поведения гироскопа путем программного моделирования и теоретического исследования. Поэтому необходимым условием выполнения данных исследований является предварительное ознакомление с результатами теоретического анализа поведения определенного устройства в условиях, которые заданы заданием. На основании «экспериментальных» измерений можно сделать выводы об адекватности полученных результатов, об их совпадении с предсказанными теорией.

Программные модели неоднократно показали свою эффективность на кафедре ПСОН, НТУУ «КПИ», и полностью построены в соответствии с требованиями гироскопических дисциплин.

### **Литература**

1. Лазарев, Ю.Ф. Основи теорії чутливих елементів системи орієнтації \ Ю.Ф. Лазарев, П.М. Бондар \ Підручник. – Київ: Політехніка, 2011. –644 с.

## МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАССЕЯНИЯ НА НЕСФЕРИЧЕСКИХ ЧАСТИЦАХ

Студент гр. 10301313 Ванюк Э.А.

Канд. физ.-мат. наук Бобученко Д.С.

Белорусский национальный технический университет

Методы лазерного зондирования актуальны благодаря возможности оперативно получать данные о составе среды с высоким пространственным и временным разрешением. Одной из задач, которую необходимо решать при моделировании зондирования является расчет коэффициентов поглощения, рассеяния и обратного рассеяния на частицах среды. Для получения этих данных для однородной, изотропной, диэлектрической сферической частицы используется точное решение по теории Ми, которое часто используется. Но в природе однородные сферические частицы представляют собой скорее исключение, чем правило. Здесь, кратко рассмотрим методы решения задач рассеяния. *Метод разделения переменных.* Его можно применять для частиц, границы которых совпадают с координатными поверхностями тех систем координат, в которых делятся переменные в волновом уравнении. *Метод поточечной сшивки.* Поле внутри и вне частицы раскладывается по векторным сферическим гармоникам, далее налагается требование непрерывности тангенциальных компонент полей в конечном числе точек на поверхности. *Методы возмущений.* Несферическая частица может по виду напоминать шар, граница которого в разных точках искажена или “возмущена” по-разному. Поле, рассеянное такой частицей, можно представить в виде ряда по параметру возмущения, причем первый член будет представлять собой решение Ми. *Метод Парселла-Пенниакера.* Частица делится на небольшое (100 и более) число элементов. Задача рассеяния на произвольной частице находится путем вычисления дипольного момента, наведенного на каждом элементе. Из этих элементов образуется кубическая решетка, а их поляризуемость выбирается такой, чтобы при подстановке в соотношение Клаузиуса – Моссотти получилась диэлектрическая проницаемость объемного вещества, из которого состоит частица. *Метод  $T$  – матриц.* Метод основан на формулировке задачи рассеяния на частице произвольной формы в виде интегрального уравнения.

### Литература

1. Борен, К. Поглощение и рассеяние света малыми частицами / К. Борен, Д. Хафмен. – М.: Мир, 1986.

## ЛЮМИНОФОРЫ НА БАЗЕ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СВЕТОДИОДАХ

Студентка гр.11901212 Веевник И.С.

Канд. физ.-мат. наук Красовский В.В.

Белорусский национальный технический университет

В последние десятилетия происходит интенсивное исследование свойств таких нанобъектов как квантовые точки, совершенствуются технологии их получения и расширяется область применения. В данной работе мы анализируем перспективы их использования в качестве люминофорного конвертора в светодиодных осветительных устройствах.

Среди энергосберегающих осветительных устройств светодиоды имеют высокую светоотдачу. Светодиоды имеют преимущества перед люминесцентными лампами по экологичности и сроку службы. Однако стоимость светодиодов высока, что связано со сложностью технологического оборудования (молекулярно-пучковая эпитаксия, газо-фазная эпитаксия из паров металл-органических соединений). Наиболее приемлемыми по себестоимости являются широко используемые ныне белые светодиоды, выполненные по принципу: сверх яркий синий светодиод плюс люминофор, нанесенный непосредственно на излучающую структуру и преобразующий часть синего света в более длинноволновый в широкой спектральной полосе с максимумом в желтой области. В качестве такого люминофора используют иттрий-алюминиевый гранат, активированный церием ( $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ ). Следует отметить, что это вещество является практически единственно подходящим для конвертирования светового потока высокой плотности по концентрационно-кинетическому критерию (ККК). Недостатком таких источников света является ослепляющее действие при прямом попадании в поле зрения человека. Решение этой проблемы найдено в геометрии удаленного люминофора, когда последний располагается на поверхности, значительно удаленной от излучателя. Одновременно снижаются требования к люминофору по ККК. Геометрия удаленного люминофора дает дополнительный выигрыш по выводу излучения (до 30 %).

Существующие белые светодиоды характеризуются также не достаточно высоким индексом цветопередачи (CRI). С учетом выше сказанного очень перспективно использование люминофора на основе квантовых точек  $CdSe/ZnS$ , длина волны излучения которых может варьировать в зависимости от их поперечного размера и для указанного вещества перекрывать весь видимый диапазон. Разработаны и совершенствуются дешевые технологии их получения методами коллоидной химии.

## КОНТРОЛЬ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ

Бакалаврант Возняк И.С.

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

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

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Новейшие исследования показывают, что различные физические, химические, микробиологические, механические и гидромеханические явления, лежащие в основе промышленных химико-технологических процессов, сопровождаются акустической эмиссией (АЭ). В результате метод АЭ, широко применяемый для неразрушающего контроля твердых материалов, в перспективе может стать действительно универсальным высокочувствительным методом исследования и контроля объектов и процессов также и в жидкой и газовой фазах.

Фундаментальная возможность генерации акустических колебаний при любых физико-химических процессах и химических реакциях следует из объединённого уравнения первого и второго законов термодинамики

$$dG = PdV - TdS + \sum M_i dn_i + \varphi dq + yds + \dots,$$

где  $G$  – энергия Гиббса;  $V$  – объём;  $P$  – давление;  $S$  – энтропия;  $T$  – температура;  $M_i$ ,  $n_i$  – химический потенциал и количество молей  $i$ -го компонента соответственно;  $\varphi$ ,  $q$  – электрические потенциал и заряд;  $\sigma$  – поверхностное натяжение;  $S$  – площадь поверхности. Слагаемое  $PdV$  указывает на возможность прямого преобразования химической энергии в механическую. В частности, в реакционной среде неизбежно генерируются акустические сигналы, поскольку химические реакции сопровождаются изменением геометрии молекул и степени упорядоченности вещества, а иногда и фазовыми переходами. Для регистрации таких сигналов разработаны специальные АЭ сенсоры, измерительная ячейка которых содержит ультразвуковой преобразователь, охватывающий частотный диапазон от 90 kHz to 2 MHz. Компьютерная обработка данных с АЭ сенсоров включает, помимо прочего, классификацию и распознавание химических реакций.

Это позволяет реализовать дистанционный контроль и мониторинг химико-технологических процессов с помощью АСУ ТП (автоматизированных систем управления технологическими процессами), построенных на единой аппаратно-методической базе акустико-эмиссионного контроля.

## АНАЛИЗ ЗАДАЧИ О НАГРЕВЕ И ОХЛАЖДЕНИИ ПОЛУБЕСКОНЕЧНОЙ СРЕДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОИСКОВОЙ СИСТЕМЫ WOLFRAM/ALPHA

Студент гр.11307113 Горбач Д.Ю.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Гацкевич Е.И.

Белорусский национальный технический университет

Поисковая система Wolfram/Alpha предоставляет специалистам уникальные возможности по решению различных задач из области высшей математики (решение дифференциальных уравнений и систем уравнений, вычисление производных, пределов, интегралов, выполнение операций с матрицами, построение графиков и многое другое). Она отличается как широким набором встроенных сервисов, так и достаточной простотой в использовании, что делает её особенно привлекательной.

В настоящей работе исследованы возможности применения указанной системы для анализа явлений нагрева и охлаждения в приближении полубесконечной среды. Такого рода задачи возникают во многих физических процессах, связанных с термообработкой различных материалов, и, в частности, при нагреве металлов импульсным излучением.

В работе рассмотрено воздействие лазерных импульсов постоянной мощности на наиболее распространенные в современных технологиях металлы (Al, Cu, W, Fe). Предполагалось, что толщина металлической пластины достаточна, чтобы можно было воспользоваться приближением полубесконечной среды. Температурное поле при нагреве и охлаждении анализировалось на основе аналитических выражений, полученных в [1]. Рассчитаны временные зависимости температуры, а также распределения температуры по глубине в различные моменты времени. Определены пороги плавления и абляции металлов при различных режимах облучения. Проанализированы условия облучения, при которых приближение полубесконечной среды корректно.

По результатам работы можно сделать вывод, что программа Wolfram/Alpha весьма эффективный инструмент для анализа явлений нагрева и охлаждения при импульсных воздействиях на металлы.

### Литература

1. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. / В.П. Вейко [и др.]. – М.: Физматлит, 2008.- 312 с.



**СТРУННЫЙ ГРАВИМЕТР С МАГНИТНЫМ ДЕМПФИРОВАНИЕМ**

Студент гр.ПИ-11 (бакалавр) Горовенко А.А.  
 Д-р техн.наук, профессор Безвесильная Е.М  
 Национальный технический университет Украины  
 «Киевский политехнический институт»

Одним из основных недостатков струнного гравиметра является его чувствительность к воздействию вибрации, вытекающая из нелинейной (квадратичной) зависимости частоты колебаний струны от действующих ускорений. Кроме того, экспериментальные исследования показали, что при некоторых частотах вибрации наблюдаются резкие неучтенные изменения отсчетов гравиметра, вызванные механическим резонансом отдельных элементов струнной системы. Чтобы уменьшить влияние на СТ вертикальных ускорений вибрации, рабочий груз струнной системы СТ необходимо демпфировать. Применяется магнитное или жидкостное демпфирование.

Для осуществления магнитного демпфирования груз изготавливают из красной меди и придают ему специальную форму, которая позволяет поместить основную его массу в поле сильного постоянного магнита (рис. 1).

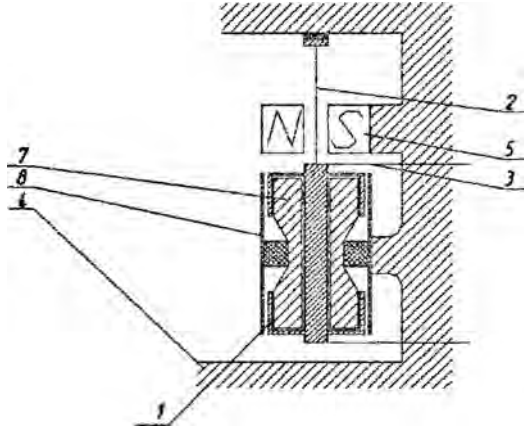


Рис. 1. Схема СТ с магнитным демпфированием груза  
 1 – груз, 2 – гибкая, нерастяжимая струна, 3 – ленточная ограничивающая пружина, 4 – рама, 5, 6, 7 – постоянный магнит

**ГРАВИМЕТР АЭРОГРАВИМЕТРИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ**

Студент гр.ПИ-11 (бакалавр) Горovenko A.A.  
Д-р техн.наук, профессор Безвесильная Е.М.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Гравиметр ГАЛ (гравиметр Аэрогравиметрической лаборатории), разработан и сконструирован в Институте физики Земли АН СНГ под руководством Е.И. Попова. Этот гравиметр, созданный по принципу гравиметра с горизонтальной торсионной нитью и жидкостной температурной компенсацией. Для того, чтобы не было температурных воздействий, систему помещают в жидкость, кроме того коробка упругой системы помещена в двойной термостат. Жидкость кроме температурной компенсации выполняет также демпфирование системы. Устройство размещают в карданный подвес или на гиropлатформу. Наличие двух идентичных систем, развернутых на  $180^\circ$ , при установлении гравиметра на гиropлатформе позволяет избежать влияния горизонтальных и вертикальных ускорений.

На базе гравиметра ГАЛ был разработан гравиметр с фотоэлектрическим микрометром, что позволило получить результаты измерений сразу на месте наблюдений. В рассмотренном выше варианте регистрации изменения силы тяжести обработка записей отнимает гораздо больше времени, чем процесс наблюдения. В новом гравиметре используется только одна кварцевая система. Одно зеркало закреплено на маятнике, а другое, недвижимое - на рамке упругой системы. С помощью фотоэлектрического микрометра измеряется расстояние между бликами движимого и недвижимого зеркал. Это расстояние является мерой изменения силы тяжести. Применение электрической схемы в измерительной цепи позволяет сравнительно легко выполнить второй степень демпфирования ускорений.

Рассмотренные модели гравиметров в зависимости от колебания моря позволяют получить точность наблюдений  $\pm (5-10)$  мГал.

В этих гравиметрах мерой изменения ускорения силы тяжести является угол отклонения маятника от горизонтальной плоскости, и, поскольку в них не применяется компенсационный метод счета, то расчетная шкала нелинейная. Эталонирование таких гравиметров имеет свои трудности, и при больших приростах силы тяжести в результатах наблюдения могут быть значительные систематические ошибки. Поэтому при наблюдениях с гравиметрами лучше применять системы с компенсационным способом измерения.

## КОНСТРУКТИВНЫЙ СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОАНАЛИЗАТОРА ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Бакалавр Гречуха Ю.С.

Канд. техн. наук, доцент Трасковский В.В.,  
канд. физ.-мат. наук, доцент Тараборкин Л.А.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Основными источниками химического загрязнения атмосферы являются автотранспортные средства и стационарные объекты топливно-энергетического комплекса. При этом приоритетными по значимости показателями загрязнения оказываются (после диоксида азота) оксид и диоксид углерода. Их содержание в атмосфере по состоянию на 2014 г. колебалось в пределах от 393 до 397 ppm (от 0,0393 до 0,397%).

Целью данной работы была доработка инфракрасного газоанализатора для обеспечения улучшения метрологических характеристик по следующим показателям: максимальная концентрация (разовая) диоксида углерода  $\text{CO}_2$  – 5,0 мг/м<sup>3</sup>; предельно допустимая концентрация  $\text{CO}_2$  – 0,3 мг/м<sup>3</sup>; концентрация в рабочей зоне  $\text{CO}_2$  – 20 мг/м<sup>3</sup>. Выбор инфракрасного метода анализа был обусловлен экономической целесообразностью.

Поставленная цель была достигнута путем усовершенствования известной конструкции [1], а именно – применением модифицированной сравнительной двухканальной схемы циклического измерения. На протяжении первого цикла (продолжительностью 60 с) через сенсор проходит нулевой газ, генерируемый каталитическим конвертером на основе палладиевого катализатора. Во втором цикле (также 60 с) через сенсор проходит анализируемый воздух. Показания снимаются в последние 10 с цикла и заносятся в микропроцессорное устройство, выполняющее математическую обработку полученных сигналов.

В конструкции газоанализатора было применено термостатирование блока конвертера и блока детектора, что позволило минимизировать влияние изменения температуры на точность показаний газоанализатора и повысить его чувствительность в режиме непрерывной работы.

### Литература

1. Процан Ю.В., Трасковский В.В., Тараборкин Л.А. Инфракрасный газоанализатор диоксиду углерода с улучшенными метрологическими характеристиками // Эффективность инженерных решений у приборостроении: матер. Ювлейна X міжнар. наук.-практ. конф., м.Київ, 11 березня 2014 року. – К: НТУУ «КПІ». – 2014. – С.47.

## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЧИСЛОВЫХ ПОЛИНДРОМОВ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПАКЕТОВ

Студент гр.11302214 Гусачёк Д.А.

Руководитель Гундина М.А.

Белорусский национальный технический университет

Числовые полиндромы – числа, которые читаются одинаково как слева направо, так и справа налево. Палиндром можно получить как результат операций над другими числами.

Существует алгоритм нахождения числового полиндрома. Берется любое натуральное число и складывается с обращённым числом, то есть записанным теми же цифрами, но в обратном порядке. Прodelывается то же действие с получившейся суммой и повторяется до тех пор, пока не образуется палиндром. Иногда достаточно сделать всего один шаг (например,  $312 + 213 = 525$ ), но, как правило, требуется не менее двух.

Например, число 96 порождает палиндром 4884 только на четвёртом шаге.

$$\begin{aligned} 1 \times 8 + 1 &= 9 \\ 12 \times 8 + 2 &= 98 \\ 123 \times 8 + 3 &= 987 \\ 1234 \times 8 + 4 &= 9876 \\ 12345 \times 8 + 5 &= 98765 \\ 123456 \times 8 + 6 &= 987654 \\ 1234567 \times 8 + 7 &= 9876543 \\ 12345678 \times 8 + 8 &= 98765432 \\ 123456789 \times 8 + 9 &= 987654321 \end{aligned}$$

Рисунок 5

Примеры палиндромов встречаются в природе – молекула ДНК, например, имеющая комплиментарные основания. В ДНК есть отрезки, имеющие одинаковую нуклеотидную последовательность при чтении по обоим цепям спирали в одинаковом направлении.

Для построения экзотических полиндромов привлекаются простые числа, также они используются для построения различного вида геометрических объектов (рис.1). На рисунке представлен один из способов построения чисел, содержащих цифры, записанные в обратном порядке.

При построении полиндромов возникает ряд сложностей. Многие числа сводятся к палиндрому, но эти палиндромы настолько длинны, что становится невозможным использование числовых типов переменных. Тогда числовое представление заменяется текстовым, то есть используется строковая переменная. Основная сложность программы заключается в написании операции сложения строковых переменных. Кроме этого, не все числа сводятся к палиндромам, и первое из них известно давно – 196. Такие числа имеют название чисел Лишрела.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОСТУПЕНЧАТОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ

Студент гр. 11302214 Довнар Н.Ю.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Зубчатые передачи являются наиболее распространёнными типами механических передач. Они находят широкое применение во всех отраслях машиностроения, в том числе в приборостроении. В оптических приборах зубчатые передачи являются основным элементом механических подвижных систем. В зависимости от назначения и типа оптических приборов такие подвижные системы могут выполнять различные функциональные действия: от простейшего механического перемещения оптических элементов до реализации различных форм их позиционирования. Важнейшими свойствами таких механизмов являются диапазон и точность движения, возможность его преобразования и обратимость [1]. Более привычные и часто используемые зубчатые передачи являются нерегулируемыми. Повысить эффективность механической системы позволяет использование управляемой зубчатой передачи, с помощью которой упрощается принцип организации и значительно расширяется функциональность ее применения. Создание зубчатых передач с регулируемой передачей, отвечающих современному научно-техническому уровню, является сложной задачей, требующей совместного рассмотрения всех показателей проектируемой передачи, а так же конструктивных и технологических путей их обеспечения. Целью работы является: создание макета системы многоступенчатой зубчатой передачи с управляемыми связями.

Исследуемая модель системы разрабатывалась на основе модуля, содержащего три цилиндрических зубчатых колеса, закрепленных соосно с возможностью изменения передачи вращения. В применяемых модулях для формирования управляемых связей использовался электромагнитный привод. Проведено исследование режимов работы модуля и определены электрические параметры управляющих импульсов. Выполнен анализ работы моделей подвижной системы различной конфигурации с многозвенной регулируемой зубчатой передачей при заданных режимах управления. Результаты опытов качественно согласуются с результатами компьютерного анализа моделируемых кинематических цепей.

### Литература

1. Справочник конструктора оптико-механических приборов / В.А. Панов, М.Я. Кругер, В.В. Кулагин и др. – Л.: Машиностроение, 1980. – 742 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРИГОДНОСТИ ВОДЫ

Студент гр.11305112 Дубицкий Д.В.

Ст. преп. Кондратьева Н.А.

Белорусский национальный технический университет

При организации любого производственного процесса возникает задача установки пределов характеристик изделия, в рамках которых произведенная продукция удовлетворяет своему назначению. Наблюдаются два "врага" качества продукции: отклонения от плановых спецификаций и слишком большой разброс реальных характеристик изделий (относительно плановых спецификаций). Общий подход к текущему контролю качества заключается в том, что в процессе производства проводятся выборки изделий заданного объема. После этого на специально разлинованной бумаге (на контрольных картах Шуэрта) строятся диаграммы изменчивости выборочных значений плановых спецификаций в этих выборках и рассматривается степень их близости к заданным значениям. Если диаграммы обнаруживают наличие тренда выборочных значений или оказывается, что выборочные значения находятся вне заданных пределов, то считается, что процесс вышел из-под контроля, и предпринимаются необходимые действия для того, чтобы найти причину его разладки.

В работе произведены оценки значений характеристик пригодности воды средствами контроля качества с применением пакета STATISTICA. Рассмотрен контроль качества воды на примере трёх переменных, таких как "Общая жёсткость", "Мутность", "Фтор". Использовались такие типы карт, как X-(выборочного среднего) и R(размаха), контрольная карта Парето, С-карта, контрольная карта экспоненциально взвешенного скользящего среднего (EWMA-карта). Установлено, что за 100 дней наблюдений не произошло ухудшения качества воды. Но также при помощи EWMA-карты обнаружено ухудшение качества, связанного с износом оборудования.

С помощью контрольных карт можно отследить и устранить дефекты, вызванные различными внутренними и внешними факторами. Это делает производство менее затратным и более надёжным. Следовательно, средства контроля качества в пакете STATISTICA – неотъемлемая часть высококачественного процесса.

## **ЗАПИСЬ И МОНТАЖ ВИДЕОРОЛИКОВ, ИСПОЛЬЗУЯ ПРОГРАММЫ FRAPS И SONY VEGAS**

Студент гр. 104114 Дубовский А.А.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Прусова И.В.

Белорусский национальный технический университет

Сейчас игровые видеоролики пользуются большой популярностью, т.к. множество людей играет в компьютерные игры. Данные ролики могут быть использованы в качестве рекламы или же для демонстрации возможностей игры. Для записи моего видеоролика была использована программа FRAPS, которая для записи видео использует оконную систему захвата. Это универсальное Windows-приложение, способное работать со всеми компьютерными играми, использующими технологии DirectX или OpenGL.

Поскольку FRAPS – это программа исключительно для записи видео, не предусматривающая функций редактирования, для добавления эффектов и монтажа была использована программа Sony Vegas.

Sony Vegas — профессиональная программа для многодорожечной записи, редактирования и монтажа видео и аудио потоков. Vegas предлагает неограниченное количество видео - и аудио-дорожек, продвинутые инструменты для обработки звука, поддержку многоканального ввода-вывода в режиме полного дуплекса, ресемплинг в реальном времени, автоматическое создание кроссфейдов, синхронизации посредством MIDI Time Code и MIDI Clock, дизеринг на выходах подгрупп и 24/32-разрядный звук с частотой дискретизации 192 кГц. Для обработки звука в реальном времени можно установить в разрыв каждой дорожки четырехполосный параметрический эквалайзер и компрессор, а также использовать 32 посыла на подключаемые модули формата DirectX.

Кроме того, программа поддерживает и такие современные функции, как работа с несколькими процессорами и двумя мониторами.

Присутствует возможность экспорта готового материала в видеоформаты MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, AVI, Quick Time, Real Video, Windows Media Video, Ogg, SWF и другие.

## КОНСТРУКЦИЯ ФЕРРОЗОНДА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ОСТАТОЧНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ОБЪЕКТОВ

Канд. техн. наук, доцент Завальнюк О.П.

Херсонская государственная морская академия (г. Херсон, Украина)

Крупногабаритные ферромагнитные объекты контроля – оболочки реакторов, трубопроводов, корпуса судов – требуют повышенного внимания в процессе их эксплуатации. Мониторинг таких объектов в режиме реального времени с использованием магнитометрического метода контроля механических напряжений способен давать наиболее объективную картину их технического состояния.

Применение магнитометрического метода контроля возможно только в том случае, если величина магнитного поля, создаваемого объектом контроля, достаточная для его регистрации существующими магниточувствительными элементами [1]. При этом намагничивающим полем является только поле Земли величиной 40-80 А/м. Такая величина магнитного поля не может довести объект контроля до состояния, близкого к насыщению. Поэтому контролируемый объект имеет только остаточную намагниченность, благодаря которой на его поверхности формируется магнитное поле рассеяния.

В качестве магниточувствительного элемента предлагается применять феррозонд [2] длиной 50-100 мм, что позволяет измерять интегральное значение напряженности магнитного поля по всей длине сердечника. Для достижения максимальной чувствительности, необходимо использовать дополнительные обмотки возбуждения, обеспечивающие выравнивание поля по длине сердечника и, как следствие, повышение чувствительности феррозонда на 25-28% [3].

### Литература

1. Завальнюк О.П. Магнитный контроль корпусов морских судов в процессе грузовых и балластных операций / О.П. Завальнюк, Е.В. Мирошников // Вісник СНУ ім. В. Даля: Науковий журнал. – Луганськ: Видавництво СНУ ім. В. Даля, 2012. – № 18 (189). – С. 76 – 82.
2. Афанасьев Ю.В. Феррозондовые приборы / Юрий Васильевич Афанасьев. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. – 188 с.
3. Завальнюк О.П. Метод и устройство контроля механических напряжений корпуса судна в процессе грузовых и балластных операций: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.11.13 / Завальнюк Ольга Петровна; Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля МОН Украины. – Луганск, 2014. – 22 с.



## ОФТАЛЬМОСКОП

Студент гр.ПБ-12 Ильченко Б.П.

Ст. преп. Паткевич О.И.

Национальный технический университет Украины «КПИ»

Офтальмоскопия – метод исследования, позволяющий осмотреть глазное яблоко изнутри, т.е. осмотреть глазное дно, с помощью специального прибора – офтальмоскопа. С помощью метода офтальмоскопии удаётся тщательно осмотреть сетчатку и расположенные в ней структуры. Любой осмотр офтальмолога сопровождается проведением офтальмоскопии. Осмотр глазного дна является чрезвычайно важным этапом в обследовании глаз.

Существует две разновидности офтальмоскопии: прямая и обратная. Для офтальмоскопии в обратном виде применяют офтальмоскоп и 2 линзы (+14 дптр или +30 дптр). Для прямой офтальмоскопии используется только офтальмоскоп без применения линз. Отличие обратной офтальмоскопии от прямой заключается в том, что при обратной офтальмоскопии картина глазного дна представлена в обратном виде: верхняя часть глазного дна видна врачу снизу, а правая часть глазного дна будет видна врачу с левой стороны. Для проведения офтальмоскопии в обратном виде могут использоваться как зеркальный, так и электрический офтальмоскоп, а для прямой – только электрический.

К проведению офтальмоскопии никакой подготовки не требуется. Но для наиболее тщательного осмотра периферии глазного дна требуется предварительное расширение зрачка, что достигается закапыванием 1% раствора тропикамида за 15 минут до исследования либо 0,5% раствора циклопентолата.

Выбор типа офтальмоскопа зависит от предполагаемой патологии. Так, различные образования или кровоизлияния в сетчатке, патология в её макулярной зоне, отслойка сетчатки, а также трудноуловимые изменения диска зрительного нерва лучше видны при использовании прямого офтальмоскопа. А обратная офтальмоскопия предпочтительнее при ретинопатии недоношенных, дистрофии сетчатки и любых других изменениях на периферии сетчатки, когда требуется широкий обзор. Выбор силы линзы при использовании обратного офтальмоскопа также зависит от патологии. Так линза силой +14 дптр предпочтительнее при осмотре диска зрительного нерва и макулярной области, а +30 дптр – при осмотре периферических отделов глазного дна.

## СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ МИГАЮЩИХ СВЕТОДИОДОВ

Учащиеся Каркоцкий А.Г., Стержанова Е.И.<sup>1</sup>

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

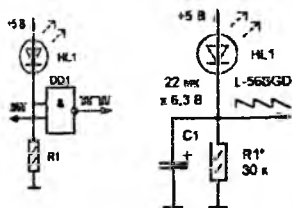
<sup>1</sup>ГУО «Гимназия №41 им. Серебряного В.Х.», Минск

Светодиод - это полупроводниковый диод, способный излучать при протекании через него электрического тока. Преимущество светодиодов значительно: низкое электропотребление, долгий срок службы, высокий ресурс прочности, широкий спектральный диапазон свечения и экологическая и противопожарная безопасность. Из всего многообразия известных светодиодов большой интерес вызывают мигающие светодиоды. Целью работы является изучение режимов работы мигающих светодиодов и повышение эффективности электронных схем их включения.

Рассмотрим традиционные схемы включения светоизлучающих диодов. На рисунке приведены схемы включения с одним светодиодом. Анализ схем включения светодиодов показывает, что схемы на рисунках с), d) имеют более высокое быстродействие и являются генераторами тока. Схема на рисунке б) является генератором напряжения, и, следовательно, ток через светодиод определяется нагрузочным сопротивлением  $R_L$ . При последовательном соединении светодиодов в цепь включают один ограничивающий резистор. При параллельном соединении светодиодов -

каждый включенный светодиод должен иметь свое сопротивление. Если в последовательную цепь светодиодов включен хотя бы один мигающий светодиод, он будет служить как прерыватель, и вся цепь будет переключаться.

На основе мигающих светодиодов (HL), как показали опыты, достаточно легко собирать электронные схемы, генерирующие импульсы заданной формы. На данном рисунке приведены выходные каскады исследуемых схем. В исследуемых схемах мигающие светодиоды выполняли функцию времязадающих конденсаторов. В работе использовались интегральные микросхемы



K561 и K176.

## ТВЕРДЫЕ ПОКРЫТИЯ Ti-Al-N, ПОЛУЧЕННЫЕ КОНТРОЛИРУЕМЫМ МАГНЕТРОННЫМ НАНЕСЕНИЕМ

Магистранты ф-та РФиКТ Климович И.М., Романов И.А.

Ст. преп.. Зайков В.А.

Белорусский государственный университет

В настоящее время прикладные задачи приборостроения предъявляют повышенные требования к износостойкости материалов, а также к понижению коэффициента трения подвижных частей практически любого оборудования. Для этих целей могут применяться твердые износостойкие нанокompозитные покрытия, в частности Ti-Al-N, способный повысить эксплуатационные характеристики изделий в несколько раз.

В данной работе покрытия получали методом контролируемого реактивного магнетронного нанесения. Управление процессом нанесения проводили с помощью прибора спектрального контроля [1]. В качестве параметра управления выбрана интенсивность атомарной спектральной линии Ti 506.4 нм.

Перед нанесением проводилась очистка подложек ионным источником «Радикал» в рабочем режиме: давление  $6.0 \cdot 10^{-2}$  Па, напряжение разряда 2.4 кВ, ток 20 мА. Нанокompозитные покрытия Ti-Al-N получали распылением составной мишени TiAl при следующих параметрах процесса нанесения: давление  $P = 7.0 \cdot 10^{-2}$  Па; напряжение на источнике питания  $U = 300-320$  В; ток разряда  $I = 1.3-1.75$  А; смещение на подложке  $U = -90$  В; температура подложки  $T = 450$  °С. Расход азота автоматически регулировался с помощью вибронатекателя, управляемого прибором спектрального контроля.

Износостойкость определялась трением в паре «диск-плоскость» с материалом диска из нержавеющей стали 12X18H10T. Покрытие стехиометрического состава показало уменьшение коэффициента трения в 3 раза по сравнению с коэффициентом трения подложки из стали 12X18H9T. Микротвердость измерялась методом индентирования на подложках из стали 12X18H9T с покрытиями, нанесенными в разных режимах. При различных нагрузках твердость варьировалась от 2.8 до 19.7 ГПа. По сравнению с микротвердостью подложки (3.594 ГПа), значения твердости для нанесенных в стехиометрическом режиме покрытий увеличивается в 5.48 раз (19.7 ГПа).

### Литература

1. Контроллер расходов газов для процессов нанесения пленок сложного состава / А.П. Бурмаков, В.Н. Кулешов. // Электроника. 2006, №5, С. 59 - 60.

## АППАРАТ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АНАСТЕЗИИ

Студент гр.ПБ-12 (бакалаврант) Коваленко Ю.А.  
Ассистент Яковенко И.О.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

В современной медицинской практике широко используется анестезия, что позволяет не только уменьшить воздействие стресс-факторов имеющих травматический компонент, но и уменьшить изменения состояния системы гомеостаза.

На сегодняшний день применяются технические средства обеспечения анестезии такие как аппараты ингаляционного наркоза (ИН) и аппараты искусственной вентиляции легких (ИВЛ) основное назначение которых – обеспечение хирургических методов лечения и возможности выполнения наиболее сложных операций.

В данной работе была проведена классификация аппаратуры для наркоза, что позволило определить их достоинства и недостатки. Поскольку аппарат ИН любого назначения должен быть работоспособным и в условиях ИВЛ, и самостоятельно, и вентиляции, то показатели аппарата также включают сопротивление дыхательного контура вдоху и выдоху[1].

Можно выделить основные блоки наркозного аппарата это: источник газов, дозиметр газов, испаритель, дыхательный контур.

На данный момент осуществление анестезии и ИВЛ связано с использованием сжатых медицинских газов, главным образом кислорода и закиси азота. Газы находятся в баллонах откуда по трубкам поступают к аппаратам ИН и ИВЛ.

Одним из недостатков таких аппаратов есть то, что во время операции может возникать риск гипоксии, связанной с тем, что к больному будет поступать дыхательная смесь с низким уровнем кислорода. Снижение количества  $O_2$  может быть следствием нарушения герметичности системы в одном из соединений баллонов с выходным патрубком.

Для решения этой проблемы было предложено провести исследование зависимости количества  $O_2$  от размещения баллона в системе. Можно предположить, что баллон с  $O_2$  должен быть ближе всех остальных к выходному патрубку вместе с системой контроля минимально безопасного потока  $O_2$ .

### Литература

1. С. В. Фролов, А. Ю. Куликов, В. М. Строев и др. Наркозно-дыхательная аппаратура/ 2013.-96 с.

## УМЕНЬШЕНИЕ ВРЕМЕНИ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ АММИАКА, ЧТО ИЗМЕРЯЕТСЯ С ПОМОЩЬЮ ТОНКОЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ ПЛЕНКИ

Студентка Ковтун Р.Ю.

Ст. преп. Ковтун В.С.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Наше время характеризуется стремительным развитием промышленности. Именно это стало причиной необходимости контроля многих химических веществ. Поэтому очень перспективной была разработка, которая относится к составляющим, образующие пленки для создания покрытия на стеклянные изделия, а также может использоваться в приборостроении и других областях.

Составляющая, что образует чувствительную пленку включает в себя полифенилсилоксан и растворитель, отличается от других тем, что с целью предоставления возможности изменять длину волны пропускания в принадлежности следов аммиака, а также увеличения адгезии и гидрофобности. Полифенилсилоксан получают на основе алкоксифенилсилана, триаэтоксифенилсилана, чистого фенилтрихлорсилана либо не разогнанных фенилхлорсиданов. Полифенилсилоксаны отличаются более высокой термической стойкостью. Главной особенностью такого покрытия является изменение оптических характеристик (длина волны) в процентах изменения светопропускания при  $\lambda = 580$  нм определяют на СФ - 46 с кюветой, что позволяет прокачивать  $N_2$ , содержащей  $NH_3$ .

Состав химических компонентов для пленкообразующих составляющих: ацетон, бромкрезоловый синий, КО-85, ФОМ-9, полифенилсилоксан, аминопропилтриетоксисилан.

КО-85 - это термостойкий лак, который являет собой однородную прозрачную жидкость с оттенком от светло-желтого до коричневого цвета без видимых механических свойств. Он предназначен для изготовления термостойкой эмали КО - 814 холодного отверждения.

Очень перспективным является разработка газоанализаторов на основе тонкопленочных чувствительных элементов, принцип действия которых основан на фото калориметрическом методе. В результате взаимодействия с газом тонкопленочное покрытие чувствительного элемента меняет свой цвет.

Но для нас очень важно не только наличие прибора, с помощью которого можно точно определять концентрацию аммиака, но и время определения данного компонента. Поэтому, проведя исследования, мы обнаружили, что при нагревании чувствительных элементов от 50°C до 60°C время показателей концентрации уменьшается в 2-2,5 раза. Дальнейший нагрев может привести к повреждению чувствительных элементов.

## УСТРОЙСТВО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ МОЛЕКУЛ ПЕНТАНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ В ВЫДОХЕ

Аспиранты: Кучинский А.А., Дудченко И.А., Гаца В.А.

Д-р биол. наук, канд. техн. наук Мисюра А.Г.

Институт прикладных проблем физики и биофизики НАН Украины

В работе приведены результаты исследований и разработок средств селективного обнаружения летучих органических молекул в газовой среде выдоха методом абсорбционной спектроскопии; базовым элементом системы измерения и регистрации является зеркальная многопроходная оптическая система (ОС).

Многопроходные зеркальные оптические системы, дают возможность получить большую длину оптического пути зондирования, а соответственно и большее поглощение энергии веществом, которое содержится в объеме между зеркалами оптической системы в сверхнизких концентрациях – на уровне нескольких ppb – ppt. Пентан и его производные соединения содержатся в газовой смеси, выдыхаемой человеком, в сверхнизких концентрациях – уровня ppt. Однако при некоторых болезнях концентрации пентана и его производных соединений возрастает, что может служить соответствующим информационным биомаркером имеющегося или потенциального заболевания, обнаружение которого на ранних стадиях важно для лечебно-диагностической практики.

Для детектирования молекул пентана и его производных сконструирована 4х-объективная ОС, в которой луч полупроводникового ИК-лазера многократно проходит в ограниченном объеме с газовой смесью. Прибор состоит из: оптико-механического блока, газораспределительного блока, блока регистрации/обработки сигналов, в котором реализовано накопление и анализ информации о пентане и/или его производных. Определение и контроль содержания пентана и его производных в тестовых смесях проводилось на газовом хроматографе «Кристалл 4000 Люкс».

Оптическая часть содержит источник излучения, 6 сферических зеркал, модули ввода и вывода зондирующего луча на 2 фотоприемника, средства подавления интерференции на оптических элементах. Число проходов зондирующего луча ограничено 118 проходами; может регулироваться. ОС многопроходной кюветы размещена на 2-х взаимнопараллельных жестких пластинах – держателях зеркал.

Используя макет и программные средства, получены результаты касательно взаимодействия элементов конструкции оптической кюветы с газом, ИК-излучения и оптической системы.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ПОЛЕЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ДИФФУЗИЮ ПРИ ПАЙКЕ

Магистрант Лавор Т.Э.

Д-р техн. наук, профессор Ланин В.Л.

Белорусский государственный университет информатики и  
радиоэлектроники

В связи с широким применением в технологии пайки металлических покрытий различного назначения требуется исследование диффузионного взаимодействия припоев с покрытиями. При пайке формируются паяные швы, структура которых имеет решающее значение для свойств паяного соединения.

Для нестационарного состояния характер распределения диффундирующего вещества описывается 2-м законом Фика:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}, \quad (1)$$

где  $D$  — коэффициент диффузии.

Величина диффузионного потока зависит также от внешнего воздействия на пластину, такого как ультразвуковые (УЗ) колебания, и миграционной составляющей, возникающей под воздействием электрического поля. Действие на диффундирующие частицы внешних сил и миграционную составляющую учитывает уравнение Фоккера-Планка [1]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - w_x \frac{\partial C}{\partial x} - \mu E \frac{\partial C}{\partial x}, \quad (2)$$

где  $w_x$  — скорость, сообщаемая частицам УЗ колебаниями,

$\mu$  — подвижность диффундирующих частиц в электрическом поле  $E$ .

Моделировалось влияние УЗ и токовой активации на глубину диффузии припоя Sn-Zn в поверхность алюминиевого сплава АМц при следующих граничных условиях: площадь контактирования 10–50 мм<sup>2</sup>, амплитуда колебаний 10–20 мкм, частота УЗ колебаний 22 кГц, амплитуда импульсов тока 1–10 А, частота импульсов 1–10 Гц, граничная глубина диффузии 0–20 мкм, время диффузии 5–15 с.

Для проведения исследования решение уравнения Фоккера-Планка осуществлялось численным методом с использованием ЭВМ.

Результаты моделирования показали, что УЗ активация увеличивает концентрацию диффундирующего элемента на граничной глубине в среднем на 15–20%, а совместная УЗ и токовая активации — на 30–45%.

### Литература

1. Бугаков, В.З. Диффузия в металлах и сплавах. — М.: «Книга по требованию». — 216 с.

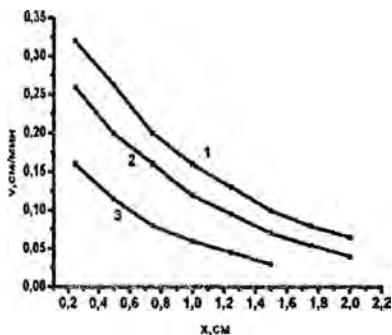
## ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ КАПИЛЛЯРНОГО ПОДНЯТИЯ ВОДЫ ОТ МАССОВОЙ ДОЛИ ПОВАРЕННОЙ СОЛИ

Студент гр.10301113 Ланг Е.К.

Канд. физ.-мат. наук Бобученко Д.С.

Белорусский национальный технический университет

Капиллярные явления играют большую роль в окружающем нас природном мире. В работе измерялись скорости скорости капиллярного



поднятия воды следующем образом. В стакан раствора с известным количеством воды и соли опускались одинаковые полоски бумаги ( $<45 \text{ г/м}^2$ ) и измерялись время за которое раствор поднимется на одинаковые расстояния. Зависимость скорости поднятия раствора от координаты представлена на рисунке для массовой доли 0 % (1), 10 % (2),

20 % (3). Как и ожидалось, эта скорость с ростом массовой доли соли резко уменьшалась и граница раздела становилась все более неоднородной, что свидетельствует о неоднородности раствора. Вместе с процессом поднятия влаги одновременно происходит процесс её испарения, и при уменьшении скорости поднятия ( $\sim 0,05 \text{ см/мин}$ ) скорости этих процессов выравниваются, и граница раздела останавливается. Данное явление может служить одним из способов измерения концентрации соли. Существуют различные способы измерения массовой доли поваренной соли. Наиболее простым является измерение плотности раствора с последующим вычислением массовой доли. Существует метод (ГОСТ 15113.7-77) основанный на титровании (измерении объема раствора реактива точно известной концентрации, расходуемого для реакции с определяемым веществом) хлористого натрия в нейтральной среде раствором азотнокислого серебра в присутствии хромовокислого калия в качестве индикатора. Метод применяется при разногласиях. Имеется меркуметрический метод (ГОСТ 5698-5, прямое определение анионов в среде). Предлагается также измерять электрическую проводимость.



## ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОРИЕНТАЦИИ КУРСОВЕРТИКАЛИ

Студент Литош А.М.

Канд. техн. наук, доцент Аврутов В.В.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Объектом исследования является малогабаритная курсовертикаль, построенная на базе инерциально-измерительного модуля (ИИМ).

В состав ИИМ входят микромеханические инерциальные датчики производства фирмы Analog Devices Inc.®: три одноосных гироскопа ADXRS150 с диапазоном измерения  $\pm 150$  °/с и два дуосных акселерометра ADXL202 с цифровым выходом и диапазоном измерения  $\pm 2$  g.

Оцифровка сигналов гироскопов, а также интерфейсные функции реализованы на микроконтроллере C8051F314 производства Silicon Laboratories®.

Питание инерциального модуля и связь с контроллером осуществляется через один и тот же USB порт, что позволяет передавать данные на ЭВМ и проводить исследования различных алгоритмов ориентации в режиме реального времени с последующей визуализацией работы алгоритма. (рис.1)



Рис. 1. Скриншот визуализации работы курсовертикали

В качестве основного уравнения ориентации принимается кинематическое дифференциальное уравнение в кватернионах

$$\dot{\vec{q}} = \frac{1}{2} \vec{\omega} \circ \vec{q},$$

где  $\vec{q} = a + b\vec{i} + c\vec{j} + d\vec{k}$  - нормированный кватернион,  
 $\vec{\omega} = \omega_x\vec{i} + \omega_y\vec{j} + \omega_z\vec{k}$  - вектор угловой скорости объекта.

## РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Студент гр.11302114 Лихолап В.А.

Канд. физ.-мат. наук Красовский В.В.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время ультразвук (УЗ) находит широкое применение в различных областях техники, в биологии и медицине. Например, с помощью ультразвука осуществляют сверление либо фрезерование материалов любой твердости, сварку разнородных металлов, эмульгирование несмешивающихся жидкостей, очистку поверхностей от загрязнений и т.д. Такой широкий спектр применения говорит о высокой интенсивности воздействия ультразвуковой волны на обрабатываемые объекты. В данной работе проведен расчет амплитуды УЗ-колебаний и величины ускорения.

Нами использовался пьезокерамический цилиндрический излучатель с напыленными на его основания металлическими обкладками. Площадь оснований составляла около  $S = 8 \text{ см}^2$ , а длина излучателя – 30 мм. При подаче на обкладки переменного напряжения от генератора ГЗ-56/1 вследствие обратного пьезоэлектрического эффекта происходило излучение ультразвука. Интенсивность излучения велика лишь при частотах возбуждения равных собственным частотам излучателя. Резонансные частоты составили  $f_1 = 84 \text{ кГц}$  и  $f_2 = 118 \text{ кГц}$  соответственно для первой и второй гармоник, при этом потребляемая от генератора мощность была максимальной и равнялась  $P = 5 \text{ Вт}$ . Для расчета амплитуды УЗ-колебаний принималось, что вся передаваемая в излучатель мощность преобразуется в мощность УЗ-волны, причем излучение происходит одинаково с обоих оснований цилиндра. Поэтому  $P = 2 J S$ , где  $J$  – сила излучаемого звука. Вблизи образующихся на поверхности оснований цилиндра пучностей объемная плотность энергии УЗ-колебаний в воздухе составляет

$$w = \frac{\rho_0 (2\pi f A)^2}{2},$$

где  $\rho_0$  – плотность воздуха, а  $A$  – амплитуда колебаний поверхности. Если скорость звука в воздухе  $c_0 = 340 \text{ м/с}$ , то для амплитуды  $A$  и амплитудного значения ускорения  $a$  получим:

$$A = \frac{1}{2\pi f} \left( \frac{P}{\rho_0 c_0 S} \right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{и} \quad a = 2\pi f \left( \frac{P}{\rho_0 c_0 S} \right)^{\frac{1}{2}}.$$

Численные значения для  $f_1$ :  $A_1 = 6,2 \text{ мкм}$ ,  $a_1 = 1,8 \cdot 10^6 \text{ м/с}^2$ ,  
для  $f_2$ :  $A_2 = 4,5 \text{ мкм}$ ,  $a_2 = 2,4 \cdot 10^6 \text{ м/с}^2$ .

Большие значения ускорений определяют степень воздействия УЗ.

## **ВЛИЯНИЕ ФОКУСИРОВКИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ РЕФРАКТОМЕТРОМ НА ОСНОВЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАЗМОННОГО РЕЗОНАНСА**

Студент гр. ПН-31 (магистрант) Лобанов М.В.

Д-р техн. наук, профессор Маслов В.П.

Аспирант Дорожинский Г.В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Явление поверхностного плазмонного резонанса (ППР) проявляется в нарушении условий полного внутреннего отражения, когда значительная часть энергии падающего на поверхность металла света превращается в энергию плазмонов. Это приводит к тому, что интенсивность отраженного от поверхности тонкой металлической пленки (чувствительный элемент этого прибора представляет собой металлическую пленку толщиной 48-50 нм, в которой возбуждаются поверхностные плазмоны) света резко падает. Исследуемым веществом может быть жидкость или газ, что позволяет использовать данный метод в разных областях, в частности в медицине [1].

На рефрактометре Plasmon-6 были проведены исследования по уменьшению погрешности измерения [2] за счет учета температурного фактора. В данной работе исследовалось влияние на погрешность измерения ППР размера пятна лазерного излучения, сфокусированного на чувствительном элементе.

Анализ полученных экспериментальных результатов позволил установить, что уменьшение сфокусированного на чувствительном элементе светового пятна от 1.8 мм до 0.8 мм уменьшает погрешность измерения на 1.5 – 2 порядка. Обнаруженный эффект реализован в методике измерений газовых и жидких сред.

### **Литература**

1. Gridina N., Dorozinsky G., Khristosenko R., Maslov V., Samoylov A., Ushenin Yu., Shirshov Yu. Surface Plasmon resonance biosensor // *Sensors & Transducers Journal* - 2013. – Vol.149, № 2. – P.60-68.

2. V.P. Maslov, A. V. Samoylov, Yu.V. Ushenin, G.V. Dorozinsky Reducing measurement uncertainty of instruments based on the phenomenon of surface plasmon resonance. 21st International Congress on Photonics in Europe Collocated with LASER 2013 World of PHOTONICS. Optical Metrology. - Munich: Germany. – 2013.

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДУШНЫХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ МЕТОДОМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

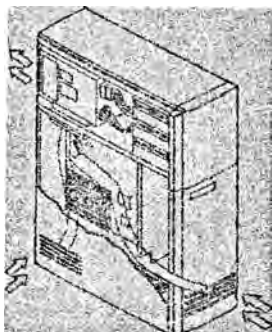
Студент гр. 11302214 Мамчиц В.В.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Роль температурных и тепловых измерений настолько велика, что без них не может обойтись практически ни одна отрасль промышленности. Контроль температуры позволяет увеличить надежность оборудования, повысить безопасность эксплуатации, создать эффективную систему тепловой защиты. Так при работе компьютера его электронные блоки нагреваются, даже в режиме ожидания их температура может достигать  $50^{\circ}\text{--}60^{\circ}\text{C}$ . Перегрев может приводить к возникновению аварийной ситуации и последующему отключению компьютера. Поэтому одной из основных проблем электронной части вычислительной техники является организация правильного охлаждения и эффективного отвода тепла. В подавляющем большинстве типов компьютеров для отвода тепла применяется воздушное охлаждение. При разработке систем охлаждения необходимо решать задачи по определению структуры воздушных потоков. Целью данной работы является исследование возможности применения в таких системах охлаждения метода ЖК-визуализации теплового поля.

Принцип воздушного охлаждения заключается в следующем. Все тепло



от нагретых элементов отдается окружающему воздуху, а горячий воздух в свою очередь с помощью вентиляторов выводится из корпуса системного блока. Одно из возможных решений по организации воздушного охлаждения приведено на рисунке. Для повышения теплоотдачи и эффективности охлаждения, наиболее нагревающиеся компоненты снабжаются медными или алюминиевыми радиаторами с установленными на них вентиляторами.

Формируемые воздушные потоки характеризуются неоднородным распределением температуры. Также существенное влияние на это распределение оказывают условия обтекания воздушного потока пассивных элементов охлаждения (радиаторов). Для получения пространственной картины распределения теплового поля в потоках охлаждения предлагается использовать термодатчик на основе холестерических жидких кристаллов.

## **АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ СИСТЕМОЙ НА БАЗЕ МИКРОСКОПА**

Ассистент Маркина О.Н.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Современные технологии и прецизионные производства не могут обходиться без технических средств измерения, причём измерения, которые проводили контактным способом, стараются заменить бесконтактными цифровыми измерениями. Перспективным методом измерения геометрических размеров объектов является исследование по созданию цифровых изображений объекта и его анализ. В работе описана телевизионная система на базе оптического микроскоп Биолам Л211 и телевизионной камеры Novus 130ВН, которые доступны для приобретения или уже имеются в наличие в измерительных лабораториях.

Особое внимание в работе было уделено анализу источников погрешностей измерения геометрических размеров в такой системе. Исследование показало, что одним из источников погрешности является температурный нагрев отдельных элементов электроники (управляющая микросхема) телевизионной камеры Novus 130ВН до 57, 17 °С, элементов корпуса камеры – до 36 °С, ПЗС-матрицы – до 40 °С. В результате исследований предложено проводить охлаждение телевизионной камеры с помощью вентилятора и выполнению в корпусе камеры вентиляционных отверстий. Такие достаточно простые усовершенствования позволили уменьшить вдвое погрешность измерений геометрических размеров объектов в микронном диапазоне и повысить соотношение "сигнал-шум" телевизионной измерительной системы на 30%.

Экспериментальные исследования показали, что расфокусировка микроскопа при его калибровке по мере, может дополнительно давать погрешность порядка 5 - 10 %. При измерениях присутствовала также инструментальная составляющая погрешности измерений. Данная система и ее программное обеспечение было создано с использованием автоматических настроек коэффициента усиления яркости и коэффициента усиления контраста. Экспериментальное исследование оптимальных настроек вручную позволили повысить точность измерений на 0,5 -1,0 %.

Экспериментально установлено, что использование оптических светофильтров ФИ-08 либо СЗС-16, повышает порог разрешающей способности телевизионной системы на 20%, что связано с уменьшением погрешностей её оптической системы. Анализ и устранение (уменьшение) составляющих источников погрешностей телевизионной измерительной системы на базе оптического микроскоп Биолам Л211 и телевизионной камеры Novus 130ВН, позволили проводить измерения в микронном диапазоне с суммарной погрешностью не более 2 %.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕРМИСТОРОВ

Аспирант Матвиенко С.Н.

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

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический университет»

Проведение исследований в данной области обусловлено необходимостью разработки новой системы и методов измерения теплопроводности жидкостей и материалов с целью определения их свойств и технологического состояния.

Одним из таких методов является стационарный сравнительный метод с использованием термистометрии. Для определения коэффициента теплопроводности в экспериментальном исследовании был использован принцип импульсного нагрева термистора.

В этом случае мощность, выделяемая на термисторе [1], будет:

$$Q = \frac{U_m^2 \tau}{4R_C t} = 4\pi RT_0 \lambda_x \quad (1)$$

Из формул для расчета рассеиваемой мощности и мощности, выделяемой на термисторе при постоянной температуре окружающей среды, получаем выражение:

$$T_{on} / T_{изм} = \lambda_{on} / \lambda_{изм} \Rightarrow \lambda_{изм} = k \cdot T_{изм} \cdot \lambda_{on} / T_{on} \quad (2)$$

Полученная зависимость удобна для дальнейших исследований.

В проведенных исследованиях в качестве исследуемого материала использовались различные жидкости: дистиллированная вода, 0,9% водный раствор NaCl, 40% водный раствор этилового спирта, 40% водный раствор сахара, машинное масло. Использование жидкостей в качестве исследуемого материала обусловлено качественным тепловым контактом с термисторным зондом. Для устранения влияния температуры на результаты измерений исследуемые жидкости в одинаковом объеме были размещены в пробирках термостата.

Результаты измерений подтвердили, что методом импульсной термистометрии можно проводить измерения коэффициента теплопроводности жидкостей и материалов.

### Литература

1. Декуша О. Л. Прибор для экспресс измерения коэффициента теплопроводности твердых материалов [Текст] : автореф. дис. канд. техн. наук / О. Л. Декуша ; [Ин-т технической теплофизики] . — Киев., 2013. — 7с.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАБОТЫ ПРИВОДОВ ПРИБОРОВ

Студент гр. КП-11 (бакалавр) Матяш И.О.

Канд. техн. наук, доцент Матяш И.Ф.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Свойства прецизионных приводов характеризуют разные динамические показатели, которые влияют на равномерность движения, диапазон регулирования скоростей, точность обработки сигналов и быстродействие.

На настоящее время методика анализа и синтеза динамики приводов разработана недостаточно. Отсутствие такой методики часто приводит до ошибок, которые тяжело устранить на практике.

Центральное место при анализе динамики привода занимает математическое описание динамической системы.

При общем описании или описании типа «вход-выход» динамическая система рассматривается как единая структурная единица, которая описывается дифференциальными уравнениями достаточно высокого порядка. С помощью преобразований Лапласа для такой системы определяют передаточную функцию, а потом и другие характеристики в частотной или часовой областях.

Динамические свойства привода исследуются на основе эквивалентной динамической системы, которая приближается до реальной.

Эквивалентная динамическая система состоит из сконцентрированных вращающихся масс и упругих элементов, соединяющих их и которые имеют жесткость, но без масс. Такая система представлена в виде последовательного соединения элементарных звеньев.

В разработанной схеме модели прецизионного привода принимаем валы, опоры, зубчатые колеса, муфты и т.д. абсолютно без веса. Инерционность этих элементов учитывается диском на выходном валу, который имитирует моменты инерции всех первых и последующих элементов. Разработанная модель включает: углы поворота входного и выходного валов; коэффициент жесткости неинерционного упругого элемента; элемент, который характеризует наличие внутренних сил вязкого трения в упругом элементе; безинерционный элемент, который характеризует люфт в зацеплении, меняющийся в зависимости от угла поворота; безинерционный элемент в зацеплении с передаточным числом большим 1; момент инерции на выходном валу звена, включающий моменты инерции зубчатых колес, муфт и т. д.

На основе данной схемы разработана математическая модель работы прецизионного привода в динамическом режиме.

## МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДВИЖУЩЕГОСЯ ФЕРРОМАГНИТНОГО ОБЪЕКТА

Студент гр. ПГ-32м (магистрант) Нелепов В.А.

Канд. техн. наук, доцент Мелешко В.В.,

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Магнитное поле (МП) в любой точке объекта является суммой магнитного поля Земли (МПЗ) и магнитного поля объекта и описывается уравнениями Пуассона:

$$X' = X + aX + bY + cZ + P;$$

$$Y' = Y + dX + eY + fZ + Q;$$

$$Z' = Z + gX + hY + kZ + R;$$

где  $X', Y', Z'$  – проекции вектора напряженности суммарного МП на оси, связанные с объектом;  $X, Y, Z$  – составляющие вектора напряженности МПЗ;  $a, b, c, \dots, k$  – параметры Пуассона;  $P, Q, R$  – проекции напряженности магнитотвердого железа.

На реальном объекте возможно измерить исключительно суммарное МП, которое состоит из МПЗ и собственного МП объекта. Для возможности измерения компонентов МПЗ необходимо определить параметры МП объекта.

Метод определения параметров МП заключается в установке на объекта дополнительной ферромагнитной массы (ДФМ), которая принудительно переориентируется относительно объекта быстрее, чем сам объект в пространстве. Проводятся измерения магнитного поля при разных положениях ДФМ. Разница двоек таких измерений зависит только от параметров МП, создаваемого ДФМ. Произведя необходимое количество измерений можно составить систему уравнений, решением которой будет произведение компонентом МПЗ и соответствующих параметров Пуассона ДФМ. Разделить множители для определения силовых компонентов МПЗ можно, произведя ряд измерений при влиянии на ДФМ известного МП.

Параметры МП объекта можно найти путем проведения ряда измерений суммарного МП при разных значениях ориентации объекта и составления и решения соответствующей системы уравнений.

Точность метода зависит от погрешностей измерителей и от методики обработки данных. Моделирование работы системы продемонстрировало достаточную точность метода для решения задач ориентации и навигации



## ПОСТРОЕНИЕ ТРЕУГОЛЬНИКА ПЕНРОУЗА

Студент гр.11302214 Оленевич В.А.

Руководитель Гундина М.А.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрим построение невозможные фигур в компьютерной системе Mathematica. Многие считают, что невозможные фигуры действительно невозможны, и они не могут быть созданы в реальном мире. Однако из школьного курса геометрии нам известно, что чертеж, изображенный на листе бумаги, является проекцией трехмерной фигуры на плоскость. Следовательно, фигура, нарисованная на листе бумаги должна существовать в трехмерном пространстве.

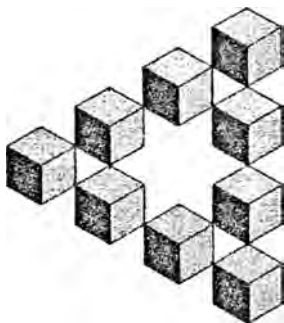


Рисунок 6 Треугольник Пенроуза

Давно замечено, что светлые предметы на темном фоне кажутся больше, а темные на светлом наоборот меньше. В оптике это явление называется иррадиацией.

Иррадиация – зрительное восприятие трехмерных объектов и плоских фигур на контрастном фоне, при котором происходит оптический обман: наблюдаемый предмет кажется иного размера, чем есть на самом деле.

В случае треугольника Пенроуза иллюзия добивается раскрашиванием граней куба в определенный цвет. Вначале стоит последовательность кубов, расположенных в строго заданном порядке, затем идет придание цвета.

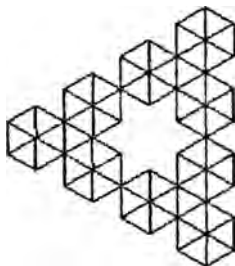


Рисунок 7 Треугольник без цвета

### Литература

1. Wolfram Demonstrations Project. Penrose Triangle [Электронный ресурс]: <http://demonstrations.wolfram.com/PenroseTriangle>.

## **СИНТЕЗ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ В GUI FDA TOOL ДЛЯ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ВИБРАЦИИ**

Студент гр.ПГ-22 Осовцев А.В.

Ст. преп. Сопилка Ю.В.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

На основе программных средств в MATLAB разработаны программы GUI (Graphic User Interface – графический интерфейс пользователя), представляющий собой средства для моделирования путем интерактивного общения без прямого доступа к программным средствам с графическим выводом результатов.

Программа GUI FDA Tool (Filter Design and Analysis Toolbox – средства проектирования и анализа фильтров) разработана на основе пакетов расширения Signal Processing Toolbox и Filter Design Toolbox и предназначена для проектирования цифровых фильтров.

FDA Tool может использоваться: для проектирования фильтров, в том числе адаптивных и многоскоростных, для анализа цифровых фильтров, для модификации существующих фильтров, для квантования фильтров и анализа результатов квантования, для выполнения частотных преобразований цифровых фильтров.

Используя FDA Tool создано встроенное устройство контроля вибрации турбовального газотурбинного двигателя, которое измеряет и передает значение вибрации двигателя в реальном масштабе времени. Устройство предназначено для непрерывного контроля уровня вибрации отдельно каждого ротора двигателя на всех режимах его работы. Контроль вибрации роторов ведется с помощью узкополосных следящих фильтров по амплитудам виброскорости с частотой первой роторной гармоники выводного вала редуктора, турбокомпрессора и силовой турбины соответственно.

Контроль вибрации двигателя на объекте осуществляется одновременно от двух датчиков вибрации, установленных на двигателе. От датчика вибрации, установленного на редукторе, по трем каналам осуществляется контроль вибрации от 65 до 110 Гц по первой роторной гармонике выводного вала редуктора, от 450 до 750 Гц - ротора турбокомпрессору и от 350 до 500 Гц - ротора силовой турбины.

Разработан алгоритм виброконтроля турбовального газотурбинного двигателя, проведено математическое моделирование и разработан программный модуль на языке C, с последующей интеграцией в системное программное обеспечение устройства контроля вибрации, реализует цифровой узкополосный следящий математический фильтр.

## НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИНЦИП РАБОТЫ АКСЕЛЕРОМЕТРА

Студент гр. ПИ-11 (бакалавр) Пономаренко В.В.  
 Д-р техн. наук, профессор Безвесильная Е.Н.  
 Национальный технический университет Украины  
 «Киевский политехнический институт»

Ускорение является динамической характеристикой объекта. Согласно второму закону Ньютона, оно возникает только тогда, когда к объекту прилагается какая-нибудь сила. Перемещение объекта, его скорость и ускорение являются взаимосвязанными физическими величинами: скорость - это первая производная от перемещения, а ускорение - вторая. Как правило, в низкочастотной области достаточно неплохую точность измерения обеспечивают приборы положение и перемещение объектов. В зоне средних частот используются приборы скорости. А на высоких частотах, когда перемещение сравнивается с уровнем шума, применяют приборы ускорения. Поэтому устройства, которые реагируют только на появление ускорения, действующего на них, часто используются в сочетании с интегрирующими или двумя интегрирующими системами для измерения скорости и перемещения.

Акселерометры - это приборы для приема и преобразования информации об ускорении с целью получения количественного результата в форме, которая будет удобной для дальнейшего использования. В состав линейного акселерометра преимущественно входят: инерционная масса, упругая поддерживающая система и объект имеющий демпфирующие свойства (рис. 1.1).

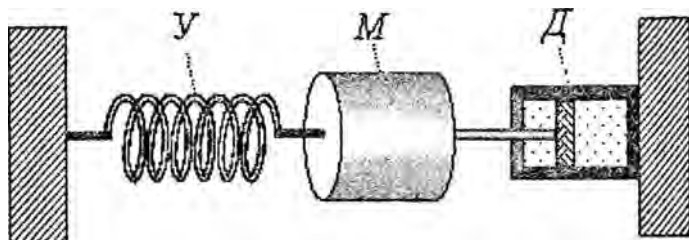


Рис. 1.1. Модель линейного акселерометра

Масса  $M$  удерживается пружиной, которая имеет собственный коэффициент жесткости  $k$ . Движение массы демпфруется успокаивающим устройством  $D$ , что обеспечивает коэффициент затухания  $b$ . Инерционный элемент может перемещаться в корпусе акселерометра только в горизонтальном направлении.



**ФИЗИЧЕСКИЕ ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В СПОРТЕ**

Студент гр.11903113 Самохвал П.М.

Канд. физ.-мат. наук Красовский В.В.

Белорусский национальный технический университет

В настоящей работе проанализированы мировые достижения в ряде спортивных дисциплинах с точки зрения законов сохранения и изменения энергии, импульса и момента импульса. Актуальность обусловлена подбором наглядного материала при изложении курса физики для студентов спортивно-технического факультета.

Пиковая скорость горизонтального движения, которую развивает спортсмен высокого класса на стадии разбега при прыжках, составляет около  $v_0 = 10$  м/с. Перевод этой скорости из горизонтального направления в вертикальное (коэффициент преобразования скорости  $k=1$ ) позволил бы поднять центр масс (ЦМ) на высоту 5 м. Однако при прыжках в высоту такой коэффициент преобразования достигнуть быть не может в силу большой разницы в биомеханике бега и прыжка. Для оценки  $k$  следует учесть, что ЦМ у прыгунов в момент вылета находится не ниже 1 м над поверхностью земли. Рекорд мира среди мужчин в настоящее время составляет 2 м 45 см, что соответствует подъему ЦМ на высоту около 1 м 25 см при выполнении прыжка по технике фосбери-флоп. Таким образом, эта высота составляет четверть от теоретически возможной, т.е. к.п.д. прыжка составляет порядка 25 %, а  $k \approx 0,5$ . Напротив, рекорд мира по прыжкам в высоту с шестом равен у мужчин 6 м 16 см, что соответствует теоретическому пределу, т.е.  $k = 1$ . Конечно, в этом виде у спортсмена есть дополнительная возможность подтянуться и отжаться от вертикально ставшего шеста и тем самым поднять ЦМ выше в пределах метра. Основной же эффект достигается тем, что современные фибергласовые шесты весьма гибкие и прочные и позволяют превратить накопленную кинетическую энергию в потенциальную энергию упругой деформации, которая затем превращается в энергию поднятого тела.

Предложена простейшая формула для аппроксимации зависимости скорости вылета спортсмена от угла вылета при прыжках в длину, на основании которой можно рассчитать оптимальный угол вылета (принято  $k = 0,5$ ). Также учтено, что при приземлении ЦМ находится на 70 см ниже, чем в точке вылета. Соответствующий расчет для  $v_0 = 10$  м/с дает значение дальности полета 9 м 10 см. Мировой рекорд у мужчин равен 8 м 95 см.

На основании закона сохранения импульса рассмотрено решение ряда задач в играх с мячом (футбол, теннис и т.п.).

Закон сохранения момента импульса лежит в основе эффектных элементов фигурного катания, гимнастики.

## TYPES OF TOMOGRAPHS FOR VISUALIZATION AND FURTHER FINITE ELEMENT ANALYSIS OF BONES

Student Serhiienko Oleksandr, PB-12

Supervisor Bezuglaya N.V., assistant

National Technical University of Ukraine 'Kyiv Polytechnic Institute'

Finite element analysis (FEA) helps to analyze stress distribution in the objects. For medical proposals, it is necessary to modulate bone and implant's parameters with FEA to make sure that operation and further rehabilitation will take place without problems.

Only through gradual changes, it is possible to simulate with FEA: Images made by tomographs (DICOM) → Segmentation (Mimics) → meshing (3-matic) → FEA Simulation (ABAQUS) [1]. As it can be seen, the first step is to scan human bone with tomographs and to receive a DICOM file. Main parameters of DICOM file (images) is high resolution and good contrast, as far as this parameters influence on precise of geometry and accuracy of material properties. Now, it is necessary to assess the different types of tomographs in terms of accuracy, efficiency and cost-effectiveness.

X-ray computed tomography (CT). These tomographs gives the images with clear borders between bone and muscles, high spatial resolution but low resolution of image. Mainly using for scanning bones.

Magnetic resonance tomography (MRT). These tomographs give images with good resolution, high contrast resolution but comparing to CT low clearness of tissues border [2]. Mainly using for scanning soft tissues.

Figure 1. Left side picture - MRT vs Right side picture – CT.

Positron emission tomography (PET) is a part of nuclear medicine, functional imaging technique. Images in visible range show chemical processes that take place in human body. Usually combined with CT or MRT data

Based on simulations and studies it was established that it is too complicated to segment data from MRT and resolution of CT is not that low that will influence results of material properties. That is why CT appreciates to be the best tomographs for visualization and further FEA of bones. PET is too expensive in using, but if patient has metal implants, it is the only way to make images.

### Literature

1. Weisse B., Determination of the translational and rotational stiffnesses of an L4–L5 functional spinal unit using a specimen-specific finite element model (2012).
2. Rathnayaka K., 3D Reconstruction of Long Bones Utilising Magnetic Resonance Imaging (2011).

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАГНИТОСТАТИЧЕСКОГО ЭКРАНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИ ОСАЖДЕННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ СПЛАВОВ NI-FE

Солобай А.А., Казакевич И.С., Труханов А.В.  
ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению»

В настоящей работе проведены исследования эффективности магнитостатического экранирования цилиндрических конечных образцов экранов с целью разработки оптимальной защиты корпусов приборов и аппаратуры широкого спектра назначения от статических и низкочастотных магнитных полей.

Магнитные экраны формировались с помощью метода электролитического осаждения магнитомягкого сплава  $Fe_{20}Ni_{80}$  на корпуса приборов, выполненные из алюминия [1]. Толщина магнитного слоя экранов варьировалась в интервале от 50 до 400 мкм. Количественная оценка эффективности экранирования  $\mathcal{E}$  проводилась по результатам измерений отношения напряженности или индукции магнитного поля в защищаемой области пространства при отсутствии экрана  $H$  (или  $B$ ), и при наличии его  $H_1$  (или  $B_1$ ) [2]:

$$\mathcal{E} = \frac{B}{B_1} = \frac{H}{H_1} \quad (1)$$

Расчет эффективности экранирования производился на основе измерений величины э.д.с. элемента Холла, в заданной центральной области пространства без экрана ( $E$ ) и с экраном ( $E_1$ ).

Отмечено, что с ростом толщины электролитически осажденных покрытий на основе сплава  $Ni_{80}Fe_{20}$  эффективность магнитостатического экранирования увеличивается, а пик максимума эффективности смещается в область более высоких магнитных полей.

Сопоставление экспериментальных результатов по эффективности экранов, сформированных на корпусах реальных приборов из электролитически осажденного сплава  $Ni_{80}Fe_{20}$  и аморфной ленты 84КХСР показало, что в интервале магнитных полей от 200 до 2800 А/м сплав  $Ni_{80}Fe_{20}$  более предпочтителен, чем экраны на основе 84КХСР.

### Литература

1. Грабчиков, С.С.. Многослойный электромагнитный экран / С.С. Грабчиков, Л.Б. Сосновская, Т.Е. Шарапа / Патент РБ №11843 от 2009.01.28.
2. Шапиро, Д.Н. Основы теории электромагнитного экранирования. Л., 1975. – 112с.

## **О ПРИМЕНЕНИИ ПАКЕТА ПРОГРАММ «SOLIDWORKS» ПРИ КОНСТРУИРОВАНИИ УЗЛОВ СИСТЕМ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ**

Студент гр. ПК-02 (магистрант) Стельмах И.В., студент гр. ПК-02  
(магистрант) Момот А.С.

Ст. преп. Павленко Ж.А.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Конструирование - один из основных этапов разработки системы неразрушающего контроля (СНК). В состав любой СНК входят первичные преобразователи, основанные на различных физических явлениях, блоки электронной обработки информации и визуализации и, часто, механические узлы приводов или сканирования. Любой из блоков и вся система в целом требует разработки специфической конструкции. Существует проблема поиска оптимальной по размерам и техническим характеристикам конструкции узлов СНК. Особенности в оптимизации имеют и механические узлы, поскольку являются вспомогательными и являются индивидуальными для конкретной системы. Габариты, вес, точность функционирования этих узлов, их динамические характеристики должны быть учтены в конструкции, поскольку влияют на параметры СНК. Создание конструкторской документации механических узлов трудоемко с учетом необходимости проведения расчетов на прочность, жесткость и пр. [1].

С целью повышения производительности труда разработчиков изделий, сокращения сроков разработки и повышения качества разработки проектов созданы и применяются системы автоматизации проектирования (САПР).

В ходе исследования авторами был проведен сравнительный анализ наиболее популярных САПР, сделан обзор основных возможностей как программного обеспечения «SolidWorks», так и его модуля экспресс-анализа прочности «COSMOSXPRESS», позволяющего при проектировании механических деталей определять наличие зон концентрации напряжений, деформации, оценить перегруженные элементы конструкций. Как первый этап исследования разработана методика создания 3D моделей разных видов зубчатых передаточных механизмов - узлов сканеров СНК с целью оптимизации как конструкции в целом, так и улучшения технических характеристик.

### **Литература**

1. Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике. /А.А. Алямовский – Санкт-Петербург:БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.



## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ВЫСТАВКИ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Студент гр. ПГ-41М (магистр) Стефанишин З.С.  
Канд. техн. наук, доцент Аврутов В.В.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Выставка инерциальных навигационных систем (ИНС) является важным этапом их работы. Процесс выставки ИНС можно разделить на грубую и точную выставку. Для платформенных ИНС грубая выставка состоит из процесса «горизонтирования» платформы – приведения платформы в плоскость горизонта, и процесса «гироскомпасирования» – приведения платформы в плоскость меридиана.

Точная выставка платформенных ИНС предполагает для коррекции использование альтернативных источников навигационной информации, например, спутниковых навигационных систем, доплеровских измерителей скорости и т.п.

Объектом исследования является ИНС, построенная на базе трехосной гиросtabilизированной платформы, трех гироскопов и двух акселерометров. Кинематическая схема ИНС представлена на рис. 1.

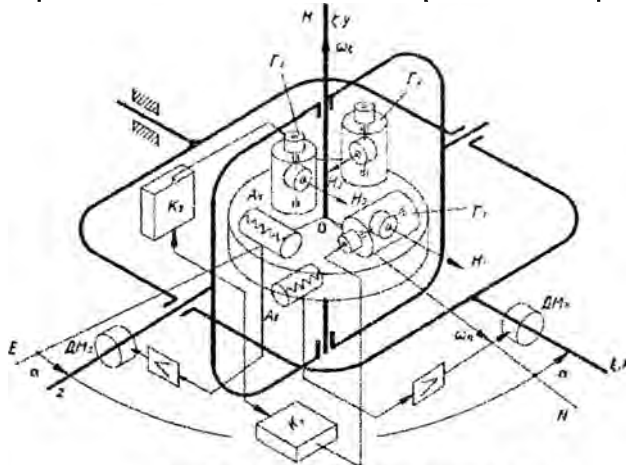


Рис. 1. Кинематическая схема ИНС

Получены дифференциальные уравнения процессов горизонтирования и гироскомпасирования платформы для случаев позиционной, интегральной и интегрально-позиционной коррекции. Дана оценка влияния погрешностей гироскопов и акселерометров на точность выставки.

## ФИНИШНАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ ПУЛЬСАТОРА ПОПАРНОГО ДОЕНИЯ

Студент Сукач Д.А., аспирант Куколь В.В.

Канд. техн. наук, доцент Сергеев Л.Е..

Белорусский государственный аграрный технический университет

Преимущества использования пульсатора попарного доения L-80: процесс доения максимально приближен к природной молокоотдаче, не травмирует соски вымени и позволяет практически полностью исключить заболевание коров маститом, надежен в работе, прост в эксплуатации и в обслуживании, увеличивает молокоотдачу на 20-25%.

Обработка внутренних поверхностей является более сложной технологической задачей. Главные преимущества МАО: развитие в зоне обработки температурного градиента, не превышающего 50 ... 70°C; давление инструмента в этой же зоне находится в пределах 0,1 ... 2 Ма [1], что исключает, образование растягивающих напряжений как будущего очага питтинга. В качестве оборудования применяется: станок ЭУ-6; Ферро-абразивный порошок - Ж15КТ ТУ6-09-03-483-81, размер зерна 100/160 мкм. Смазочно-охлаждающие технологические средства - СинМА-1 ТУЗ 8.590 1176-91, 3 % водный раствор, капельная подача, удельный расход 150...200мл/мин. Параметры магнитно-абразивной обработки: величина магнитной индукции ( $B=1,1$  Тл); коэффициент заполнения рабочего зазора ( $K_z = 1$  мм); величина рабочего зазора ( $\delta=1$ мм); исходная шероховатость поверхности ( $R_{a1}=1,6... 2,2$ мкм); время обработки ( $t = 60 ... 120$  с).

Выходные показатели шероховатость поверхности  $R_{a1}=0.2-0.6$ мкм. Использовалось оборудование: профилограф-профиломер «252-Калибр»; микроскоп БМИ-1; магнитная индукция измерялась тесламетром Т-3. Был разработан и создан универсальный тип одинарного внутреннего полюсного наконечника для магнитно-абразивной обработки отверстий деталей машин. В результате процесса МАО при его использовании глубина дефектов на обработанной поверхности уменьшилась в 1,5-2,5 раза. На поверхности пульсатора полностью отсутствуют следы коррозии, эмульсионных и масляных пленок. Обработанная поверхность отличается высокой отражающей способностью; количество дефектов минимально.

### Литература

- 1.Скворчевский, Н.Я. Эффективность магнитноабразивной обработки. /Н.Я. Скворчевский, П.И. Ящерицын, - Мн: Навука і тэхшка, 1991. - 216 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Студент гр. ПБ-42м Тишковец Ю.А.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Моделирование механических параметров биологического объекта, используя основные законы физики, механики, математики, биологии, физиологии и других наук, позволяет объяснить функциональную структуру процесса движения биологического объекта.

Результативность моделирования механических и биомеханических параметров биологического объекта значительно возрастает, если при построении модели и переносе результатов с модели объекта на оригинал, можно воспользоваться некоторой теорией, уточняющей связанную с используемой процедурой моделирования, идею подобия.

Биологический объект можно представить в виде трех систем:

- системы скелета, состоящей из костей, суставов и связок, которые обеспечивают жесткость тела человека и противодействие силе тяжести;
- мышечной системы, состоящей из мышц и сухожилий, и выполняющих функцию движения;
- нервной системы, обеспечивающей управление мышечным сокращением и контроля за ним.

Создание модели механических параметров биологического объекта должно основываться на информации про центральную и периферическую организацию нормальных и патологических двигательных действий, а также на разработке рациональных вариантов двигательных действий с целью достижения запланированного результата

Создание биомеханических моделей основывается на двух типах информации: теоретических знаниях об изучаемом двигательном действии и экспериментальных данных, полученных методами подометрии, гониометрии, динамометрии, электромиографии, стабилотрии, видеоанализа и др.

Моделирование механических параметров биологического объекта предполагает возможность построения комплексной модели, которая будет включать существенные параметры. Каждая модель должна удовлетворять метрологическим правилам надежности и достоверности, то есть давать сходную информацию вне зависимости от того, кто этой моделью пользуется и иметь способности корректно отражать исследуемый биомеханический процесс.

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Студент гр. ПБ-31м (магистрант) Топал А. В.  
Канд. техн. наук, доцент Выслоух С. П.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Современная отрасль приборостроения характеризуется постоянно возрастающими требованиями к качеству изготовления деталей приборов и систем, а также необходимостью сокращения сроков технологической подготовки производства (ТПП). Качественно и быстро решить задачи ТПП без применения современных научно обоснованных методов достаточно сложно.

В связи с этим, остро стоит проблема применения новых методов автоматизации ТПП, с помощью которых можно решать совокупность задач подготовки производства. Поэтому поставлена задача повысить эффективность решения задач ТПП путем применения современных методов и средств, а именно методов искусственных нейронных сетей.

Исходя из поставленной задачи, разработан алгоритм и подсистема, с помощью которой можно получить эффективный технологический процесс изготовления деталей приборов.

Подсистема работает следующим образом. На основе сведений о конструктивных характеристиках деталей, изготавливаемых на предприятии, а также на основе сведений о конструктивных признаках детали, для которой необходимо разработать технологический процесс ее изготовления, определяется классификационная группа, к которой относится обрабатываемая деталь. Далее, из полученной классификационной группы выбирается деталь-аналог, которая является наиболее близкой к заданной детали по множеству конструктивных признаков. Используя сведения о технологических характеристиках обрабатываемой детали, из базы технологических процессов предприятия выбирается технология ее изготовления с учетом конструктивных параметров детали-аналога. Таким образом, на основе данных, которые были получены в процессе проектирования, формируется окончательный технологический процесс изготовления детали и разрабатывается соответствующая технологическая документация с занесением технологии ее изготовления в базу данных предприятия.

Данная подсистема позволяет значительно сократить время технологической подготовки производства и повысить качество получаемых решений.

## ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ БЫСТРЫМИ ЭЛЕКТРОНАМИ НА ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА СИД

Студентка гр.11901112 Трухачева Р.В.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Бумай Ю.А.

Белорусский национальный технический университет

С использованием метода переходных электрических процессов проведено исследование изменения тепловых свойств (тепловых сопротивлений, времен тепловой релаксации, сечений теплового потока) зеленых СИД фирмы Heiio (1 Вт), после облучения быстрыми электронами (4 МэВ). Данные измерений представлены в таблице.

Образец	исходный	флюенс $D=5,6 \cdot 10^{16}$ см <sup>-2</sup>	флюенс $D=1,2 \cdot 10^{17}$ см <sup>-2</sup> )
Сечение теплового потока (измерение при нагреве) $S_a$ , мм <sup>2</sup>	0.62	0.49	0.51
Сечение теплового потока (измерение при остывании) $S_b$ , мм <sup>2</sup>	0.98	0.85	0.83
Температурный коэффициент напряжения, мВ/К	5.64	3.95	4.54
Напряжение на СИД, В	3.7	3.84	4.06
Сила тока СИД, А	0.75	0.744	0.729
Энергетическая эффективность СИД, %	30	6	1.9
Температура перегрева активной области СИД, °С	26.1	32.1	37.6
Тепловое сопротивление СИД (включая слой посадки), К/Вт	9.72	11.46	11.86

Из таблицы видно, что, несмотря на сильное уменьшение оптического выхода СИД, его тепловое сопротивление увеличилось незначительно после облучения (в основном из-за слоя посадки кристаллов СИД). Для облученных образцов наблюдается сужение теплового потока при переходе на слой посадки и заметное изменение температурного коэффициента напряжения. Предполагается, что сужение теплового потока связано с ухудшением теплопроводности облученной части подложки (незакрытой кристаллом СИД), что ухудшило условия растекания тепла.

## ИНГАЛЯТОРЫ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ

Студент гр.ПБ-12 Тютюник Г.М.

Ст. преп. Паткевич О.И.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Бронхиальная астма является собой серьёзное хроническое заболевание дыхательных путей, которое характеризуется воспалением и повышенной чувствительностью бронхов. У человека, страдающего астмой, часто случаются астматические приступы, которые могут быть спровоцированы аллергенами, холодным воздухом, сильным эмоциональным напряжением и многими другими факторами. Для решения проблемы приступов астмы медики рекомендуют использовать ингаляторы. Эти аппараты способны быстро доставить лекарственные вещества в необходимый орган дыхательной системы.

Существует несколько типов ингаляторов:

-Порошковые дозированные ингаляторы – это приборы, которые доставляют в дыхательные пути дозу сухого порошка.

-Аэрозольные ингаляторы – простые в использовании приборы, доставляющие медицинский раствор в дыхательные пути.

-Спейсеры – пластиковые или металлические клапаны, которые крепятся на ингалятор. Отличительной особенностью камеры спейсера является то, что лекарства распыляются только при вдохе, что облегчает процедуру ингаляции и дает возможность использования устройства детьми.

-Небулайзеры – приборы, в которых лекарственный препарат распыляют на малые фракции, что позволяет доставить его в самые отдаленные участки дыхательных путей. По принципу работы эти устройства можно поделить на ультразвуковые и компрессорные.

Правильное использование ингалятора необходимо для качественного лечения и комфорта пациента. Это значит, что для разных целей нужно использовать различные устройства и обучать пациента правильно их использовать. Спейсеры эффективны при приступах астмы и наиболее часто используются больными бронхиальной астмой, но их эффективность прямо зависит от правильности использования устройства, небулайзеры наиболее эффективны в домашних условиях как средство профилактики.

## **НЕОБХОДИМОСТЬ РАЗРАБОТКИ ПОРТАТИВНОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТОВ**

Студент гр.ПН-41м (магистр) Фарафонова В.В.,

Канд. техн. наук, доцент Маркин М.А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

На сегодняшний день измерение геометрических параметров объектов (ГПО) является актуальной проблемой. Такие измерения применяются во всех сферах жизнедеятельности человека: медицине, строительном деле, микробиологии, производстве и многих других. Примером задачи может быть измерение и контроль геометрических размеров элементов трехмерной топологии базовых структур (линейные размеры элементов интегральных микросхем на шаблонах и полупроводниковых пластинах).

В решении данной задачи традиционно применялись бесконтактные оптические методы и средства измерения (СИ) линейных размеров, основанные на микроскопии. На сегодняшний день на производстве применяются методы конфокальной лазерной сканирующей микроскопии ближнего поля, сканирующая туннельная микроскопия, лазерная интерферометрия, телевизионные информационно-измерительные системы (ТИИС) и др. Было проведено исследование вышеупомянутых СИ и найдены общие недостатки: стационарность и невозможность, в большинстве случаев, проведения измерений вне лаборатории, высокая стоимость оборудования. Это обосновывает необходимость разработки портативного СИ ГПО.

Наше портативное СИ ГПО разрабатывается на базе ТИИС и одноплатного мини-компьютера. Информация о структуре, состоянии и свойствах объектов разной природы, заложенной в их излучении, преобразовывается в изображение и анализируется. Преимущества: наибольший показатель информативности, высокая разрешающая способность, возможность анализировать излучение объекта в определенном спектральном диапазоне и обеспечить измерение по любой траектории в режиме реального времени, мобильность и сравнительно небольшая цена.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИМ СГУСТИТЕЛЕМ СЕТОЧНОГО ТИПА ДЛЯ СИСТЕМ ВОДООЧИСТКИ

Магистрант Фарафонова В.В.

Канд. техн. наук, доцент, доцент Тараборкин Л.А.,  
канд. физ.-мат. наук, доцент Трасковский В.В.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Загрязнение воды нерастворимыми веществами составляет, как правило, до 25 % от общего показателя. Их удаление из воды производится исключительно механическими способами и отстаиванием.

Целью данной работы было повышение эффективности очистки воды путем использования в системе водоочистки в качестве активного элемента акустического сгустителя с соответствующим управлением, обеспечивающим регулирование процесса очистки. Данный акустический сгуститель работает следующим образом. Очищаемая вода после предварительной обработки попадает в акустическую камеру, рабочий элемент которой выполнен в виде сетки, которая механически связана с источником колебаний. Попадая в камеру, под воздействием колебаний частицы загрязнителя, находящиеся в воде во взвешенном состоянии, коагулируют по периметру сетки и затем выводятся в следующую секцию очистителя принудительным током. Коагулированные частицы удаляются значительно эффективнее по сравнению с обычным технологическим процессом.

Математическое обеспечение управления процессом базируется на упрощенной математической модели, определяющей зависимость общей суммарной скорости фильтрата  $w(\phi)$  от заданных параметров:

$$w(\phi) = -\frac{k}{M} \text{grad}P + 2Af,$$

где  $f$  – линейная частота колебаний; слагаемое  $-(k/M)\text{grad}P$  задаёт скорость фильтрования;  $\mu$  – динамическая вязкость суспензии;  $P$  – (гидродинамическое) давление;  $A$  – амплитуда колебаний сетки.

Полное математическое описание процесса в акустическом сгустителе представляет собой краевую задачу для уравнения в частных производных параболического типа, которая имеет решение в виде бесконечного ряда. Анализ этого решения позволяет численно определить зависимость максимальной скорости отделения коагулянта от режимных характеристик процесса, конструктивных размеров камеры и сетки.



## ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОДИОДОВ NICHIA ПОСЛЕ УСКОРЕННЫХ ТЕПЛОВЫХ ИСПЫТАНИЙ

Студентка гр.11901212 Федосенко Е.В.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Бумай Ю.А.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрены изменения электрических и тепловых свойств светоизлучающих диодов (СИД) синего свечения Nichia NSPB510S (СИД1, СИД2) после ускоренных тепловых испытаний при температуре печи 100 °С в течение 400 часов при токе через СИД 35 мА. Для определения тепловых сопротивлений СИД и сечения теплового потока использована методика, основанная на переходных электрических процессах при подаче на СИД импульса тока.

Вольтамперные характеристики данных СИД после испытаний стали более пологими и сместились в сторону высоких напряжений, что свидетельствует о существенном увеличении последовательного сопротивления СИД. Тепловое сопротивление исходных СИД обусловленное, в основном, сопротивлением слоя посадки кристалла на теплоотводящее основание (катод), составляло ~96 К/Вт. В районе слоя посадки сечение теплового потока составило  $\sim 70 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^2$ , что приблизительно соответствует площади поверхности кристалла. Далее, при переходе на теплоотводящее основание – катод СИД, наблюдалось уширение теплового потока. После ускоренных тепловых испытаний тепловое сопротивление СИД1 и СИД2 достаточно сильно увеличилось по сравнению с исходным, достигнув значений в пределах 933–1099 К/Вт и 441–1480 К/Вт, соответственно, для разных значений разогревающих токов. При этом увеличение произошло за счет роста теплового сопротивления слоя посадки на катод СИД. В районе слоя посадки сечение теплового потока уменьшилось и составило  $\sim 20 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^2$ .

На основании вышеизложенного можно предположить, что при ускоренных тепловых испытаниях произошло частичное расплавление слоя посадки с уменьшением площади как электрического, так и теплового контакта, несмотря на тест фирмы Nichia Corp. для условий пайки ( $T_{\text{pad}} = 260 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ , 10 sec). Необходимо также отметить, что из временных спектров тепловых сопротивлений видно, что в области кристалла (в области времен  $\tau < 0.2 \text{ мс}$ ), сечение теплового потока при остывании больше, что свидетельствует о неэквивалентности тепловых путей (пути тепловых потерь) при нагреве и остывании СИД.

## КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИБОРОВ РЕЗАНЬЕМ

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

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

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Приборостроение — одна из областей производства, которая требует высокой точности деталей, а именно их геометрических размеров. Это необходимо для точности и надежности работы приборов, продления сроков эксплуатации, обеспечения взаимозаменяемости и ремонтпригодности, что позволяет существенно снизить затраты на производство и эксплуатацию приборов.

Основной составляющей качества приборов является точность изготовления их компонентов. Это необходимо для точности и надежности их работы, продления сроков эксплуатации, обеспечения взаимозаменяемости и ремонтпригодности, что позволяет существенно снизить затраты на производство и эксплуатацию приборов. Поэтому контролю точности уделяют в приборостроении большое внимание.

Для сокращения затрат рационально производить контроль детали непосредственно в процессе обработки или же после нее, что позволяет оперативно изменять настройки станка в зависимости от получаемых результатов.

Для уменьшения влияния человеческого фактора, а также затрат на содержание высококвалифицированных кадров, необходимо использовать системы автоматизированного контроля (САК). Такая система при своей реализации нуждается в наличии технических средств, а также математического и программного обеспечения, определяющих алгоритм функционирования системы.

Перспективной является установка на станок оснащенного системой ЧПУ контактного измерительного датчика, с помощью которого производятся измерения обрабатываемой детали, тем самым превращая станок в контрольно-измерительную машину. Измерительная головка перемещается и в заданных точках касается детали, координаты касания передаются в систему ЧПУ, которая производит анализ формы и точности изготовления детали. Использование такой системы позволяет проводить контроль таких параметров как соосность, параллельность, перпендикулярность, эксцентриситет, конусность, бочкообразность и т.п.

Использование САК позволяет повысить точность и экономические показатели механической обработки.

## РИМАНОВЫ ПОВЕРХНОСТИ

Студент гр. 10405514 Халецкая А.Ю.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Прусова И.В.

Белорусский национальный технический университет

Георг Фридрих Бернхард Риман – архитектор первых подробно исследованных комплексных многообразий - так называемых римановых поверхностей. Римановы поверхности, подобно обычным двумерным многообразиям, являются гладкими. Одна особенность, из комплексной природы поверхности, но не всегда присущая действительным поверхностям, состоит в том, что все окрестности поверхности связаны друг с другом определенным образом.

Спроцировав небольшой фрагмент искривленной римановой поверхности на плоскость и затем, проделав ту же операцию для всех окружающих его фрагментов, можно получить карту, похожую на ту, которая получается при изображении трехмерного глобуса в двумерном географическом атласе мира. Использование этого отображения упрощает расчеты сложных поверхностей. Римановы поверхности, в отличие от обычных многообразий, должны быть ориентируемыми.

Переход от одного участка римановой поверхности к другому приводит к изменению системы координат, и только небольшая окрестность каждой из заданных точек имеет вид евклидова пространства. Эти небольшие участки нужно сшить вместе так, чтобы переход от одного из них к другому не приводил к изменению углов. Конечно, комплексные многообразия возникают и в измерениях с более высокой размерностью – римановы поверхности представляют собой только их одномерный вариант. Но вне зависимости от размерности, чтобы получить комплексное многообразие, необходимо должным образом соединить различные его участки или фрагменты. При этом для многообразий более высокой размерности в процессе перехода от одной системы координат к другой углы не сохраняются. Такие преобразования не являются конформными, но представляют собой скорее обобщение одномерного случая.

### Литература

1. С.М. Натанзон , А.А. Глуцок Римановы поверхности, пространства модулей и квазиконформные отображения
2. Ш. Яу, С.Надис Теория струн и скрытые измерения Вселенной

## БИНАРИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Студент гр.11302214 Чешкин А.Н.

Руководитель Гундина М.А.

Белорусский национальный технический университет

Обработка изображений занимает одно из важных мест в области обработки информации. Она используется в различных сферах деятельности человека: медицине, астрономии, химии, биологии и других науках.

В последнее десятилетие большинство компаний переходит к безбумажной технологии – подготовке чертежей, схем, карт, документов с помощью компьютера. Созданные ранее чертежи переводятся в электронный вид. При сканировании старых документов из-за старения бумаги, наличия теней и разнообразия текстур в результате получается изображение текста на неоднородном сером фоне. Размытость чертежей в серых тонах отрицательно влияет при работе с ними.

Для устранения данной проблемы производится бинаризация изображения. Бинарное изображение представляет собой разновидность цифровых изображений, в котором каждый пиксель может представлять только один из двух цветов. Значения каждого пикселя условно кодируются, как «0» и «1». Значение «0» условно называют задним планом или фоном, а «1» — передним планом.

Благодаря наличию всего двух возможных значений пикселей бинарные изображения имеют преимущества при сжатии и отличаются малым объёмом данных, по сравнению с другими типами изображений.

Рассмотрим результат бинаризации снимка нанопласти, полученного с помощью трансмиссионного электронного микроскопа (рис 1).



Рисунок 1 –Исходное изображение; изображение, полученное бинаризацией; изображение, учитывающее диапазон бинаризации

Особенность исходного изображения заключается в наличии областей средней яркости, которые при простой бинаризации пропадают, сливаясь с фоном из-за весьма низкого перепада между краями, это можно исправить введением в рассмотрение диапазона бинаризации(результат представлен на рисунке 1 слева).

## ВРАЩЕНИЕ ПЛОСКОСТИ ПОЛЯРИЗАЦИИ СВЕТА В НЕОДНОРОДНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ РЕАЛЬНОГО СОЛЕНОИДА

Студенты гр.11304114 Шабура М.А., Януш Д.А.

Канд. физ.-мат. наук Черный В.В.

Белорусский национальный технический университет

При определении постоянной Верде  $R$  для жидкостей необходимо создать однородное магнитное поле. Для этого необходимо, чтобы длина соленоида значительно превосходила длину кюветы, что практически выполнить невозможно. Однако учет неоднородности магнитного поля, создаваемого соленоидом можно учесть и таким образом получить уточненное значение постоянной Верде. Для малого участка  $dx$  соленоида длиной угол поворота  $d\varphi$  плоскости поляризации [1]:  $d\varphi = RB(x)dx$ .

Подставив выражение для  $B(x)$ , получим:

$$d\varphi = RB(x)dx = \frac{R\mu_0 NI}{2l} \left[ \frac{(0,5l-x)}{\sqrt{(0,5l-x)^2 + R_s^2}} + \frac{(0,5l+x)}{\sqrt{(0,5l+x)^2 + R_s^2}} \right] dx,$$

где  $B$  - магнитная индукция,  $\mu_0$  - магнитная постоянная,  $N$  - число витков соленоида,  $I$  - сила тока,  $l$  - длина соленоида,  $R_s$  - радиус соленоида,  $x$  - расстояние от центра соленоида до данного участка. Здесь принимается, что величина магнитной индукции в данном сечении соленоида одинакова и равна соответствующей величине на оси, а материал кюветы не относится к ферромагнетикам. Если длина кюветы равна длине соленоида, то полный угол поворота будет равен

$$\varphi = R \int_{-0,5l}^{0,5l} B(x)dx = \frac{R\mu_0 NI}{l} [\sqrt{l^2 + R_s^2} - R_s]$$

Для широко используемых сахариметров величина  $l$  составляет 40 см. Тогда при  $R_s = 0,03$  м величина  $R$ , определенная для поля бесконечного соленоида, оказывается заниженной на 8 %

### Литература

1. Ландсберг, Г.С. Оптика / Г.С. Ландсберг. - М.: Наука, 1976. - 618 с.

## АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТИ МЁБИУСА

Студент гр.11303114 Шавейко А.А.

Руководитель Гундина М.А.

Белорусский национальный технический университет

Лист Мёбиуса является односторонней неориентируемой поверхностью. Рассмотрим параметрические уравнения, задающие Лист

$$\text{Мёбиуса } x = (R + s \cdot \cos(\frac{1}{2}t)) \cos(t), y = (R + s \cdot \cos(\frac{1}{2}t)) \sin(t), z = s \cdot \sin(\frac{1}{2}t).$$

В касательной плоскости существуют два перпендикулярных направления такие, что нормальную кривизну в произвольном направлении можно представить с помощью формулы Эйлера:  $k_t = k_1 \cos^2 \alpha + k_2 \sin^2 \alpha$ , где  $k_1, k_2$  -- нормальные кривизны. Величина  $H = k_1 + k_2$  называется средней кривизной поверхности.

$$H = \frac{2(2(R^2 + s^2) + 4Rs \cos(\frac{1}{2}t) + s^2 \cos(t)) \sin(\frac{1}{2}t)}{(4R^2 + 3s^2 + 2s(4R \cos(\frac{1}{2}t) + s \cos(t)))^2}.$$

Величина  $K = k_1 \cdot k_2$  называется гауссовой кривизной. Гауссова кривизна -- мера искривления поверхности в окрестности какой-либо ее точки.

$$K = \frac{-4R^2}{(2R^2 + 3s^2 + 2s(4R \cos(\frac{1}{2}t) + s \cos(t)))^2}.$$

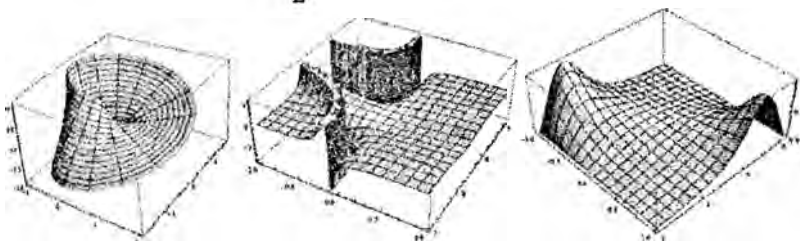


Рис.1 Лист Мёбиуса, поверхности значений гауссовой и средней кривизны в зависимости от ширины листа и угла

### Литература

1. Mobius Strip [Электронный ресурс]: <http://mathworld.wolfram.com/MoebiusStrip.html>.

## ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАШИНА БЭББИДЖА КАК ПРООБРАЗ СОВРЕМЕННОЙ ЭВМ.

Студенты гр. 11306113 Шматова Н.И., Кухаренок А.С.

Ст. преп. Прихач Н.К.

Белорусский национальный технический университет

Вычислительная машина - механизм, электромеханическое или электронное устройство, предназначенное для автоматического выполнения математических операций. В последнее время, это понятие чаще всего ассоциируется с различными видами компьютерных систем. Тем не менее, вычислительные механизмы появились задолго до того, как заработал первый компьютер.

В 1834 году Чарльз Бэббидж задумался о создании программируемой вычислительной машины, которую он назвал аналитической (пробраз современного компьютера). Она позволяла решать широкий ряд задач. Именно эта машина стала делом его жизни и принесла посмертную славу. Архитектура современного компьютера во многом схожа с архитектурой аналитической машины. В единую логическую схему Бэббидж увязал арифметическое устройство (названное им «мельницей»), регистры памяти, объединённые в единое целое («склад»), и устройство ввода-вывода, реализованное с помощью перфокарт трёх типов. Перфокарты операций переключали машину между режимами сложения, вычитания, деления и умножения. Перфокарты переменных управляли передачей данных из памяти в арифметическое устройство и обратно. Кроме того, по замыслу Бэббиджа, аналитическая машина должна была содержать устройство печати и устройство вывода результатов на перфокарты для последующего использования.

Для создания компьютера в современном понимании оставалось лишь придумать схему с хранимой программой, что было сделано 100 лет спустя Эккертом, Мочли и Фон Нейманом.

Августой Адой Лавлейс, дочерью лорда Байрона, были написаны примечания к статье итальянского инженера Л.Ф.Менабреа о вычислительной машине Бэббиджа. В одном из своих комментариев Ада описывает алгоритм вычисления чисел Бернулли на аналитической машине. Было признано, что это первая программа, специально реализованная для воспроизведения на компьютере, и по этой причине Ада Лавлейс считается первым программистом. По существу, Ада Лавлейс заложила научные основы программирования на вычислительных машинах за столетие до того, как стала развиваться эта наука.

## РЕШЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ ПОМОЩИ Microsoft Excel

Студенты гр.11306113 Штраус Е.А., Кухаренко К.А.  
Ст. преп. Прихач Н.К.

Белорусский национальный технический университет

В современном мире не обязательно уметь решать сложные математические задачи «вручную» достаточно просто уметь пользоваться набором весьма доступных и понятных программ. Углубленное понимание механизмов решения задач высшей математики позволяет развить у студентов аналитические способности, решать задачи, как говорится, от руки не требуя наличия при себе ПК, гаджета и т.д.

**Линейное программирование** - наиболее разработанный и широко применяемый раздел математического программирования.

Круг задач, решаемых при помощи методов линейного программирования достаточно широк:

1. задача об оптимальном использовании ресурсов при производственном планировании;
2. задача о смесях (планирование состава продукции);
3. задача о нахождении оптимальной комбинации различных видов продукции для хранения на складах (управление товарно-материальными запасами или "задача о рюкзаке");
4. транспортные задачи (анализ размещения предприятия, перемещение грузов).

Наша команда решила провести эксперимент, взяв 10 студентов экономических специальностей различной успеваемости и способностей, объяснив им общие правила решения ЗЛП «вручную» и при помощи программы Microsoft Excel. И сравнить время, затраченное на данный процесс.

Удобство использования MS Excel для решения ЗЛП заключается в том, что:

- создав один раз таблицу, её можно применять для задач такого же типа изменяя только исходные данные;
- все необходимые для решения задачи формулы уже представлены в MS Excel;
- решение задачи занимает в несколько раз меньше времени, нежели её же решение вручную;
- точность решения гораздо выше, чем вручную, а погрешности сведены к минимуму.



## ОСОБЕННОСТИ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ПЕРЕВЕРНУТОГО МАЯТНИКА

Студентка гр. 11311114 Юхновская А.В.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

В курсе физики рассматриваются многие режимы колебательного движения, реализуемые различными типами механических осцилляторов, точка подвеса которых остается неподвижной. Как правило, рассматриваются физические маятники, центр масс которых расположен ниже точки подвеса. В работе исследован физический маятник, собранный по перевернутой схеме (перевернутый маятник), когда точка подвеса расположена ниже центра масс и совершает вынужденные колебания в вертикальном направлении. Такая колебательная система получила наименование – маятник Капицы. Маятник Капицы представляет собой вертикально расположенный легкий металлический стержень длиной  $L$ , на верху которого закреплен металлический шарик ( $m_{ш} > m_0$ ). Стержень маятника шарнирно соединен с вибратором. В зависимости от частоты и амплитуды вынужденных колебаний точки подвеса маятник Капицы может совершать различные виды движения. Рассмотрим режим малых колебаний.

Когда частота вынужденных колебаний точки подвеса приблизительно вдвое больше частоты колебаний перевернутого маятника, нижнее положение равновесия становится неустойчивым. Амплитуда малых колебаний маятника начинает резко возрастать, т.е. реализуется режим параметрического резонанса. Однако в данных условиях происходит ограничение роста амплитуды колебаний перевернутого маятника вследствие нелинейности рассматриваемой системы. С ростом амплитуды в этой нелинейной системе возрастает период собственных колебаний, что при постоянной частоте колебаний точки подвеса приводит к нарушению режима параметрического резонанса. Затем картина повторяется: амплитуда колебаний маятника становится малой, условия резонанса восстанавливаются, что приводит к росту амплитуды и т.д.

При достаточно больших значениях частоты и амплитуды колебаний точки подвеса возникает режим динамической стабилизации перевернутого положения: перевернутый маятник не обнаруживает тенденции к опрокидыванию. Для объяснения эффекта динамической стабилизации перевернутого маятника при быстрых колебаниях точки подвеса необходимо учитывать действие силы инерции, среднее значение момента которой относительно оси вращения не равно нулю.

## ЯЗЫК ПРОГРАММИРОВАНИЯ JAVA

Студент гр. 104214 Ятченко А.Д.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Прусова И.В.

Белорусский национальный технический университет

Данная работа посвящена одному из самых перспективных на сегодняшний день языков программирования – языку Java. Технологию по имени Java можно без преувеличения назвать революционной в индустрии разработки программного обеспечения. В чём же перспективность и революционность этой технологии?

Сегодня создание программного обеспечения представляет собой чрезвычайно тяжелое занятие. Трудности связаны с разнообразием архитектур машин, операционных систем, графических оболочек и т. д. Стремительный рост технологий, связанных с сетью Internet, дополнительно усложняет эту задачу. К сети Internet подключены компьютеры самых разных типов - IBM PC, Macintosh, рабочие станции Sun и другие. Даже в рамках IBM-совместимых компьютеров, существует несколько платформ, например, MS Windows 9x/Me/XP/NT/2000, OS/2, Solaris, различные разновидности операционной системы UNIX с графической оболочкой XWindows и т.

Современные приложения должны быть безопасны, высокопроизводительны, работать в распределенной среде, быть нейтральны к архитектуре. Все эти факторы привели к необходимости нового взгляда на сам процесс создания и распределения приложений на множестве машин различной архитектуры. Требования к переносимости заставили отказаться от традиционного способа создания и доставки бинарных файлов, содержащих машинные коды и, следовательно, привязанных к определенной платформе.

Созданная компанией Sun Microsystems система разработки Java удовлетворяет всем этим требованиям. Java – объектно-ориентированный язык, удобный и надёжный в эксплуатации благодаря таким своим достоинствам, как многозадачность, поддержка протоколов Internet и многоплатформенность. Java – это интерпретируемый язык, и каждая Java-программа компилируется для гипотетической машины, называемой Виртуальная Машина Java. Результатом такой компиляции является байт-код Java, который в свою очередь может выполняться на любой операционной системе при условии наличия там системы времени выполнения Java, которая интерпретирует байт-код в реальный машинный код конкретной системы.

### Литература

1. Брюс Эккел – Философия Java

## СЕКЦИЯ 6. СПОРТИВНАЯ ТЕХНИКА

УДК 796.01

### РАЗВИТИЕ И ОЦЕНКА КООРДИНАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ФУТБОЛИСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Студент гр. 119810 Шульга О.

Канд. биол. наук, доцент Парамонова Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Способность спортсмена точно соизмерять и регулировать пространственные, временные и динамические параметры движений является одной из основных, оказывающих значительное влияние на эффективность соревновательной деятельности в футболе. Двигательно-координационные способности занимают важное место в таких аспектах игры, как передача мяча, точность удара, выбор позиции.

Рассматривая с точки зрения спортивной инженерии тренировочный процесс, необходимо выбрать адекватное техническое решение, способствующее созданию конструкций эффективных устройств для сопряжения развития координационных способностей и техники владения мячом в игровых действиях, схожих по структуре движений с основным соревновательным упражнением.

Наиболее благоприятные условия для оценки и развития двигательных координационных способностей в футболе предоставляет метатель-тренажер для подачи футбольного мяча. Данное устройство может быть использовано как для оценки, так и для совершенствования двигательных координационных способностей на различных этапах подготовки.

Система состоит из футбольной пушки и двух ворот с индикаторами и фотоэлектрическими датчиками. Работа начинается после нажатия кнопки «включение» на пульте управления, закрепленном на футбольной пушке, из которой выкатывается мяч. Одновременно с вылетом мяча загорается индикатор (светодиод) на одной из двух заданных областей попадания в створе ворот. Футболист должен мгновенно среагировать на сигнал и послать мяч в ворота. Попадание мяча в ворота регистрируется с помощью фотоэлектрических датчиков, закрепленных в створе ворот. Информация о попадании мяча передается на пульт управления через высокочастотный сигнал с помощью радиопередатчика. Параллельно с тренировочным процессом ведется подсчет точных попаданий. После приема сигнала о попадании мяча футбольная пушка выкатывает следующий мяч. Данный тренировочный процесс является циклическим.

Тренер с помощью блока управления может устанавливать необходимую частоту вылета мяча из футбольной пушки, время задержки появления сигнала на воротах, регулировать расстояние до необходимой области попадания.

## ТРЕНАЖЕР-КОРРЕКТОР ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИКИ ПРИЕМА МЯЧА

Студентка гр. 119810 Чайчиц Е.

Ст. преп. Зайцев И.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Умение своевременно и точно принять мяч и переправить его на другую половину корта, быстрое перемещение из стороны в сторону, а также выполнение других приемов, требующих переключения внимания и мгновенной оценки игровой обстановки, требует упорных тренировок.

При совершенствовании мастерства высококвалифицированных спортсменов важная роль принадлежит техническим средствам обучения. Практика использования тренажерных устройств говорит о том, что к числу наиболее эффективных обучающих устройств относятся те, которые моделируют условия, близкие к соревновательной деятельности теннисистов, обладают высокой надежностью и безотказностью в работе, обеспечивают спортсмену получение информации о результатах своих действий, позволяют широко использовать индивидуальную, поточную, круговую форму организации занятий.

Тренажер для теннисистов представляет собой устройство для выброса мяча, блок управления тренажером и площадки для фиксации попадания. В зависимости от поставленных в занятии задач тренер с помощью блока управления устанавливает два режима работы устройства. Один из режимов «Тренер», другой - «Автоматический». Режим «Тренер» предусматривает заданные параметры вылета определенного количества мячей. Он позволяет работать как над техникой удара, так и над совершенствованием «чувства» мяча и «чувства» ритма, а также оценить и скорректировать технику приема мяча. В режиме «Автоматический» параметры вылетов мячей задаются по времени случайным образом: от 2 до 10 с. Данный режим позволяет развивать координационные способности. Также в тренажер входят специальные площадки с тензومترическими датчиками и светодиодными лентами, показывающие спортсмену, в какую область корта нужно посылать мяч. Такие площадки позволяют тренировать быстроту реакции, точность попадания, силу удара. Результаты тренировки выводятся на блок управления.

Данное устройство позволяет получать срочную и достоверную информацию о количественных и качественных характеристиках движений, функциональных возможностях и технической подготовленности спортсмена.

## **РАЗВИТИЕ СУСТАВНОЙ ПОДВИЖНОСТИ МЕТОДОМ БИОМЕХАНИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ МЫШЦ**

Студентка гр. 119810 Пушнова В.

Канд. биол. наук, доцент Парамонова Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Современная система подготовки спортсменов может рассматриваться как процесс направленного воздействия на нервно-мышечный аппарат человека, при котором обеспечивается оптимальный тренировочный эффект. Применение тренажеров в спорте позволяет создать недостижимые в естественных условиях режимы выполнения упражнений или их основных элементов.

Анализ специальных технических средств, используемых для подготовки гимнастов, показал, что наиболее быстрый эффект в тренировке подвижности суставов достигается путем использования биомеханических тренажеров. Биомеханическая стимуляция заключается во введении мышцы в колебательный режим работы с помощью внешнего механического устройства. При этом эффект обеспечивается продольными колебаниями, направленными вдоль мышечного волокна. Данная методика была разработана профессором В.Т. Назаровым. Процессы, происходящие при биомеханической стимуляции, позволяют развивать гибкость в 50–100 раз быстрее, чем традиционные методики.

При работе на усовершенствованном нами устройстве мышцы спортсмена должны быть напряжены (или растянуты), а механические импульсы следовать вдоль мышечных волокон. Напряженная мышца удобна тем, что она более жестка и поэтому с большей частотой колебаний может откликнуться на внешние механические импульсы. Так, если поставить ногу, выпрямленную в колене, пяткой на одну опорную площадку и наклониться к ней, то мышцы задней поверхности бедра натянутся, а другую ногу, также выпрямленную в колене, необходимо поставить пяткой на другую опорную площадку. Далее спортсмен, пользуясь блоком управления, подбирает частоту вибраций опорной площадки, доводя ее до величины, близкой к резонансной частоте вибрируемой ноги. Затем с помощью мотор-редуктора одна опорная площадка устанавливается на таком расстоянии от другой, при котором растяжение мышц, ограничивающих разведение ног, начинает вызывать болевые ощущения. При появлении анестезирующего эффекта, получаемого благодаря действию вибрации, спортсмен может увеличивать расстояние между опорами.

## ЛАЗЕРНЫЙ СТРЕЛКОВЫЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ БИАТЛОНИСТОВ

Студент гр. 119810 Мелеховец А.

Канд. пед. наук, доцент Васюк В.Е.

Белорусский национальный технический университет

Специфическая особенность биатлона заключается в комплексном сочетании в одном соревновании различных по физиологическому воздействию на организм видов спорта – лыжных гонок и стрельбы.

С повышением квалификации спортсмена значение специальной физической подготовки возрастает. Специальная физическая подготовка биатлониста предусматривает развитие основных физических качеств и навыков, необходимых для совершенствования техники бега на лыжах, тактических приемов, развитие специальной выносливости и скоростно-силовых качеств, а также стрелковой подготовки.

Большинство современных тренажеров основаны на простой имитации того или иного спортивного упражнения. В настоящее время этого уже недостаточно. Поэтому большинство из специальных тренажеров, используемых биатлонистами требуют значительной модификации. Эта проблема решается путём добавления к имеющимся техническим устройствам дополнительных блоков различной функциональной направленности, благодаря чему эффективность тренажеров может возрасти.

Принцип действия лазерного стрелкового тренажера состоит в имитации выстрела импульсом оптического излучения с помощью лазерного излучателя, размещенного в стволе стрелковой винтовки. В стволе оружия расположен блок управления лазером и элементы питания (батарейки). Блок управления формирует излучение в момент спуска курка. Лазерный импульс попадает в мишень и стрелок видит яркую вспышку зеленого цвета в том месте в мишенном блоке, куда было наведено оружие при выстреле. После попадания лазерного луча в мишень световое табло мгновенно информирует спортсмена о попадании в цель. От бесконтактного оптического датчика через радиомодуль данные о попадании спортсмена в мишень, а также сведения о частоте дыхания, поступают в зуммер, где в дальнейшем информация поступает на экран монитора.

Использование лазерного стрелкового тренажера поможет достичь большей точности и сравнения определённых измерений, что позволит избежать ошибок при дальнейших тренировочных и соревновательных планах, а также при оценке возможностей и способностей спортсменов, обеспечивая объективную информацию об уровне стрелковой подготовленности спортсменов.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УДАРА ГОЛОВОЙ ПО МЯЧУ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРЫЖКОВ В ФУТБОЛЕ

Студент гр. 119810 Красникевич Д.

Доцент Барановская Д.И.

Белорусский национальный технический университет

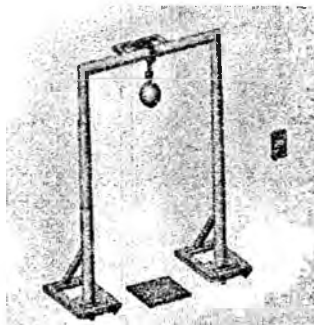
В игровой деятельности футболистов большое значение имеет умение играть головой. Для этого необходимо обладать хорошей прыгучестью, т.е. взрывной силой, дифференцировать динамические параметры удара головой и координировать свои действия с действиями партнеров или соперников.

Анализ специальных технических устройств и тренажеров, используемых в тренировочном процессе футболистов, показал, что устройств для анализа и тренировки удара головой по мячу не существует. Это послужило причиной разработки нового устройства.

Принцип работы устройства: спортсмен становится на тензопластину, с которой и начинает упражнение. Тензопластина находится в осях рамной конструкции. По команде тренера футболист совершает прыжок с места и бьет головой по мячу, висящему над ним. Совершая двигательные действия, связанные с вертикальным отталкиванием, тензопластина фиксирует усилие, развиваемое спортсменом при выполнении прыжка в высоту и передает данные на блок управления устройством. Если мяч после удара спортсмена фиксируется на электромагните, то упражнение считается выполненным правильно. Впоследствии данные передаются на блок управления, где высчитывается мощность и высота прыжка, после чего результат выводится на экран.

Внешний вид устройства представлен на рисунке.

Таким образом, данное устройство позволяет развивать координационные и скоростно-силовые способности, оценивать правильность удара, регистрировать развиваемую мощность и амплитуду прыжка. Мониторинг данных даст возможность анализировать динамику подготовленности футболистов.



## ТРЕНАЖЕР ДЛЯ РАЗВИТИЯ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ СПРИНТЕРОВ

Студент гр. 119810 Гиль М.

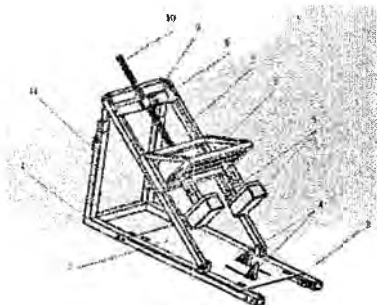
Канд. пед. наук, доцент Васюк В.Е.

Белорусский национальный технический университет

Рост результатов в современном спорте непрерывно связан с повышением эффективности тренировочного процесса, направленного на развитие необходимого уровня общей и специальной физической подготовленности спортсменов. Комплексное развитие физических качеств у бегунов на короткие дистанции зависит не только от объема и интенсивности тренировочной нагрузки, но и от системы использования упражнений. В современных условиях подготовки многие упражнения требуют применения специализированных тренировочных устройств. От них зависит постановка тех или иных задач спортивной тренировки. На практике это стало главным условием повышения уровня скоростно-силовых качеств спринтеров и роста их спортивных результатов.

Тренажер для развития силы мышц (рисунок) способен очень точно дозировать нагрузку, благодаря встроенному микроконтроллеру, обеспечивающему управление электродвигателем, с помощью которого тренировка мышц может осуществляться как в преодолевающем, так и в уступающем режимах работы.

Подвижные упоры для плеч 5 телескопически закрепляют в тележке 6 на уровне плеч. С началом движений тележка 6 передвигается вперед-вверх по направляющим 7, преодолевая нагрузку, создаваемую электродвигателем 9, и после полного выпрямления туловища под



действием этой же нагрузки возвращает спортсмена в исходное положение, причем мышцы спортсмена совершают работу в уступающем режиме.

Модифицированное нами устройство позволяет совершенствовать силовые и скоростно-силовые способности бегунов-спринтеров различной квалификации.



## «БЕГУЩАЯ» ДОРОЖКА ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ КОНЬКОБЕЖЦЕВ

Студент гр.119831 Быков Д.

Канд. пед. наук, доцент Васюк В.Е.

Белорусский национальный технический университет

На международном уровне в современном конькобежном спорте борьба ведется за десятые и даже сотые доли секунды. Физическая подготовленность спортсменов мирового класса примерно одинакова, поэтому на первый план выходит техническая подготовленность.

Важным является сохранение конькобежцем рабочей позы. Диапазон колебаний общего центра тяжести (ОЦТ) спортсмена в вертикальной плоскости при этом должен быть минимален. Разработанное устройство позволяет оценить перемещения ОЦТ при беге по прямой дистанции в режиме реального времени. Упрощенная структурная схема устройства представлена на рисунке. Основными частями являются «бегущая» дорожка и информационная система.

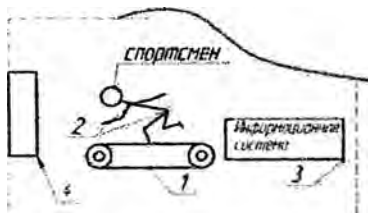


Рисунок – Упрощенная структурная схема тренажера (1 – «бегущая» дорожка; 2 – датчики; 3 – информационная система; 4 – система информационной обратной связи)

Информационная система разработана с применением микроконтроллерной техники. Ее составной частью является набор из нескольких акселерометрических датчиков, расположенных на теле спортсмена. Поступающие с них данные обрабатываются, и в зависимости от результатов активизируется система

информационной обратной связи, представляющая собой звуковой источник сигнала о процессе поддержания позы занимающимся.

«Бегущая» дорожка является практически полным подобием привычных беговых дорожек. Увеличена ширина бегового полотна, что позволяет спортсменам развивать полную амплитуду движений. В качестве материала полотна используется так называемый синтетический лед. Его применение позволяет использовать привычные коньки взамен роликовых. В целях обеспечения безопасности используется навесной предохранительный механизм.

В основе разработанного устройства лежит способ создания искусственной управляющей среды при помощи неявной биомеханической коррекции движений. Под неявной коррекцией понимается то, что в процессе решения двигательной задачи контролируемое ограничение степеней свободы осуществляется без физического вмешательства в процесс тренировки, а с помощью информационной обратной связи. В результате чего спортсмен сам должен ограничивать амплитуду движений необходимых звеньев своего тела

## **ТРЕНАЖЕРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УДАРНЫХ ДЕЙСТВИЙ ВОЛЕЙБОЛИСТОВ**

Студент гр.119831 Белоус П.

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.

Разрабатываемый комплекс позволяет смоделировать оптимальные условия при выполнении нападающего удара. Основным элементом тренажера является устройство, представляющее 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, именно в эти амортизирующие ограничители встроен датчик для измерения силы удара. Создание тренировочной нагрузки и возврат стержня с мячом в исходное положение обеспечивают электродвигатель постоянного тока, соединенный со скобообразной рамой. Для увеличения или уменьшения нагрузки на плечевой пояс волейболиста используется клавиатура на панели управления тренажера.

В результате использования встроенных функций микроконтроллера получаем время полёта мяча и скорость, так как пройденное расстояние известно. Микроконтроллер управляет работой всего тренажерного комплекса: обеспечивает управление двигателем, блоком индикации работы, отображает время полёта мяча, считывает информацию с тензодагчика. В результате взаимодействия тренажера с тензопластиной, которая служит для определения усилий отталкивания спортсмена от пола, определяется высота прыжка спортсмена, правильность постановки ноги в момент отталкивания.

Тренажерный комплекс позволяет учитывать индивидуальные особенности спортсмена, является компактным и легко переустанавливается на необходимую высоту.

## ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПЕРЕДАЧИ МЯЧА В ФУТБОЛЕ

Студент гр.119831 Лагун Д.

Преп. Семенюк М.В.

Белорусский национальный технический университет

В современных условиях, для отработки отдельных элементов передачи в футболе, нужны соответствующие технические решения. На базе тренажера «Волна» мы создали совершенно новую конструкцию, которая позволяет целенаправленно тренировать отдельные элементы передачи, такие как прием и передача мяча. На рисунке изображена структурная схема усовершенствованного тренажера «Волна».



Суть нашего усовершенствования заключается в том, чтобы обеспечить изменение наклона поверхности соприкосновения с мячом. Помимо этого предусмотрена система, отслеживающая данные изменения. Внутри тренажера расположен аккумулятор, который его питает, и задающее устройство, которое посылает сигнал на управляющий блок с целью изменить угол наклона конструкции. Получив сигнал с управляющего блока, который также расположен внутри, приводится в движение привод (он же исполнительный элемент), в результате чего изменяется угол наклона конструкции. После этого на датчик углового перемещения поступают данные об изменении угла наклона конструкции, который расположен с боковой стороны задней пластины, и немного углублен в конструкцию. Это необходимо для того, чтобы избежать поломок при транспортировке изделия. После изменения угла конструкции, спортсмен взаимодействует с устройством, посылая мяч с определенного расстояния. После приема навесной передачи система снова изменяет угол наклона конструкции, и цикл начинается сначала.

Использование предлагаемого тренажера может быть особенно эффективно на этапах начальной подготовки футболистов, когда при освоении техники игрок запоминает, как необходимо выполнять передачу и осуществлять ее прием.

## ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ИМИТАЦИИ БЕГА ПО ДИСТАНЦИИ С ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ РЕЛЬЕФОМ

Студент гр.119831 Лукашевич Д.

Канд. пед. наук, доцент Васюк В.Е.

Белорусский национальный технический университет

Тренажер для имитации бега по дистанции с изменяющимся рельефом предназначен для развития общей и специальной выносливости и отработки технических навыков в условиях, соответствующих структуре выполнения основного соревновательного упражнения по режиму работы мышц, направлению и амплитуде движений. Он способствует также развитию координационных способностей спортсмена.

Основной задачей, при разработке данного тренажера являлось создание удобной конструкции, позволяющей программно изменять рельеф бегового полотна. Актуальность данной работы заключается в том, что данное устройство способствует не только тренировке общей и специальной выносливости спортсмена, но и способствует повышению суставной подвижности голеностопа, благодаря роликовым эксцентрикам, имитирующим неровность рельефа.

Нагрузка на беговой дорожке регулируется изменением скорости движения полотна, угла его наклона и частоты срабатывания роликовых эксцентриков, имитирующих неровность беговой поверхности. Отображение и задание этих параметров осуществляется при помощи информационной системы на базе микроконтроллера PIC и ЖК-панели. Корректировка параметров осуществляется с панели управления устройства. ЖК-панель в разработанном устройстве рассматривается в качестве информационного исполнительного устройства, отражающего выбранный режим тренировки, скорость движения, частоту пульса, рельеф трассы и положение спортсмена на ней. Скорость движения полотна определяется с помощью установленного на валу синхронного электродвигателя датчика Холла. Угол изменения полотна определяется с помощью акселерометрического датчика и алгоритма расчета ускорения, прописанного в программе.

Использование данного тренажера может быть особенно эффективно при отсутствии пригодных для тренировки климатических условий и в условиях города, где условия не удовлетворяют требованиям тренировочного процесса, что негативно сказывается на подготовке спортсменов к соревнованиям. Благодаря широким функциональным возможностям устройства, участие тренера в отдельном тренировочном занятии сведено к минимуму.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОДАЧИ МЯЧА В ТЕННИСЕ

Студентка гр. 11901212 Гребенек А.

Преп. Семенюк М.В.

Белорусский национальный технический университет

Теннис в настоящее время пользуется большой популярностью и считается одним из наиболее престижных видов спорта в современном мире. Техническая подготовленность спортсмена является одной из важнейших составляющих достижения высокого соревновательного результата. Именно решение задач технической подготовки позволяет обучить спортсмена техническим приёмам и действиям и в дальнейшем совершенствовать их. Одним из решений этой проблемы является внедрение в тренировочный процесс спортивных тренажеров.

Для успешного выполнения подачи мяча в теннисе, требуется достаточно высокий уровень развития силовых способностей мышц плечевого пояса, способности точно подбрасывать мяч и подвижности позвоночника. Главное в подаче – это мощный удар. Для его выполнения следует иметь высокий уровень развития скоростно-силовых качеств мышц плечевого пояса. Выбрав тренажер с изменяемой силой сопротивления, который предназначен для тренировки верхних конечностей и верхней части тела спортсмена, можно будет эффективно воздействовать на эти способности. Устройство имеет установленные на подвижной опорной площадке стойки, на конце которых шарнирно смонтирован на валу кронштейн и шестерни. На оси кронштейна установлена шестерня и пара рычагов с рукоятками изменяемой длины. Свободный конец кронштейна шарнирно соединен с телескопическим подкосом. Перед началом работы необходимо отрегулировать вертикальное положение и длину рычагов так, чтобы рукоятка находилась на расстоянии вытянутой руки. Захватив руками рукоятки, спортсмен начинает вращение рычагов. Конструкция тренажера позволяет регулировать нагрузку.

Описанный тренажер может быть модернизирован путём добавления конструкции, позволяющей тренироваться как справа, так и слева. Это позволит тренироваться одновременно двум спортсменам. Второе дополнение позволит ограничить прогиб позвоночного столба, что позволит контролировать правильное положение спины спортсмена. Третье усовершенствование состоит в добавлении конструкции, позволяющей выполнять движения руками не только строго в вертикальном, но и в горизонтальном направлении под определенным углом.

## **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БРОСКА ЧЕРЕЗ БЕДРО В ГРЕКО-РИМСКОЙ БОРЬБЕ**

Студент гр. 119821 Белявский А.

Преп. Семенюк М.В.

Белорусский национальный технический университет

Современная греко-римская борьба предъявляет высокие требования к техническому мастерству спортсменов. Бросок через бедро – это один из самых эффективных приемов, поскольку 80–85 % выигранных спортсменом баллов приносят именно броски.

Разрабатываемое устройство позволяет смоделировать оптимальные условия при выполнении броска через бедро и представляет собой манекен, состоящий из верхней и нижней частей, соединенных между собой упругим элементом. Исполнительные элементы состоят из соленоидов тензометрических скоб. Один из исполнительных элементов закреплен на вертикальной опоре и размещен со стороны «спины» манекена, два других прикреплены к горизонтальной опоре и размещены в нижних частях «ног» манекена. Для регулирования степени дополнительного сопротивления, создаваемого манекеном, используется пульт управления, связанный с программным устройством, в котором задаются требуемые параметры силы тока, создающего магнитное поле, которое и является источником дополнительного сопротивления. При выполнении спортсменом действия, сигнал с тензодатчиков через преобразователи тензоэлектрического сигнала поступает на программное устройство, которое связано с индикатором, при помощи которого возможно отслеживать длительность выполнения движения, показатели усилий по горизонтальной и вертикальной составляющим, а также результирующего усилия.

В зависимости от уровня подготовленности борца производится подбор необходимой силы тока с помощью пульта управления. После индивидуального подбора соответствующих усилий тренирующийся захватывает манекен и начинает выполнение приема по сигналу. При этом верхняя часть манекена, перемещаясь из положения равновесия, преодолевает сопротивление электромагнита. В момент выведения манекена из равновесия спортсмен ощущает потерю устойчивости манекена и располагает свой центр тяжести таким образом, чтобы осуществить подбив, в результате чего манекен падает. После выполнения броска тренирующийся устанавливает манекен в исходное положение.

Устройство позволяет контролировать время выполнения и динамические параметры броска, а также совершенствовать приемы борьбы при различных положениях общего центра тяжести манекена.

## ТРЕНАЖЕР ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВРАЩАТЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ФИГУРИСТОВ

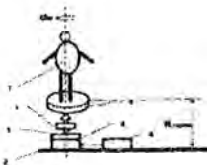
Студентка гр. 119821 Шейкина Т.

Канд. биол. наук, доцент Парамонова Н.А.

Белорусский национальный технический университет

В современном фигурном катании решающее преимущество спортсмену перед его соперниками даёт владение новыми сложнейшими вращениями и прыжками. Техническая сторона является ведущей для фигуристов и направлена на освоение большого числа сложных двигательных действий. Спортсмен должен стремиться выполнять сложнейшие упражнения легко и непринужденно, а это требует особенно большого труда. Для совершенствования вращательных движений, которые являются основой для выполнения многооборотных прыжков и вращений, в фигурном катании используются различные тренажеры, как на льду, так и в зале. Однако они имеют свои недостатки, например, невозможность достижения за счет мышечных усилий спортсмена достаточно высокой скорости вращения, на которой необходимо отрабатывать навык выполнения быстрых, координационно сложных по структуре движений.

Усовершенствованный нами тренажёр состоит из основания, диска - вращающейся платформы, двигателя, подшипника, который фиксирует положение в пространстве и обеспечивает вращение, обгонной муфты, блока регулирования скорости вращения двигателя (рисунок).



В качестве элемента взаимодействия тренажёра со спортсменом выступает вращающаяся платформа, которая установлена на основание. Преобразователь вида – обгонная муфта, которая предотвращает передачу крутящего момента от ведомого вала обратно к ведущему в случае, если бы какой-либо причине ведомый вал начинал вращаться быстрее. Исполнительным элементом является электродвигатель АИР 71 В4.

В качестве контроля за нагрузкой спортсмена также можно установить пульт управления, при помощи которого тренер или сам фигурист смогут регулировать скорость вращения. Пульт управления будет обеспечивать плавное изменение скорости вращения платформы в заданных пределах при помощи программируемого частотного инвертора.

При помощи данного устройства фигурист сможет отрабатывать сложнокоординационные движения в условиях вращения с большой угловой скоростью. Тренировка в таких условиях сократит время освоения движений и позволит тренировать вестибулярный аппарат фигуриста.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ БРОСКОВ В ГАНДБОЛЕ

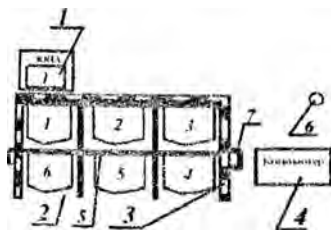
Студент гр. 119821 Шпиронок Д.

Доцент Барановская Д.И.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время во время матчей Олимпийских игр, игр чемпионатов мира и Европы, Лиги чемпионов и просто национальных чемпионатов атакующий потенциал команды играет огромную роль. То же самое можно сказать и про действие вратаря. Каждая из этих составляющих является важной в успехе гандбольной команды.

Раньше для подготовки спортсменов использовалось оборудование для совершенствования точности движений спортсменов. Оно состояло из фигур разных размеров и разных цветов, в дополнение к которым прилагалось цветное табло. Во время выполнения броска, тренер включал нужный световой индикатор и игроку необходимо было попасть в обозначенную тренером фигуру.



Принцип работы усовершенствованного устройства (рисунок) для контроля и оценки бросков гандболиста можно изобразить следующим образом. В профиль гандбольных ворот 3 устанавливаются стойки-держатели, к которым крепятся оси 5, в пазы которых вставляются щитки 2. В крепёжной втулке стойки

имеется прорезь, в которую вставляется кронштейн, прикреплённый к оси 5. На кронштейн закреплён датчик Холла, который располагается между двумя намагниченными телами, установленными на втулке стойки. При попадании мяча по щитку 2, щиток отклоняется и приводит в движение ось 5, на которой находится кронштейн с датчиком Холла. В результате этого датчик оказывается расположенным вне зоны действия намагниченных тел и перестаёт проводить через себя электрический ток. Это фиксируется считывающим устройством и в компьютер 4 телеметрически поступает сигнал о том, что игрок попал по щитку 2. Каждый датчик Холла имеет номер, который совпадает с номером щитка. Далее сравнивающая система компьютерного устройства 4 определяет, попал ли игрок в заданную область или нет. Перед началом тренировки на руку гандболиста одевается специальный датчик ускорения 6. Игрок совершает разбег, выпрыгивает и в этот момент тренер с помощью компьютера устанавливает зону попадания, которая отображается на светодиодном экране, расположенном за воротами. Игрок своими глазами должен оценить ситуацию и быстро принять решение.



## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ВОЛЕЙБОЛИСТА

Студентка гр.119821 Хохолко А.

Доцент Барановская Д.И.

Белорусский национальный технический университет

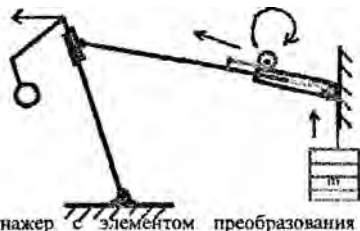
Волейбол – это командная игра. И исход игры зависит как от слаженности всех игроков, так и от каждого индивидуально. Одним из важнейших элементов игры является подача. Цель подачи – максимально усложнить прием мяча сопернику или принести очко своей команде. В современном волейболе наиболее распространена силовая подача в прыжке. Для мощного удара необходимо иметь хорошо развитые мышцы плечевого пояса, мышцы рук и брюшного пресса.

Для развития этих групп мышц в процессе тренировки волейболистов применяются различные тренажеры и устройства. С целью модификации нами выбран тренажер для совершенствования подачи волейболистов. Он выполнен по принципу действия баллистического маятника. Тренажер представляет собой мяч, закрепленный на раме на необходимой высоте. При ударе по мячу рама отклоняется, стержень выдвигается, груз поднимается.

Для усовершенствования устройства был установлен тросовый барабан с тахогенератором, с помощью которого на выходе системы получаем напряжение, пропорциональное угловой скорости вращения тросового барабана. Сигнал тахогенератора усиливается преобразователем, и с помощью регистрирующего элемента мы получаем нужную зависимость. Усилитель мощности выравнивает сигнал для управления. С помощью

информационной обратной связи тренер принимает необходимое решение: эффективно ли упражнение или необходимо скорректировать нагрузку.

При правильно подобранных нагрузках и количестве подходов во время тренировок мощность не только подает, но и нападающего удара увеличится, что приблизит команду к победе.



Тренажер с элементом преобразования мгновенного значения частоты (угловой скорости) вращения тросового барабана в пропорциональный электрический сигнал

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ТЕХНИКО-ТАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ БАСКЕТБОЛИСТОВ

Студент гр.119821 Стрельченко Е.

Доцент Барановская Д.И.

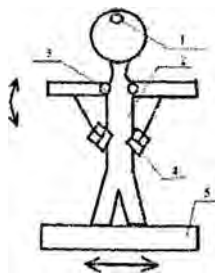
Белорусский национальный технический университет

Баскетбол – это командный вид спорта, где итог игры во многом зависит от технико-тактической подготовленности спортсменов.

Одним из наиболее важных элементов баскетбола это позиционное нападение. Целью позиционного нападения является как можно лучше вывести игрока на свободный бросок за счет передач и заслонов. Для этого нужна хорошая реакция и быстрота перемещения на площадке.

Для оценки действий в позиционном нападении были рассмотрены тренажеры и устройства, которые применяются в тренировке баскетболистов: скоростная видеосъемка спортивного движения, устройство для определения места положения спортсмена, ростовой манекен.

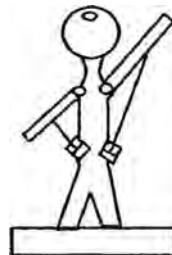
Для усовершенствования был выбран ростовой манекен. Он представляет собой тело человека в натуральную величину. Манекен устанавливается на площадке и имитирует действия защитника. Недостатком данной конструкции является его примитивность.



Для модернизации к выбранному тренировочному устройству (рисунки 1 и 2) были добавлены шарниры, пневмоцилиндры, датчик движения и подвижное основание. Шарниры устанавливаются в область плечевого пояса манекена для того, чтобы была возможность имитировать защитные действия соперника. Пневмоцилиндры устанавливаются для регулировки положения рук манекена. С помощью подвижного основания, манекен может совершать движения влево и вправо. Датчик

движения отслеживает перемещение игрока.

После модернизации с помощью тренажера возможно моделирование игровых ситуаций и более точная оценка тактических действий игроков.



## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ УДАРНЫМ ДЕЙСТВИЯМ В ХОККЕЕ С ШАЙБОЙ

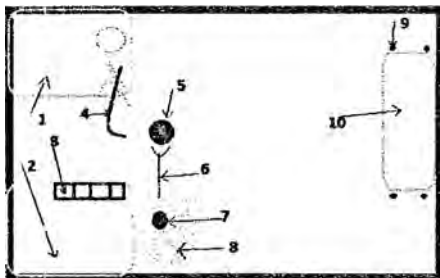
Студент гр. 119831 Янковский А.

Ст. преп. Зайцев И.Ф.

Белорусский национальный технический университет

В хоккее всегда существует необходимость обучить, закрепить и развить двигательные способности за наиболее короткий период. Цель игры в хоккее – забить шайбу в ворота противника, сделать это как можно большее количество раз и постараться не пропустить гол в свои ворота. Выигрывает команда, которая забила большее количество шайб в ворота противника.

В качестве основы для дальнейшего совершенствования выбрано устройство RapidShot. С целью обучения игрока правильно наносить удар добавим к нему «механизм подачи шайб», для того чтобы шайба находилась в неподвижном состоянии. Также добавим ещё одну платформу, для того чтобы игрок мог наносить бросок правой и левой рукой.



Принцип работы устройства заключается в следующем. Спортсмен, становится на платформу в зависимости от того «левша» он или «правша». В механизме подачи шайб заложена программа, которая будет выдвигать шайбу с помощью вилки в определённую точку в зафиксированном

положении. В отверстие будет закладываться определённое количество шайб. Далее на воротах будет загораться лампочка, которая будет указывать угол, в который нужно попасть спортсмену. После того, как спортсмен выполнил все броски, на мониторе появится его результат.

Алгоритм работы устройства: пуск – подача шайбы – загорание светового датчика – удар по шайбе.

Основные преимущества данного устройства:

- необязательное присутствие тренера во время тренировки;
- возможность подачи шайб в зафиксированном положении;
- возможность заниматься спортсменам с ведущей левой и правой рукой.

## ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ ТЕННИСИСТА

Студент гр.119821 Хресаненков К.

Канд. пед. наук, доцент Васюк В.Е.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в тренировочном процессе теннисистов используется множество различных тренажерных устройств, позволяющих развивать двигательные способности, а также совершенствовать технико-тактические действия. Однако они имеют свои недостатки. В связи с этим возникла необходимость в разработке устройства для обучения и совершенствования двигательных действий теннисиста, предназначенного для обучения и отработки подачи.

Суть усовершенствования заключается в том, чтобы обеспечить изменение направления выстрела пушки в область сенсорных зон (рисунки 1 и 2). Работа тренажера происходит следующим образом. При

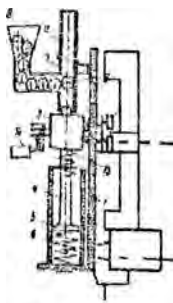


Рисунок 1



Рисунок 2

включении электродвигателя 3 задающим устройством 14 подвижный шток 4 перемещается в направлении, обратном полёту мяча, сжимая пружину 6. Сила сжатия пружины регулируется задающим устройством 14, тем самым можно изменять скорость выброса мяча. Мяч по направляющей трубе 7 выбрасывается в цилиндрическую насадку 11, из которой вылетает мяч. При вылете теннисист бьёт ракеткой по мячу, тем самым направляя его на противоположную сторону корта, где находится сенсорная зона.

Эффект от использования предлагаемого устройства заключается в том, что теннисист приобретает навык к выполнению быстрой, точной, мощной подачи. После такой тренировки ускоряется процесс освоения этого движения в реальных условиях на теннисном корте. Использование предлагаемого тренажера может быть особенно эффективно на этапах начальной подготовки теннисистов, когда при освоении техники игрок запоминает, как необходимо выполнять подачу.

## **ТРЕНАЖЕРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ ВЫНОСЛИВОСТИ ВЕЛОГОНЩИКА**

Студентка гр.119831 Емельяненка Е.

Канд. биол. наук, доцент Парамонова Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Важным показателем в тренировочном процессе велогонщика является выносливость. Выносливость – физическое качество, проявляющееся в профессиональной, спортивной деятельности и в повседневной жизни людей. Она отражает общий уровень работоспособности человека.

Тренажерный комплекс для тренировки выносливости велогонщика представляет собой совокупность устройств, с помощью которых осуществляется развитие специальной выносливости и совершенствуется техника педалирования. Актуальность вопроса заключается в том, что данный тренажерный комплекс позволяет тренировать велогонщика на специально спроектированных трассах, рельеф которых можно программировать в соответствии с реальными, соревновательными трассами.

Тренирующая нагрузка, создаваемая электромеханическим исполнительным элементом тренажерного комплекса, повторяет рельеф трассы и регулируется с помощью набора нагрузочных резисторов. Отображение и задание параметров нагрузки, а также отображение рельефа трассы осуществляется на программном устройстве и жидкокристаллическом мониторе. Корректировка параметров нагрузки может осуществляться как с программного устройства, так и с учетом ЧСС, регистрируемого посредством датчика пульса, расположенного на груди велогонщика. Монитор в разработанном тренажерном комплексе рассматривается в качестве информационного исполнительного устройства, отражающего режим тренировки, рельеф трассы, частоту пульса, скорость движения велогонщика. Скорость движения определяется с помощью установленного датчика Холла.

Система управления тренажерным комплексом для тренировки велогонщика состоит из пленочной клавиатуры с кнопками «больше»-«меньше», «ввод» и «вкл/выкл», микроконтроллера PC16F886, программного устройства, транзисторного ключа RF540, набора из 10-ти нагрузочных резисторов, ограничивающих ток в цепи электромагнитного тормоза 2TE1121-220. Последний выполняет функции нагрузочного исполнительного элемента, создающего тренирующую нагрузку, адекватную рельефу трассы в нужный момент времени и скорости педалирования.

Использование данного тренажерного комплекса наиболее эффективно при отсутствии климатических условий, пригодных для тренировки на открытой местности.

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ДВИГАТЕЛЬНО-КООРДИНАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ХОККЕИСТА

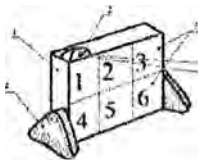
Студент гр. 119831 Амельченко В.

Ст. преп. Зайцев И.Ф.

Белорусский национальный технический университет

В данное время хоккей с шайбой очень зрелищный вид спорта, который собирает большое количество людей на спортивных аренах. Однако существуют проблемы в оценке уровня подготовленности хоккеистов. Проанализировав несколько десятков игр, был сделан вывод, что примерно из 20 ударов по воротам забивается только 5 шайб. Это говорит о том, что точность наших хоккеистов не очень высока. В связи с этим возникла необходимость разработки тренажёра, способного повысить точность бросков по воротам с различных дистанций.

Разрабатываемый тренажер (рисунок) представляет собой щит (позиция 1) с шестью зонами поражения (позиция 3). Система измерения расстояния и фиксации, основанная на эффекте Доплера (позиция 2)



содержит и электродвигатель с гусеничным двигателем (позиция 4). Работа данного радара происходит так: прибор испускает

пучок радиоволн известной частоты, когда волна встречается с хоккеистом, сигнал отражается и возвращается с измененной частотой. Прибор вычисляет разность между частотами исходного и отраженного сигнала, и на основе этого значения определяется скорость движения хоккеиста и расстояния до него. С помощью этого прибора можно задать минимальное расстояние, на которое приблизиться хоккеист, тем самым контролировать дистанции, с которых должен производиться бросок в зону тренировочного устройства.

Электродвигатель с гусеничным двигателем будет позволять хоккеисту приблизиться только на то расстояние, которое было задано тренерам и просчитано радаром.

Это устройство можно использовать как для простых бросков, так и для обводки игрока и поражения определённых зон в створе ворот

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ХОККЕИСТОВ

Студент гр. 119831 Покладок И.

Доцент Барановская Д.И.

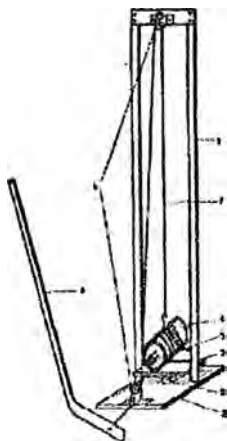
Белорусский национальный технический университет

Одним из эффективнейших бросков в хоккее с шайбой является кистевой бросок. Выполняется этот технический приём, как правило, на небольшом расстоянии от ворот. Несмотря на внешнюю, кажущуюся, простоту этого приёма, техника его исполнения достаточно сложна. Эта сложность в первую очередь объясняется тем, что бросок нужно проводить за минимальный промежуток времени и с наибольшей силой и точностью.

Цель работы – модификация тренировочного устройства для совершенствования скоростно-силовых качеств и технической подготовленности хоккеистов.

Устройство состоит из металлической рамы 1, закреплённой вертикально на неподвижной платформе 2. Между стойками рамы на подшипниках установлена подвижная каретка 3, на которой смонтирован небольшой барабан с тросом 4. На барабане установлен датчик 5. Барабан через систему блоков 6 соединен гибким тросом 7 с хоккейной клюшкой 8. Для снижения шумового эффекта на неподвижной платформе между стойками рамы установлена пружина 9, на которую установлен барабан с тросом. Высота тренажёра составляет 2 м, что позволяет выполнять тренировочные упражнения при сохранении оптимальной амплитуды движения индивидуально для каждого спортсмена.

Физические упражнения на усовершенствованном устройстве можно выполнять в естественных условиях без приспособлений, либо в искусственных, специально для этого созданных. Искусственные, специально созданные условия наполняют содержание физических упражнений новыми элементами, делая их форму более многогранной.



## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ СПОРТСМЕНОВ В ИГРОВЫХ ВИДАХ СПОРТА

Студентка гр. 119821 Калинина А.

Канд. пед. наук, доцент Васюк В.Е.

Белорусский национальный технический университет

Скоростно-силовые способности характеризуются непредельными напряжениями мышц, проявляемыми с необходимой, часто максимальной мощностью в упражнениях, выполняемых со значительной скоростью, но не достигающей, как правило, предельной величины. Они проявляются в двигательных действиях, в которых наряду со значительной силой мышц требуется и быстрота движений (например, отталкивание в прыжках в длину и в высоту с места и с разбега, финальное усилие при метании спортивных снарядов и т.п.). При этом, чем значительнее внешнее отягощение, преодолеваемое спортсменом (например, при подъеме штанги на грудь), тем большую роль играет силовой компонент, а при меньшем отягощении (например, при метании копья) возрастает значимость скоростного компонента.

Большинство современных тренажеров основаны на простой имитации того или иного спортивного упражнения. Однако эта проблема решается путем добавления к имеющимся техническим устройствам дополнительных блоков различной функциональной направленности. Благодаря этому эффективность тренажеров резко возрастает.

В разработанном тренажере спортсмен становится на подвижную опору для ног, берется за рукоятки. Далее спортсмен начинает производить вращение рукоятки правой рукой, одновременно нажимая на правую подвижную опору, затем вращение левой рукоятки и нажимание на левую подвижную опору. После полного оборота руки и нажатия на подвижную опору датчик будет передавать данные о степени нагрузки, мощности плечевого пояса и нижних конечностей, где данные величины будут сравниваться с задаваемыми перед началом выполнения упражнения. Результат сравнения и все показатели спортсмена будут выводиться на дисплей блока управления.

Данное устройство предназначено для совершенствования скоростно-силовых способностей спортсменов, специализирующихся в игровых видах спорта.

Усовершенствованное оборудование соответствует всем эксплуатационным, методическим и потребительским требованиям. В нем учитываются также требования эргономики, антропологии, спортивной метрологии.



## **МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ТРЕНИРОВОЧНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДЗЮДОИСТОВ**

Студентка гр. 119831 Колпакова О.

Канд. пед. наук, доцент Васюк В.Е.

Белорусский национальный технический университет

Современная борьба, и в частности дзюдо, предъявляет повышенные требования к физической подготовленности спортсмена. Он должен обладать высоким уровнем развития скоростно-силовых качеств для выполнения захватов и различных видов бросков. Вместе с тем, дзюдоист должен сохранить равновесие, чтобы остаться на ногах. Следовательно, координационные способности играют важную роль в успешном проведении поединка.

Использование многофункциональных тренировочных устройств в процессе подготовки дзюдоистов позволяет улучшить их техническую и физическую подготовленность. Тренажерные устройства дают возможность сформировать правильный двигательный навык проведения приемов.

Выбранное нами для усовершенствования устройство состоит из рамы, направляющих скольжения грузов, роликов скольжения троса, регулирующего ролика высоты скольжения троса, фиксатора-стопора груза, комплектующих грузов, гибкого троса (веревочного типа), ручки троса, стержня крепления грузов. Основным недостатком этого тренировочного устройства является то, что спортсмен теряет устойчивость при неправильном входе на бросок.

В отличие от аналогичного тренировочного устройства в данное устройство предполагается установка электродвигателя, работающего в заторможенном режиме, типа ПЛЮ62. Его мощность находится в пределах  $\sim 2,5 \div 3,3$  кВт. Электродвигатель будет создавать нужное сопротивление при работе на тренировочном устройстве. Когда спортсмен начинает тянуть трос, электродвигатель будет возвращать его в исходное положение. Динамический и механический тормоз обеспечивают быстрое и безопасное торможение. С повышением быстроты движения (скорости вращения двигателя) электродвигатель переключается в режим генератора.

Использование данного тренировочного устройства в процессе подготовки дзюдоистов подразумевает применение метода сопряженного воздействия, при котором совершенствуется техника выполняемого приема и одновременно развиваются двигательные-координационные и скоростно-силовые способности спортсмена.

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БРОСКОВ В БАСКЕТБОЛЕ

Студент гр. 119821 Мовчан С.

Канд. пед. наук, доцент Васюк В.Е.

Белорусский национальный технический университет

Успех игры в баскетболе в значительной мере зависит от точности попадания мяча в корзину, т.е. от уровня развития координационных способностей спортсменов. В тренировочном процессе баскетболистов используются различные технические средства, позволяющие совершенствовать их подготовленность. Один из них является тренажер для отработки баскетбольного броска (рисунок 1). Однако он нуждается в модернизации. Совершенствование конструкции и соответственно ее потребительских свойств возможно посредством создания специальной

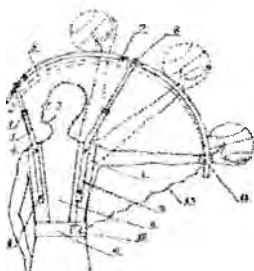


Рисунок 1

системы обратной связи. Таким образом, возможен вариант создания системы управления тренажером на основе процессора и информационной системы.

Система датчиков отслеживает траекторию, оценивает силу и точность выполненного броска. Информация с датчиков поступает на микропроцессор. Микропроцессор обрабатывает полученные данные и отображает их на жидкокристаллический индикатор. В результате, спортсмен и тренер имеют возможность оценить правильность выполнения двигательного действия.

Конструкция тренажера для отработки баскетбольного броска может быть модернизирована следующим образом (рисунок 2): направляющая дуга закрепляется на телескопической стойке. Ролик, посредством которого производится перемещение мяча по направляющей, имеет клиновидный профиль. Для оттягивания и возврата мяча в исходное положение конструкция оснащена тяговым тросом расположенным внутри направляющей. Тяговый трос намотан на барабан. Барабан приводится в действие электродвигателем. Электродвигатель является нагрузочным элементом.

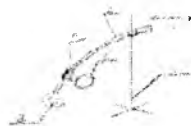


Рисунок 2

Тренажер будет полезен для совершенствования техники выполнения бросков и обучения начинающих баскетболистов.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ ПЛОВЦА

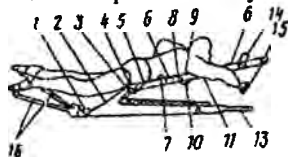
Студентка гр. 11901112 Адамович А.

Канд. биол. наук, доцент Парамонова Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Плавание – один из наиболее популярных и массовых видов спорта, который способствует гармоничному физическому развитию. В настоящее время существуют приспособления, позволяющие оценить уровень силовых способностей, проявляемых спортсменом в воде. Вместе с тем, отсутствует возможность получить объективную картину силовой работы ног и рук в имитационных упражнениях на суше.

Применение усовершенствованного тренажера даст возможность оценить прилагаемые усилия при выполнении имитационных упражнений.



Устройство имеет расположенную на основе стойку 1, стойку 2 с пружиной 3, с помощью которой посредством оси 4 к стойке присоединена обойма 5, в которой закреплен трубчатый кронштейн 6 в виде трубы, на которой сверху закреплена тазовая платформа 7 и насажена своей трубкой 8 грудная 9 платформа, зафиксированная зажимным винтом 10. На трубке грудной платформы, снизу имеется пружина 11, к которой крепится посредством чеки 12 телескопический амортизатор 13, состоящий из двух трубок с пружиной, а средство приложения усилий конечностей содержит исполнительные элементы, создающие тренирующее воздействие для рук и ног 14, 15, 16 в виде имеющих рукоятки гибких тяг, подвешенных посредством двойных пружин и блоков к установленному на платформе трубчатому кронштейну. Элементы конструкции с 1 по 13 обеспечивают имитацию гребковых движений, в первую очередь в плавании кролем на груди и на спине.

Для получения динамических характеристик движения ногами во время имитации гребковых движений ногами при плавании кролем на груди и на спине, опоры с захватами для стоп левой и правой ноги оснащены тензoeлектрическими датчиками, смонтированными на их кронштейнах. Кронштейны связаны гибкой тягой с исполнительными элементами, создающими нужное тренирующее воздействие. Такие же датчики смонтированы и на опорах для рук. Также с помощью преобразователя с синхронизирующим устройством обеспечивается измерение усилий, прилагаемых пловцом на преодоление дополнительного сопротивления, вырабатываемого исполнительными элементами для каждой руки и ноги как автономно, от каждой конечности, так и суммарно от всех звеньев тела пловца.

## ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ОТРАБОТКИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ ВРАТАРЯ ПРИ ЗАЩИТЕ ВОРОТ ОТ УДАРА

Студент гр. 119821 Потапич В.

Преп. Семенюк М.В.

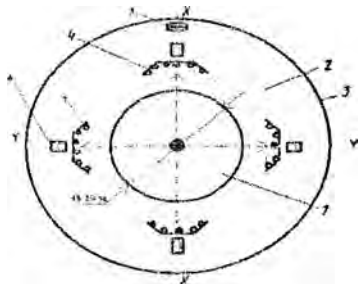
Белорусский национальный технический университет

В футболе в последнее время предъявляются высокие требования к действиям вратаря. Для этого ему необходим высокий уровень развития ловкости, прыгучести, гибкости.

Решение задачи по оптимизации тренировочного процесса невозможно без применения технических устройств. Лишь выявив определяющие результат показатели, возможно подобрать наиболее эффективные для оптимизации тренировочного процесса тренажеры. Максимальных показателей при этом возможно достичь, модернизировав наиболее подходящее для занятий устройство.

Цель работы – усовершенствовать тренажер для решения задач, связанных с отработкой двигательных действий вратаря при защите ворот от удара.

Структурная схема тренажера состоит из пяти блоков: блока управления, светового индикатора, поражаемой зоны (секционные ворота), футбольной пушки и таймера времени. В блоке управления находится программатор, согласно которому загораются световые индикаторы и вылетают мячи из футбольной пушки. На дисплее программатора отображается информация о правильности выполнения двигательных действий, а также количество пропущенных и отбитых вратарем мячей. Створ ворот оснащен световым датчиком, загорание которого сигнализирует вратарю о полете мяча.



Использование предлагаемого тренажера может быть особенно эффективно для отработки точности действий вратаря. Преимуществом является самостоятельная работа спортсмена, т.к. присутствие тренера во время тренировочного процесса необязательно.

## ГИДРОКИНЕТИЧЕСКИЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ПЛОВЦОВ

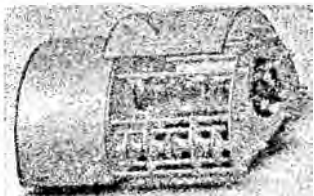
Студент гр. 119810 Григорьев Д.

Ст. преп. Зайцев И.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Для тренировки пловцов существует множество тренажеров, применяемых как в условиях зала, так и в воде, обеспечивающих разную степень соответствия мощности, развиваемой в физических упражнениях. Вместе с тем, существует необходимость разработки тренажера для развития мощности гребковых движений пловца в режиме реального плавания с точным дозированием нагрузки.

Усовершенствованное устройство разработано на основе тренажера гидрокинетического типа и представляет собой портативное устройство, создающее момент, противодействующий продвижению пловца в воде. Оно 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 (рисунок).



Преобразователь линейного перемещения пловца во вращательное движение якоря генератора выполнен в виде системы из трех направляющих и трех приводных роликов, которые жестко смонтированы на валу исполнительного элемента.

В таких жестких климатических условиях, как высокая влажность и высокое испарение хлорных газов конструкция тренажера должна обеспечивать высокую герметичность блока управления. Поэтому необходимо обеспечить условия эксплуатации – климатическое исполнение УХЛ-1.1 и степень защиты конструкции – IP 67. Лицевая панель блока управления представлена пленочной панелью, при помощи которой осуществляется управление тренажером для пловцов. Блок управления тренажера для пловцов работает в режимах одиночного изменения нагрузки на протяжении проплываемой дистанции; плавного изменения нагрузки с изменением скорости плавания; в режиме измерения скорости и проплываемого расстояния.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОС LINUX В СПОРТЕ

Студент гр. 119002112 Барановский С.,

студентка гр. 11902212 Малыгина М.

Канд. техн. наук, доцент Зайцев В.М.

Белорусский национальный технический университет

Администрирование и управление системами видеонаблюдения, контроля доступа и др. на спортивных объектах на основе Linux приобретает актуальность в современных условиях.

Основным объектом для применения ОС Linux на спортивных объектах является ситуационный (диспетчерский) центр – помещение, оснащённое средствами коммуникаций, предназначенное для оперативного принятия управленческих решений, контроля и мониторинга объектов различной природы, ситуаций и других функций. Linux является ключевым компонентом комплекса серверного программного обеспечения LAMP (Linux, Apache, MariaDB/MySQL, Perl/PHP/Python) и одной из наиболее распространённых платформ для хостинга веб-сайтов. Дистрибутивы Linux уже давно используются в качестве серверных операционных систем. Достоинства ОС Linux: Linux и любой его дистрибутив имеет открытый исходный код, безопасность, значительно меньше различных программных ошибок, простая установка, экономия системных ресурсов, поддержка драйверов для большинства видов устройств, легкость адаптации к различным устройствам. Однако имеется ряд недостатков, которыми вызвана низкая популярность ОС и, как следствие, отсутствие привычного ПО: для установки и работы со многими программами требуется знание основ языков программирования, для настроек многих программ необходимо править их файлы конфигурации в текстовом режиме, сложность при освоении после перехода с ОС Windows. Несмотря на недостатки, можно говорить о перспективности применения ОС Linux в спорте.

Одним из таких направлений применения является использование программных продуктов под ОС Linux для систем контроля физического доступа в учреждение, обеспечения безопасности на спортивных объектах с массовым пребыванием людей, систем видеонаблюдения. Не последнее место занимают программы, позволяющие отследить время присутствия в залах, работать с различными базами данных, как пример, возможно использование системы регистрации и ведения истории подготовки спортсмена, с возможностью интеграции данных тестирования и специализированных консультаций. На основе ОС Linux разработан ряд программ, позволяющих отслеживать в режиме реального времени состояние занимающегося, например, через программное обеспечение GOFG Sports Computer и др. Это связано с тем, что на базе ядра Linux построена и ОС Android, которая лидирует на сегодняшний день во всем мире. В современном спорте ОС Linux может иметь очень широкое применение.

## ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И РАЗВИТИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ТЕННИСИСТОВ

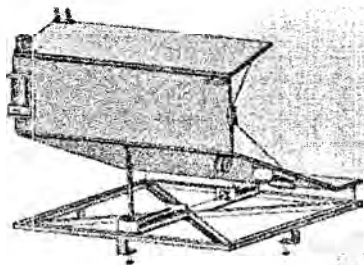
Студентка гр. 119810 Калодько Е.

Канд. пед. наук, доцент Васюк В.Е.

Белорусский национальный технический университет

Современный настольный теннис является сложным видом спорта по технике, так как игровая деятельность обусловлена быстрым темпом передачи мяча. В связи с этим, для совершенствования элементов техники выполнения передачи мяча необходимо применять различные технические средства. Использование вместо спарринг-партнера тренажеров способствует оптимизации тренировочного процесса.

Предлагаемый тренажер для настольного тенниса представляет собой конструкцию для отработки техники движений при передаче мяча в спарринг-партнерстве. Конструкция тренажера состоит из основания – рамы и отражательных платформ, соединенных при помощи роульных петель. Для эффективной работы угол между отражательными платформами варьируется при помощи мехатронных систем линейного перемещения. Конструкция тренажера устанавливается на стандартный теннисный стол и фиксируется к нему при помощи струбцин. С помощью кнопок «по часовой», «против часовой», расположенных на блоке управления осуществляется регулирование работы мехатронных систем линейного перемещения.



В тренировочном процессе для повышения уровня подготовленности спортсмена необходима изменять игровые ситуации. Конструкция тренажера предусматривает различные вариации игровых ситуаций. Угол наклона отражательной платформы регулируется мехатронными системами линейного перемещения с тросом фиксированной длины. Трос жестко закреплен на креплении. Для обеспечения свободного движения троса используется ролик. Для предотвращения падения площадок под действием собственной силы тяжести используются самосматывающиеся катушки с фиксированной длиной шнура. Управление мехатронными системами линейного перемещения осуществляется при помощи блока управления

## УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ИЗМЕРЯЕМОГО ПАРАМЕТРА

Студенты гр. 11901212 Веевник И.С. гр.11902212 Гинько В.П.

Ст. преп. Владимирова Т.Л.

Белорусский национальный технический университет

Государственная социальная политика Республики Беларусь на современном этапе направлена на повышение роли физической культуры и спорта в обществе. Существуют три основные взаимосвязанные организационные формы спорта: массовый самодеятельный, резервный и спорт высших достижений. Массовый самодеятельный спорт приобретает все большую популярность: приобретение тренажера позволяет человеку поддерживать свою физическую форму. Однако человек должен внимательно относиться к тому какая физическая нагрузка является для него безопасной. Особенно это важно для людей с ограниченными физическими возможностями. Тренажер, оборудованный дополнительными средствами измерения физических параметров (пульс, давление и т.д.) позволит человеку самостоятельно контролировать уровень физической нагрузки.

Предлагаемое устройство контроля измеряемого параметра может контролировать любой из физических параметров на его превышение относительно заданного порога. Контроль любого физического параметра обеспечивается первичным измерительным преобразователем (ПИП) подключаемым к устройству. Значение порога устанавливается с помощью переключателей расположенных внутри корпуса устройства.

На лицевой панели устройства находится панель индикации состояний устройства и режимов его работы: «ПИТАНИЕ», «РАБОТА», «СТОП», «НОРМА», «ПРЕВЫШЕНИЕ ПОРОГА» (индикатор включен, если принятый от ПИП параметр превышает предельное установленное значение «ПОРОГ»).

Устройство состоит из следующих блоков: блок ввода (обеспечивает прием параметра от ПИП, его хранение и передачу в операционный блок); операционного блока (обеспечивает хранение заданного порога, прием параметра от блока ввода, сравнение значения параметра со значением порога, формирование признаков «НОРМА» и «ПРЕВЫШЕНИЕ» и передачу этих признаков в блок управления), блока управления (обеспечивает прием признаков от операционного блока, выработку управляющих команд в соответствии с разработанным алгоритмом и подачу их на соответствующие блоки устройства).

В случае если введенный параметр превышает значение заданного порога, блок управления обеспечивает включение индикатора «ПРЕВЫШЕНИЕ ПОРОГА» и вывод устройства в режим «ОСТАНОВ» (индикатор «РАБОТА» выключен, индикатор «ОСТАНОВ» включен).



## **ВЫБОР УПРАВЛЯЮЩЕГО ЯДРА ДЛЯ КИБЕРПРОТЕЗА РУКИ**

Студент гр. ПГ-11 (бакалавр) Грандюк А.И.  
Канд. техн. наук, доцент Павловский А.М.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Проанализировав источники о прототипах роботизированных протезов конечностей и их дальнейшее использование в жизни пострадавшего, можно сделать вывод, что такой манипулятор может полностью заменить утраченную конечность без ограничения ее функций. Статистика исследований в данном направлении показывает, что в последнее время вопросам замены утраченных конечностей на неорганические, уделяется все большее внимание, что обусловлено современным уровнем научно-технического прогресса. Однако одним из важнейших сдерживающих факторов является стоимость конечного изделия за счет использования дорогих материалов и технологий. Исходя из этого, решением этой проблемы является создания роботизированных протезов конечностей, при условии, что розничная стоимость такого манипулятора будет доступна для большинства пострадавших.

Несмотря на общую техническую сложность реализации киберпротеза руки, одной из важных задач является выбор управляющего ядра для этого прибора. В качестве таких управляющих центров применяются микропроцессоры и микроконтроллеры (МК). На сегодняшний день лидерами рынка микропроцессорных устройств являются МК семейств ARM, AVR, PIC и т.д. При создании макета киберпротеза руки было решено использовать МК фирмы Atmel ATmega328-PU. Функции данного управляющего ядра будут сводиться к обработке сигналов получаемых от датчиков, а также управлению пятью сервоприводами модели SG-90. Поэтому, не смотря на невысокие показатели производительности выбранного микроконтроллера, его использование полностью удовлетворяет поставленные задачи, а также существенно снижает общую стоимость протеза.

Основные подвижные элементы протеза, а также его внешний каркас, планируется изготовить из армированного ABS-пластика с использованием технологии 3D-печати. Несмотря на относительно невысокую прочность данного материала, его использование позволит уменьшить вес готового изделия, а также легко заменить поврежденные элементы. Кроме того, такой подход сделает доступным протез для всеобщего использования.

## АНАЛИЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОКИНЕТИЧЕСКИМ ТРЕНАЖЕРОМ ДЛЯ СИЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ ПЛОВЦОВ

Студент гр. 119810, Григорьев Д. А.

Ст. преп Исаев А.В.

Белорусский национальный технический университет

Гидрокинетический тренажер является уникальным техническим средством увеличения мощности пловца, развиваемой в условиях реального плавания.

Поскольку тренажер используется в помещениях с высокой влажностью, необходимо учитывать следующее, что исполнительный элемент тренажера (электродвигатель) должен быть безопасен с точки зрения техники безопасности. Но необходимо учитывать, что он должен так же быть удобен в использовании и иметь набор всех необходимых качеств, позволяющих производить эффективную тренировку пловцов.

Для данного тренажера был выбран электродвигатель постоянного тока управляемый дисковым якорем марки ПЯ-250Ф. Для сравнения с ним выберем двигатель постоянного тока ПЛ-062.

Тип исполн. двигателя	Номин. мощн., Вт	Номин. напряж., В	Потребл. ток, А, не более	КПД, %	Частота вращ., мин <sup>-1</sup>	Номин. вращ. момент, Н·м
ПЯ-250Ф	250	36	12	70	3000	0,8
ПЛ-062	120	110	1,85	62,4	3000	0,38

Оба электродвигателя коллекторного типа работают в режиме генератора, а, следовательно, легче реагируют на изменение нагрузки, что необходимо для использования в гидрокинетическом тренажере. Электродвигатель ПЯ-250Ф имеет меньшее номинальное напряжение в 36 В, что является безопасным для эксплуатации в помещениях с повышенной влажностью. Большим КПД в 70% и мощностью в 250 Вт обладает так же электродвигатель ПЯ-250Ф.

По конструктивным особенностям ПЯ-250Ф целесообразнее использовать в конструкции тренажера, поскольку он занимает гораздо меньше свободного пространства.

Главным преимуществом выбранного двигателя является наличие постоянных магнитов позволяющих снимать высокие регулировочные характеристики. В плавании очень важен начальный момент движения. В конструкциях электродвигателей без постоянных магнитов получить начальный момент в короткое время невозможно, поскольку его еще нужно выработать, а при постоянных магнитах можно получить гораздо меньшее время трогания спортсмена с начальной точки и высокий момент на начале движения, что очень важно в плавании.

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Аспирант Осадчий А.В.

Национальный технический университет Украины «КПИ»

На сегодняшний день рынок медицинского оборудования представлен множеством новых разработок пульсоксиметров, как зарубежного производства, так и отечественного. Следует отметить что некоторые приборы ограничены функциональными возможностями программного обеспечения, поставляемые в комплекте с пульсоксиметрами. Есть возможность записи в базу данных только значение оксигенации крови и частоты сердечных сокращений, а параметры кривых фотоплетизмограммы (ФПГ) не изучаются, однако они достаточно информативными.

Разработка программного обеспечения с расширенными возможностями является актуальной и позволит расширить функциональные возможности прибора, то есть проводить обработку параметров ФПГ в режиме реального времени. Это позволит быстро и без использования лишней аппаратуры определять функциональное состояние организма человека.

Целью работы является разработка алгоритмов и программного обеспечения, которое позволяет эффективно обрабатывать и регистрировать различные параметры ФПГ человека.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

1. Выбор необходимых параметров для исследования фотоплетизмограммы.
2. Обоснование требований к программному комплексу регистрации и обработки данных фотоплетизмограммы человека.
3. Разработка методики обработки результатов параметров фотоплетизмограммы, путем создания алгоритма, который обеспечит более точные измерения и их эффективную обработку.
4. Создание программы на основе разработанного алгоритма для регистрации и обработки фотоплетизмограмм.
5. Апробирование разработанного программного комплекса.

### Литература

1. Тимчик, Г.С. Выбор показателей фотоплетизмограммы для контроля адаптационного статуса человека при магнитолазерной терапии / Г.С. Тимчик, М.В. Филиппова, А.В. Осадчий, А.С. Пономаренко, А.В. Стецька // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Том 2, № 9 (68). С. 14-18.

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОБОРУДОВАНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ВОЛЕЙБОЛИСТА**

Студентка гр. 119811, Хохолко А.А.

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

ст. преп. Исаев А.В.

Белорусский национальный технический университет

Целью работы является разработка конструкции и информационной системы и тренажера для совершенствования подачи волейболистов, которая выполняет функции как тренировочного, так и диагностического средства.

Тренажер для тренировки подачи волейболиста состоит из подвижной части рамы. При совершении удара по мячу подвижная часть рамы будет вращаться вокруг продольной оси. При совершении удара рычаг отклоняется и тем самым через тросик с помощью генератора на систему действует установленная заранее нагрузка. Нагрузка будет регулироваться за счет изменения тока в обмотке возбуждения генератора.

Для создания нагрузки в тренажере для тренировки подачи волейболистов используется электродвигатель АИР63В2. С помощью клавиатуры АК-102 увеличивается или уменьшается нагрузка на генераторе. Для измерения силы удара при подаче волейболиста используем тензометрический датчик силы типа EMS 70, который будет находиться в мяче тренажера. Микросхема AD8555 была выбрана для необходимого коэффициента усиления сигнала с тензодатчика. На ЖК-модуле ВТ22005 LED будет отображаться подаваемая нагрузка на двигатель и измеренные значения силы удара, для чего необходимо 2 строчки по 20 символов. Вся система будет управляться микроконтроллером PIC16F916. Блок питания имеет два выходных напряжений 24В для генератора и 5В для остальных элементов.

Функции работы микроконтроллера следующие: вывод на ЖК-модуль; ввод с клавиатуры; управление двигателем; измерение силы удара; инициализация.

В ходе решения задачи были разработаны функциональная и принципиальная схемы а также алгоритм работы микропроцессора для управления оборудования совершенствования специальной физической подготовки волейболистов.

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МНОГООБОРОТНЫХ ПРЫЖКОВ

Студентка гр. 119011 Шейкина Т.В.

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

ст. преп. Исаев А.В.

Белорусский национальный технический университет

Фигурное катание—сложно-координационный вид спорта. Один из основных элементов, как для одиночного, так и парного, катания, это прыжок.

Прототипом намечаемого к усовершенствованию устройства является спиннер-шайба. Для управления устройством необходим система управления, основой которого является микроконтроллер.

Работа тренажера будет происходить следующим образом. В зависимости от уровня тренированности спортсмена, тренер на пульте управления задаёт скорость вращения платформы при помощи клавиатуры с двумя кнопками «больше» и «меньше». Фигурист начинает вращаться лишь после того, как встанет на платформу. Это позволит беспрепятственно принять требуемую для вращения позицию. Для реализации этого необходимо поставить в центр платформы ёмкостной датчик. Вращающаяся платформа будет набирать скорость постепенно. За регулировку и определение скорости будет отвечать датчик Холла. После того, как платформа достигнет определённой скорости, с пульта управления через динамик спортсмену будет подан звуковой сигнал, который означает, что фигуристу необходимо спрыгнуть с платформы и попасть на ёмкостной коврик, расположенный рядом с тренажёром.

Как скорость, так и информация о положении тела спортсмена на тренажёре будет передаваться на монитор. С его помощью тренер, а также сам фигурист сможет отслеживать свой тренировочный процесс.

Для обучения и усовершенствования многооборотных прыжков в фигурном катании необходимо предоставлять спортсменам в период тренировочного процесса большие скорости вращения, чем на показательных выступлениях или на соревнованиях. Это позволит улучшить технику прыжков, и фигуристу будет легче освоиться с ней на льду.

Эффект от использования предлагаемого устройства заключается в том, что фигурист приобретает навык к выполнению сложно-координационных быстрых движений в условиях высоких угловых скоростей. После такой тренировки ускоряется процесс освоения этих движений в реальных условиях на льду. При этом, устройство может быть использовано как в зале для тренировок без коньков и в коньках на синтетическом льду, так и на катке с искусственным льдом.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ДВИГАТЕЛЬНО-КООРДИНАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ГАНДБОЛИСТА

Студент гр. 119821 Шпирунок Д.С.

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

ст. преп. Исаев А.В.

Белорусский национальный технический университет

Современный гандбол – очень динамичный вид спорта. Быстрота принятия решения играет ключевую роль в успешной игре игрока, а следовательно и всей команды. Огромную роль в успехе игрока составляют его двигательные-координационные способности. Двигательно-координационные способности – это способности быстро, точно, и наиболее совершенно решать двигательные задачи, особенно сложные и возникающие неожиданно. Возможность оценивать и контролировать эти способности играет огромную роль в успехе спортсмена. Следующим важным качеством хорошего игрока является сила его броска. Сила броска гандболиста определяется скоростью полёта мяча после совершения броска. Чем выше скорость полёта мяча, тем больше шансов у бросающего поразить ворота соперника.

Целью работы являлось разработка конструкции и информационной системы тренажера для совершенствования реакции и силы броска гандболиста, который выполняет функции как тренировочного, так и диагностического средства.

Для оценки двигательных-координационных способностей и определения скорости броска можно использовать специальное устройство.

В раме гандбольных ворот установлены щиты, на обратной стороне которых прикреплены акселерометрические датчики. За воротами установлен светодиодный индикатор. При нажатии на клавиатуре кнопки «зона», на индикаторе отображается номер щита, в который спортсмену необходимо попасть и запускается таймер. После попадания мяча по щиту, таймер останавливается, и сравнивающая система определяет, попал ли спортсмен в заданную область. Если спортсмен попал, то на компьютер передаются данные о времени зрительной реакции спортсмена, а так же скорость полёта мяча, по которой можно судить о силе броска.

В ходе решения задачи были разработаны функциональная и принципиальная схемы а также алгоритм работы микропроцессора для управления оборудованием совершенствования специальной физической подготовки и реакции гандболиста.

## СЕКЦИЯ 7. СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 351.821:389:656. 2/4

### МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Магистрант группы 6М075000 Абилек А.К.,  
магистрант группы 6М070300 Омирбайулы Д.,  
Канд. техн. наук, профессор Байтуреев А.М.

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати

Как известно [1], под метрологическим обеспечением понимают установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства измерений.

Основной тенденцией в развитии МО является переход от существовавшей ранее сравнительно узкой задаче обеспечения единства к принципиально новой задаче обеспечение качества измерений. Качество измерений характеризует совокупность свойств, обеспечивающих получение в установленный срок результатов измерений с требуемой точностью (размером допускаемых погрешностей), достоверностью, сходимостью и воспроизводимостью [2].

Научно-технической основой метрологического обеспечения являются обязательной государственной поверки или метрологической аттестации средств измерений.

С целью подтверждения соответствия средств измерения метрологическим требованиям на АО «Жамбылском эксплуатационно-локомотивном депо» были проведены мероприятия по поверке средств измерений: весов лабораторных электронных, гир лабораторных, секундомеров, вязкозиметров капиллярных, набор ареометров, пенетрометров и др.

Из анализа исследования результатов поверки средств измерений на АО «Жамбылского эксплуатационного-локомотивного депо» следует что, согласно нормативных данных для различных приборов сроки регламентированы.

#### Литература

1. Мясников, В.И.. Измерения расхода и объема воды. Мир измерений. № 3 4, 2001,4-9.
2. Богданов, Г.П. и др. Метрологическое обеспечение и эксплуатация измерительной техники. — М.: Радио и связь, 1990.

## ИССЛЕДОВАНИЕ И ПУТИ РАЗРАБОТКИ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ СЛУЖБ ПРЕДПРИЯТИЙ

Магистрант группы 6M075000 Абилек А.К.,  
магистрант группы 6M070300 Омирбайулы Д.  
Канд. техн. наук, профессор Байтуреев А.М.  
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати

Метрологические службы предприятий (МСП) в настоящее время для обеспечения метрологического контроля средств измерений на предприятиях руководствуются положениями «Закона об обеспечении единства измерений» [1].

В применяемых документах и в других справочных руководствах на сегодняшний день отсутствуют описания способов и методов оценки деятельности МСП, соответствующих требованиям современного законодательства [2].

Нами были разработаны критерии оценки деятельности МСП на АО «Жамбылском эксплуатационно-локомотивном депо» с учетом критериев оценки деятельности метрологических служб предприятия [2]: выполнения требований законодательства Республики Казахстан в сфере железнодорожной отрасли (Об обеспечении единства измерений); оценки эффективности деятельности МСП; достоверности получаемых на предприятии результатов измерений.

На основании исследований были разработаны критерии оценки деятельности метрологической службы на предприятии АО «Жамбылское эксплуатационно-локомотивное депо» о необходимости формулирования общедоступных четких критериев оценки деятельности метрологического обеспечения производства. Разработка этих критериев позволяет повысить качество управления процессами и открытостью деятельности предприятия.

### Литература

1. Закон Республики Казахстан от 7 июня 2000 года № 53-ІІ. Об обеспечении единства измерений *(по состоянию на 13.01.2014 г.)*.
2. Корзун, П.О. Обоснование необходимости разработки критериев оценки деятельности МСП //6-ая Международная НТК «Приборостроение-2013». – Минск: БНТУ. – С. 429-430.



## НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Студенты гр. 11305112 Бояровская К.С.<sup>1</sup>, Давыдова К.А.<sup>1</sup>

Магистранты Демидович А.Г.<sup>1</sup>, Третьяков-Савич Е.С.<sup>2</sup>

Канд. техн. наук, доцент Савкова Е.Н.

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

Каунасский технологический университет<sup>2</sup>

В настоящее время в Республике Беларусь получают развитие перспективные источники излучения – ультрафиолетовые (УФ) светодиоды, применяемые в промышленности, приборостроении, криминалистике, косметологии, медицине и в других областях. Свойствами УФ излучения является химическая активность, проникающая способность, невидимость, уничтожение микроорганизмов, благотворное влияние на организм человека (в небольших дозах) и отрицательное воздействие на человека (в больших дозах). Использование УФ источников излучения, не имеющих подтверждения спектрорадиометрических характеристик аккредитованными органами, может привести к отрицательным последствиям как в сфере качества работ, проводимых с такой техникой, так и представлять угрозу здоровью человека. В этой связи необходимо, чтобы выпускаемая и используемая продукция имела подтверждение того, что её параметры соответствуют требованиям международных и государственных стандартов. В результате проведенного поиска в области технического нормирования и стандартизации для ультрафиолетового излучения были найдены И14 НД и ТНПА, а также в рамках Таможенного союза действуют ТР ТС 009/2011 «О безопасности парфюмерно-косметической продукции», ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», содержащие требования к УФ излучению. СТБ ИСО 23539/SIE S 010 определяет нормируемые характеристики ультрафиолетовых светодиодов: поток излучения, Вт; сила излучения, Вт/ср; энергетическая яркость, Вт/(ср·м<sup>2</sup>); облученность, Вт/м<sup>2</sup>. Установлено, что пределы облучения УФ излучением, падающем на незащищенную кожу или глаза, относятся к облучению в течение восьми часов. Предел эффективного облучения составляет 30 Дж/м<sup>2</sup>.

Для измерений энергии облученности в Научно-испытательной лаборатории лазерной техники и поляриметрии ГНУ «Институт физики имени Б.И.Степанова НАН Б» применяют круглый плоский детектор диаметром D, достаточный для достижения желательного отношения сигнала к шуму.

## РИСКИ ПРИ АУДИТЕ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Студент гр. 113531 Войнич К.Э.

Ст. преп. Ленкевич О.А.

Белорусский национальный технический университет

У каждой организации существует набор стратегических целей, которых необходимо достичь. Опасности, неопределенности и возможности сопутствуют любому виду деятельности, а результат их проявления для некоторого объекта характеризуют рисками. Практически все организации сталкиваются с необходимостью оценки риска для снижения количества событий и достижения поставленных целей, в том числе и при проведении аудита систем менеджмента качества (СМК).

Риск – это влияние неопределенности на достижение цели [1].

Основной целью оценки риска является представление на основе объективных свидетельств информации, необходимой для принятия обоснованного решения относительно способов обработки риска [2]. Риски в системе менеджмента качества могут быть связаны с внешней бизнес средой и их необходимо обязательно принимать во внимание при проектировании и внедрении системы менеджмента.

Процесс менеджмента риска является сложной и многоуровневой процедурой, которую можно условно разделить на ряд этапов, выделяемых в соответствии с последовательностью действий по реализации данного процесса – идентификацию, анализ и оценку риска [2].

Процесс идентификации риска включает идентификацию причин и источников риска, которые могут оказать воздействие на достижение целей организации в области СМК. Для выявления рисков можно использовать причинно-следственный анализ, который позволит установить взаимосвязь между взаимодействующими факторами, связанными с исследуемым процессом. К таким рискам можно отнести сложность исследуемых процессов, выборочность проверки, факторы, оказывающие влияние на достоверность информации, уровень квалификации и компетентность аудиторов и др. Далее следует определить весомости рисков. Используя, например, диаграммы Маркова можно оценить риски, имеющие наибольшую весомость.

В результате работы будут предложены методы снижения риска при проведении аудита СМК.

### Литература

1. ГОСТ ISO 19011-2013 Руководящие указания по аудиту систем менеджмента
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 Менеджмент риска. Методы оценки риска

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ**

Студент гр.113520 Дашкевич Е.А.

Ст. преп. Хорлоогийн А.С.

Белорусский национальный технический университет

Сегодня большое внимание уделяется средствам реализации и концепциям проектирования автоматизированных информационных систем, ориентированных на аналитическую обработку данных. И в первую очередь, это касается баз данных и систем управления базами данных.

Формирование корпоративных информационных систем, которые можно рассматривать как информационную систему с усложненной многофункциональной структурой, требует профессионального подхода к проектированию данных, которыми манипулируют подобные системы. Широкое распространение нашли такие системы управления базами как Microsoft Access, Visual FoxPro, Clipper, Paradox, Oracle, Microsoft SQL Server.

Для обеспечения адекватного проведения испытаний лаборатории используют документированные процедуры - методики выполнения измерений (МВИ), методы испытаний и т.п.

Количество применяемых таких документированных процедур может достигать большого значения. Для эффективного, длительного, безопасного хранения информации ее необходимо поддерживать в организованном и доступном состоянии. В связи с этим возникает необходимость разработки такой базы данных, которая позволила бы:

- обеспечивать разграничение доступа к имеющейся информации;
- осуществлять быстрый поиск и получение информации по запросам;
- осуществлять сортировку МВИ и других документов по различным категориям;
- вносить изменения в имеющиеся данные (только администратор);
- контролировать сроки метрологического подтверждения пригодности МВИ.

Такая база данных смогла бы обеспечивать защиту от несанкционированного доступа, простоту и легкость использования данных, повышение надежности, целостности и сохранности информации, многократное использование данных.

Важным преимуществом базы данных является то, что она позволяет достигнуть целостности и структурированности данных о МВИ, обеспечивает их сохранность и поддержание рабочем состоянии.

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СРЕДСТВАМИ ИЗМЕРЕНИЙ**

Студент гр.113520 Дашкевич Р.А.

Ст. преп. Хорлоогийн А.С.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время даже на одном предприятии существует очень большое количество средств измерений (СИ) и информации о них. Одним из вариантов улучшения работы с данной информацией является база данных.

Современные базы данных являются основой многочисленных информационных систем. Информация, накопленная в них, является чрезвычайно ценным материалом, и в настоящий момент широко распространяются методы обработки баз данных с точки зрения извлечения из них дополнительных знаний, методов, которые связаны с обобщением и различными дополнительными способами обработки данных.

База данных позволяет вести учет СИ на предприятии, что обеспечивает упорядочение имеющихся в эксплуатации СИ и ускорение ввода новых СИ. Тем самым достигается высокая достоверность информации, касающейся номенклатуры и объема парка метрологического оборудования, и обеспечивается оперативный доступ к ней.

Основной инструмент учета СИ в рамках базы данных - метрологическая учетная карточка СИ. Данная карточка содержит полную информацию о СИ, хранимую и накапливаемую в процессе эксплуатации базы данных по каждому конкретному СИ. В системе организован удобный просмотр карточек метрологического оборудования, предусмотрены возможности различного вида поиска и сортировки имеющейся информации.

База данных позволяет создавать, редактировать и удалять учетные карточки СИ. Каждый из перечисленных прецедентов работы с карточкой строго регламентируется правами пользователя и может гибко варьироваться как в зависимости от занимаемой должности сотрудника, причастного к метрологической деятельности предприятия, так и от организационной структуры предприятия.

В заключение можно сказать, что база данных – это информационная модель, позволяющая упорядоченно хранить данные о группе СИ и имеющая следующие преимущества: многократное использование; быстрый поиск и получение информации по запросам; простота обновления; уменьшение избыточности данных; защита от несанкционированного доступа.

## СПЕЦИФИКАЦИИ ЦВЕТА И ЕГО СТАНДАРТИЗОВАННЫЕ МОДЕЛИ

Магистрант Демидович А.Г.

Канд. техн. наук, доцент Савкова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время существует более десяти стандартизованных определений цвета, которые отражают эволюцию подходов к его описанию. Согласно [1] цвет – аффинная векторная величина трех измерений, выражающая свойство, общее всем спектральным составам излучения, визуально неразличимым в колориметрических условиях наблюдения.

Цвет как сложное психофизическое явление, включает в себя физические (объективные) и психологические (субъективные) аспекты. К субъективным цветовым характеристикам относятся субъективная яркость, светлота, насыщенность, цветовой тон, полнота цвета, чистота цвета, изолированность цвета, комплиментарность. Характеристики цветового тона, насыщенности и светлоты являются наиболее часто используемыми субъективными характеристиками цвета, каждой из которых соответствует объективная характеристика. К объективным - доминирующая длина волны, чистота цвета, координаты цвета, координаты цветности и мощность излучения.

Определение субъективных характеристик основывается на зрительном сравнении исследуемого образца с опорными образцами с использованием цветовых шкал, атласов или палитр. К наиболее известным относятся шкала цвета воды по ГОСТ 4266, шкала из 720 оттенков (Klincksieck, Valetta. Codw des couleurs, Patavia, 1891), шкала Бондарцева из 150 оттенков.

Для количественной оценки цвета используются показатели, определяемые по трехмерным шкалам, воспроизводимым посредством стандартизованных моделей – цветовых пространств. Цветовое пространство – это трехмерное пространство для геометрического изображения цвета. Выделяют аппаратно-зависимые модели, используемые в светящихся, печатающих устройствах и графических редакторах (RGB, sRGB, CMYK, HSB), и аппаратно-независимые, принадлежащие семейству XYZ ( $xYz$  2°, CIE  $xY$  10°, Hunter Lab, CIE  $Yuv$ , CIE  $Lu^*v^*$ , CIE  $La^*b^*$ ). В большинстве случаев используют модель  $X_{10}Y_{10}Z_{10}$ .

### Литература

1. ГОСТ 13088-67 Колориметрия. Термины, буквенные обозначения

## ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОГО ОТКЛОНЕНИЯ МЕТОДОВ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ

Студентки гр. 113531 Дроздова О.А., Парменова В.А.  
Преп. Гиль Н.Н.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время методы экспертного оценивания широко применяются для решения важных проблем различного характера в ситуациях, когда выбор, обоснование и оценка не могут быть выполнены на основе результатов измерений. Задача достоверности экспертного оценивания чрезвычайно остро стоит во многих областях человеческой деятельности. Этот факт обуславливает особую актуальность вопросов об использовании предпочтительных методов экспертного оценивания в различных областях.

В ходе работы был проведен эксперимент, включающий два этапа оценивания (две колоды с одинаковым набором возрастающих по площади кругов). Объектом оценивания выбрана геометрическая фигура – круг, а оцениваемым параметром являлась площадь фигуры. Для получения информации о достоверности метода было предложено использовать среднеквадратическое отклонение (СКО) – рассеивание значений экспертного оценивания величины относительно её математического ожидания.

На рисунке 1 представлены диаграммы среднеквадратического отклонения экспертных оценок для метода с использованием апостериорной шкалы парных сравнений с рандомизированным предъявлением объектов оценивания для двух групп респондентов: преподавателей БНГУ и специалистов в области качества. На диаграммах по оси  $y$  нанесены нормализованные величины СКО экспертных оценок каждого эксперта по каждой фигуре. По оси  $x$  отложены площади фигур  $S$ .

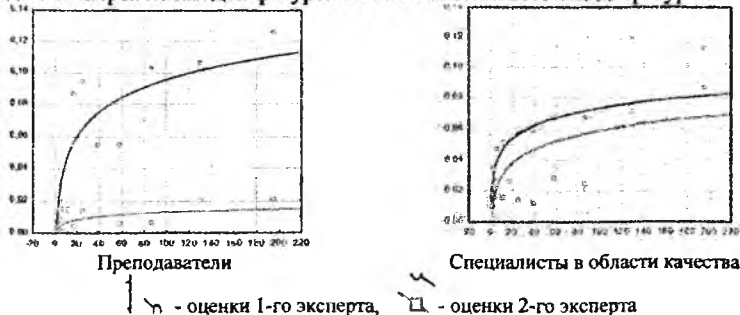


Рисунок 1 – Совмещённые диаграммы СКО экспертных оценок

## СТРУКТУРИРОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ДОСТОВЕРНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБ

Студент гр.113510 Жолудева Т.В.

Канд. техн. наук, доцент Соколовский С.С.

Белорусский национальный технический университет

Достоверность результатов испытаний характеризует степень совпадения заключения о состоянии объекта испытаний действительному его состоянию, а следовательно, получение достоверной информации о значениях показателей качества продукции имеет большое значение как для производителя, так и для ее потребителя.

Достоверность результатов испытаний зависит от различных очевидных факторов, но зачастую от факторов, проявляющихся в неявном виде. Известно, что технической базой испытаний являются различные технические устройства, материалы и вещества, среди чего наиболее важную роль играет испытательное оборудование. Обеспечение требуемой достоверности результатов испытаний является одним из важнейших требований, предъявляемых к испытательному оборудованию.

Достоверность результатов испытаний зависит от точности воспроизведения условий испытаний и точности определения контролируемых характеристик испытуемого объекта. Следует отметить, что эти точностные факторы, влияющие на достоверность результатов испытаний, всецело определяются точностными характеристиками испытательного оборудования.

В рамках обеспечения требуемого качества испытаний проблемным является вопрос выявления факторов, влияющих на обеспечение требуемой достоверности результатов испытаний. На основании анализа методики испытаний на прочность стыковых соединений предварительно изолированных пенополиуретаном стальных труб, конструкции средства испытаний, были выделены следующие факторы, оказывающие доминирующее влияние на достоверность результатов испытаний:

- неопределенность воспроизводимого средством испытаний давления грунта;
- неопределенность скорости продольного перемещения объекта испытаний;
- неопределённость гранулометрического состава песка;
- неопределённость влажности песка;
- неопределённость параметров шероховатости наружных поверхностей труб, подвергаемых испытаниям;
- неопределённость геометрических параметров стыков.

## **ПРИМЕНЕНИЕ SWOT-АНАЛИЗА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ САМООЦЕНКИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ**

Студент гр.113531 Карачун С.А.

Ст. преп. Ленкевич О.А.

Белорусский национальный технический университет

Одним из требований СТБ ISO 9001 является проведение самооценки организации, обычно проводимое высшим руководством, итогом которого является информация о результативности и уровне зрелости системы менеджмента качества (СМК).

Цель самооценки заключается в предоставлении организации рекомендаций, основанных на фактах, касающихся областей применения ресурсов для улучшения ее деятельности. Именно опираясь на результаты самооценки – предприятие может наметить и реализовать дальнейшие шаги на пути к улучшению.

Важнейшими преимуществами применения самооценки являются получение объективных оценок, основанных на фактах; использование комплекса критериев оценки, широко распространенных в различных странах; внедрение различных инициатив персонала в повседневную деятельность организации; появление возможности распространения лучшего опыта внутри организации, признания достижений отдельных работников и подразделений; использование полученных результатов для совершенствования деятельности организации

В настоящее время существует множество методов, которые позволяют провести оценку деятельности организации и улучшить ее: метод моделирования конкурса премий в области качества, метод формуляров, метод матричных диаграмм, метод рабочей встречи, метод равного участия.

Разработка эффективного механизма самооценки деятельности предприятия, по-прежнему является важной задачей для предприятий. Мы предлагаем использовать для самооценки SWOT-анализ, позволяющий оценивать в комплексе внутренние и внешние факторы, влияющие на процессы СМК организаций. SWOT-анализ может рассматриваться как элемент исследований, обязательным предварительным этапом при составлении стратегических и оперативных планов. Данные, полученные в результате анализа, послужат базисными элементами при разработке плана улучшения деятельности организаций.



## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТА СТАНДАРТА ПО КРИТЕРИЮ МАКСИМАЛЬНОГО КОНСЕНСУСА**

Магистрант Кмита Н.Ю.

Ассистент Бужан И.А.

Белорусский национальный технический университет

Создание стандартов является сложным процессом, который сопровождается активной дискуссией между разработчиками, отдельными группами специалистов, представителями заинтересованных коммерческих структур и чиновниками.

В ходе анализа сроков действия стандартов на международном, региональном и национальном уровнях (в частности анализировались стандарты ISO, IEC, EN, ГОСТ Р, СТБ) рассматривалось порядка 19 500 документов. Все стандарты условно были разделены на две группы: со статусом «заменен» и «отменен». Как показал анализ, процент замененных стандартов в периоды 1 – 5 лет, 5 – 10 лет составляет на всех уровнях примерно 25 % и 40 % соответственно. На международном уровне процент отмены стандартов в период от 1 до 5 лет в 5 раз ниже, чем в Республике Беларусь. На региональном и национальном уровнях этот процент фактически одинаковый (22 % и 27 % соответственно). В период от 5 до 10 лет процент отмены стандартов на международном уровне значительно ниже (в 3 – 4 раза), по сравнению с национальным и региональным уровнями.

Причины существенного различия сроков действия стандартов на различных уровнях можно объяснить различиями в порядке разработки.

Одной из особенностей разработки международных стандартов является достижение консенсуса на всех стадиях разработки и увеличенные сроки разработки проекта стандарта (до 90 месяцев). Что касается сроков разработки государственного стандарта Республики Беларусь 9 месяцев. Консенсус по международному стандарту достигается на нескольких стадиях, в результате стандарт ISO имеет 4 редакции: WD, CD, DIS, FDIS. В республике Беларусь выделяется первая редакция проекта (СТБ/ПР\_1/XXXX) и сразу же за ней следует окончательная редакция проекта стандарта (СТБ/ОР/XXXX). В то же время, разработчик не всегда компетентен в нормируемой области, являясь специалистом в стандартизации. В результате, около 35 % стандартов отменяются до первого пересмотра, т.е. действуют менее 5 лет.

## СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ ВРЕДОНОСНЫХ ПРОГРАММ, ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ ДО ЗАГРУЗКИ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Аспирант каф. ИУ8 Кубарев А.В.

Московский государственный технический университет им.Н.Э.Баумана

Одним из способов обеспечения скрытности функционирования вредоносных программ (ВП) является загрузка и исполнение кода на этапе, предстоящем загрузке операционной системы. ВП, обладающие указанными возможностями принято называть «буткитами» (bootkit) [1].

Поскольку в процессе функционирования буткиты реализуют «полезную нагрузку», имеются некоторые демаскирующие признаки их деятельности. Так как ВП часто предназначены для сокрытия различных сущностей на пользовательском уровне или на уровне операционной системы, возможно производить сравнение доступных сущностей на одном из этих уровней и на дополнительном уровне (например, получить представление процессов на аппаратном уровне и сравнить его с представлением на операционном уровне). По результатам сравнения представлений разных уровней, можно сделать вывод о наличии буткита. Часто буткитами применяются методы перехвата системных функций (изменение поведения какой-либо системной функции путём подмены указателя на какой-либо ресурс или функцию), которые возможно проследить путем анализа различных областей памяти. Также ВП используются для удаленного управления СВТ или создания бот-сетей, что всегда сопровождается изменением объема трафика, а также увеличением расходования ресурсов СВТ. Наличие указанных признаков может быть показателем функционирования буткита.

Таким образом, для определения факта функционирования буткита возможно применять следующие методы: сравнительный анализ представлений, анализ сетевого трафика, анализ расходования ресурсов СВТ, анализ различных областей памяти СВТ [2,3].

### Литература

1. Гарнаева, М.А. Kaspersky Security Bulletin 2013. Вопросы кибербезопасности / М.А. Гарнаева, К. Функ – 2014. № 3 (4). С. 65-68
2. Марков, А.С. Организационно-технические проблемы защиты от целевых вредоносных программ типа Stuxnet / А.С. Марков, А.А. Фадин // Вопросы кибербезопасности – 2013. № 1 (1). С. 28-36.
3. Барабанов, А.В. Моделирование угроз безопасности информации, связанных с функционированием скрытых вредоносных компьютерных программ / А.В. Барабанов, М.И. Гришин, А.В. Кубарев // Вопросы кибербезопасности – 2013. № 1 (1). С. 28-36.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ FLASH-ТЕХНОЛОГИЙ В ИНТЕРАКТИВНОМ ОБУЧЕНИИ

Студентки гр.113521 Лях А.В., гр.113531 Кузьмич Ю.В.

Канд. техн. наук, доц. Лысенко В.Г

Белорусский национальных технических университет

Современные информационные технологии развиваются очень быстрыми темпами, одним из наиболее популярных современных программных продуктов является мультимедийное приложение Macromedia Flash, имеющее, при этом, стандартный интерфейс пользователя. Человек, освоивший основные правила работы в любом графическом редакторе, может без особых усилий ориентироваться во Flash-технологиях. Сегодня Flash находит столь разнообразное применение, которое, возможно, даже и не предполагалось ее первоначальными создателями.

Macromedia Flash – приложение, предназначенное для создания привлекательных интерактивных мультимедийных презентаций или WEB-сайтов. В программу встроены средства для реализации интерактивной работы с компонентами для создания WEB-страниц. Возможно дополнить WEB-сайт потоковым звуком в формате MP3.

С помощью Macromedia Flash возможно создавать анимацию разного рода, самые различные виды презентаций, а также создавать информационно насыщенные программные приложения или же простые “живые” крупные заголовки. Анимация в Macromedia Flash создается средствами редактирования содержания последовательности кадров. Можно создавать перемещение объекта, его вращение, изменение размера, формы, цвета, прозрачности. Причем эти операции можно выполнять как одновременно друг с другом, так и по отдельности. Macromedia Flash позволяет создавать интерактивные фильмы, что позволяет пользователю управлять их поведением с помощью клавиатуры или мыши. Созданные Flash-фильмы компактны, быстро загружаются и масштабируются. Результаты работы чаще всего сохраняются в виде компактных файлов формата SWF для показа на разнообразных платформах с помощью Flash-проигрывателя. Фильмы Flash используют векторную графику, но могут также включать точечную графику и звук. В данной работе платформа Flash используется для визуализации погрешностей, возникающих из-за различных отклонений от формы или расположения поверхностей реальных деталей, а также определения численного значения этой погрешности.

Таким образом обеспечивается вовлеченность студентов в процесс исследования погрешностей, т.к. они являются не просто наблюдателями, но и могут участвовать в этом процессе, изменяя численные значения параметров геометрической модели и наблюдая изменения погрешности системы в результате изменения параметров.

## **ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПАС-3D**

Студентки гр.113531 Кузьмич Ю.В., гр.113521 Лях А.В.

Канд. техн. наук, доц. Лысенко В.Г

Белорусский национальный технический университет

Система КОМПАС-3D V15 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.

Новая философия проектирования, заложенная в КОМПАС-3D V15, опирается на команды «Компоновочная геометрия», «Коллекции» и «Копирование геометрии», комплексное использование которых направлено на оптимизацию процесса коллективной работы. «Компоновочная геометрия» — это отдельный файл, который является единой средой для всех участников проектирования и по сути заменяет им техническое задание, организуя при этом работу в одном контексте проектирования. Параллельное использование копий не ведет к конфликтным ситуациям при коллективной работе и не накладывает повышенных требований к вычислительной технике, так как копируются только необходимые геометрические объекты, а не вся геометрия целиком.

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 V15 был смоделирован ряд погрешностей, а также определено их числовое значение. Расхождение полученных результатов с теоретическими расчетами составило 0,00001%..0,000521%.

## **СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА**

Студент гр.113531 Малиновская С.Л.

Ст. преп. Ленкевич О.А.

Белорусский национальный технический университет

Управление затратами на качество в наше время является распространенным и часто используется при построении системы качества по требованиям стандартов ISO серии 9000. Очевидно, что система управления затратами, связанными с качеством, при правильном ее проектировании и при использовании объективных и полных исходных данных может стать мощным инструментом управления предприятием в целом. Затраты на качество включают в себя все расходы, связанные с качеством, и подразделяются на две общие группы — затраты, вызванные несоответствиями, и затраты на предупреждение и выявление несоответствий. Затраты на дефекты считаются убытками предприятия.

Основной целью является создание системы, которая бы объективно и полно учитывала основные затраты предприятия на качество выпускаемой продукции. В дальнейшем данную информацию можно учитывать для оценки эффективности системы менеджмента качества (СМК) организации.

Существуют разные методы сбора и анализа данных. С точки зрения простоты и удобства использования можно использовать метод калькуляции затрат на качество. Согласно этому методу, к составляющим затрат относят профилактику, оценивание, затраты а также внутренние затраты, являющиеся следствием дефектов и внешние затраты, являющиеся следствием дефектов.

В результате проделанной работы будет создана система управления затратами, которая позволит проследить финансовые ресурсы, затрачиваемые предприятием для реализации этапов жизненного цикла продукции, процессов СМК.

Для полной реализации поставленной задачи необходимо назначить ответственное лицо, которое будет управлять системой и вносить необходимые изменения. Также следует грамотно распределить ресурсы. Залогом успеха является последовательная реализация системы, правильный выбор контрольных точек для исследования, своевременный и компетентный анализ и корректировке работы разработанной системы управления затратами предприятия.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СМЕЩЕНИЯ МЕТОДОВ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ

Студентка гр. 113531 Манько Е.И.

Преп. Гиль Н.Н.

При оценивании различных объектов методами экспертных оценок возникает неопределенность результатов оценивания и, как следствие, снижение степени достоверности результатов. Эффективность принимаемых управленческих решений, основанных на экспертных оценках, напрямую зависит от достоверности методов оценивания.

Вывод о достоверности каждого метода предложено сделать, проведя эксперимент, в котором оцениваемый параметр имеет «истинное значение» (например, площадь круга), используя оценку смещения:

$$\Delta_{ij} = y_{ij} - Y_j \quad (1)$$

где  $\Delta_{ij}$  – смещение  $j$ -ого круга для  $i$ -го эксперта;  $y_{ij}$  – оценка  $i$ -го эксперта по  $j$ -ому кругу;  $Y_j$  – номинальное значение площади  $j$ -ого круга.

На рисунке 1 представлены диаграммы смещения экспертных оценок  $\Delta$  для метода альтернатив с использованием апостериорной шкалы парных сравнений с рандомизированным предъявлением объектов оценивания для двух преподавателей и двух специалистов в области качества. На диаграмме нанесены нормализованные величины смещения экспертных оценок по каждой фигуре  $\Delta_j$ . По оси  $x$  отложены номера фигур в порядке возрастания величины оцениваемых окружностей.



Рисунок 1 – Значения смещения экспертных оценок

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ТРИАНГУЛЯЦИИ ПРИ РАСЧЁТЕ ОБЛАСТИ ОХВАТА РЕЗУЛЬТАТА МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ

Студент гр. 11305112 Матюш И.И.

Канд. техн. наук, доцент Савкова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Современные потребности различных областей измерений таковы, что необходимо разрабатывать математический аппарат для нахождения неопределённости комплексных, векторных и тензорных величин в спектрометрии, поляриметрии, электротехнике, а также при проведении многопараметрических совокупных и совместных измерений измерений. В некоторых областях метрологии, связанных с измерением электрических величин часто результат измерения представляют в виде полученной оценки  $y$  выходной величины (векторной величины)  $Y=(Y_1, \dots, Y_n)^T$ , соответствующей ей ковариационной матрицы  $U$ , и вероятности охвата  $p$ , что требует определения области охвата  $R_Y$  в  $m$ -мерном пространстве, которая содержит  $Y$  с вероятностью  $p$ . Данная задача может быть решена методом триангуляции. С её помощью, смоделировав данное пространство, можно определить координаты точки, в которую направлен интересующий нас вектор, а также область, которой данная точка принадлежит. Эта область может впоследствии рассматриваться как область охвата, о которой говорилось ранее. Суть метода триангуляции в нашем случае будет заключаться в решении задачи о нахождении симплекса (области охвата), содержащего заданную точку в пространствах размерности больше двух (рисунок 1).

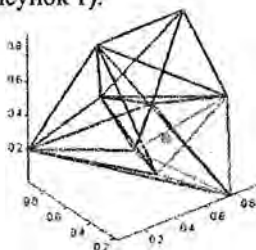


Рисунок 1 - Заданная точка в трехмерном пространстве и содержащий ее симплекс

Метод также позволяет получить барицентрические координаты точки в симплексе (области охвата), чему в перспективе также может быть найдено применение при расчёте области охвата результата многопараметрического измерения.

## **СОТРУДНИЧЕСТВО РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И ВЕНЕСУЭЛЫ В ОБЛАСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ**

Магистрант Deivis Isaias Peñalosa Ovalles

Студент гр.11305112 Матюш И.И.

Канд. техн. наук, доцент Савкова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время Беларусь и Венесуэла осуществляют целый ряд совместных проектов в области строительства жилья, совместной нефтедобычи, газификации, энергетики, сельского хозяйства, промышленности, научной сфере и т.д. Развитие торгово-экономических отношений предполагает разрешение возникающих вопросов связанных со стандартизацией.

В целях осуществления деятельности по стандартизации, сертификации и качеству в 1973 году в Венесуэле был создан орган (фонд) по стандартизации и сертификации – FONDONORMA. FONDONORMA является членом ISO и IEC, входит в состав Панамериканской комиссии по стандартизации COPANT. Стандарты Венесуэлы имеют аббревиатуру COVENIN. В основе стандартов COVENIN лежат международные стандарты ISO и IEC, стандарты Комиссии Кодекс Алиментариус. В основе системы стандартизации лежат международные директивы, в частности Директива ISO/IEC, Часть 2, касающаяся правил и разработки международных стандартов. SENORCA оценивает испытательные лаборатории, заявляющиеся на аккредитацию, проводит аудиты уже аккредитованных органов. Для аккредитации лаборатории должны удовлетворять определенным требованиям стандарта COVENIN 2534: 2000 (ISO / IEC 17025: 1999). Официальная сертификация в Венесуэле проводится FONDONORMA и базируется на национальных, региональных и международных стандартах. Процедуры и критерии, определенные SENORCA, для аккредитации органов по сертификации соответствуют Руководствам ISO/IEC 62 и 65. Руководство ISO/IEC 39 применяют для аккредитации инспекционных органов, Руководство ISO/IEC 25 – для аккредитации лабораторий.

В Венесуэле применяются схемы сертификации продукции, гармонизированные с ISO. Разработан официальный знак качества «Marca Norven». Обязательными являются типы сертификации продукции, проводимой Министерством здравоохранения и социальной помощи: сертификация продукции; санитарно-гигиеническая сертификация; контроль состава продукции.



## **ВЫРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ СИСТЕМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Мороз В.С.

Белорусский национальный технический университет

Согласно международному стандарту ISO 50001:2011 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению», система энергетического менеджмента (energy management system) - совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов организации, направленных на формирование энергетической политики, целей в области энергоэффективности, а также процессов и процедур для достижения этих целей.

Энергоменеджмент позволяет осознать, что энергоэффективность это не только техническая проблема, которая требует исключительно технических решений за счет внедрения новых энергосберегающих технологий, а также изменение в методах и способах управления.

Разработка стандарта в области энергетического менеджмента подразумевает внедрение данной системы в функционирующую систему менеджмента на предприятии. Система энергоменеджмента не должна и не может работать обособленно, необходимо ее тесное взаимодействие с остальными системами управления. Достаточно важный аспект совместимости системы энергоменеджмента – при описании требований стандарта ISO 50001:2011 использована концепция постоянного совершенствования «PDCA» («планируй, действуй, проверяй, улучшай»), которая лежит в основе других систем менеджмента.

Выделим основные преимущества применения системы энергоменеджмента, основанной на международном стандарте ISO 50001:2011:

1. Возможность сертификации и международного признания результатов.
2. Своевременное проведение наиболее эффективных мероприятий по энергосбережению, которые приведут к соответствующей финансовой отдаче.

Постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 25 июня 2013 года № 34 с 01 сентября введен в действие СТБ ISO 50001-2013 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению». Данный документ устанавливает идентичные международным требованиям к разработке, внедрению, поддержанию и улучшению системы энергетического менеджмента.

## **ОПЫТЫ РАЗРАБОТКИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ХИМИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ**

Навов Я.Э., Лесин А.С., Жиженко Е.О.

Д-р техн. наук, доцент Серенков П.С.,

ст. преп. Павлов К.А.

Белорусский национальный технический университет

Актуальной проблемой на сегодняшний день является оценивание неопределенности измерений. Сотрудничая с ОАО «Кристалл», была проведена оценка неопределенности измерения этилового спирта в спиртосодержащей продукции в соответствии с СТБ ИСО 5725 [1]. Измерение этилового спирта осуществлялось в соответствии с планом внутрилабораторного эксперимента. Согласно ГОСТ 18300 [2] эксперимент включает в себя отбор проб, определение различных параметров для достижения поставленных целей, создание необходимых растворов, осуществление выдержки, применение специальной аппаратуры и реактивов, хранение и прочее. Каждое из выше перечисленного вносит неопределенность в окончательный результат, что и является проблемой на сегодняшний день, т.е. задача данной работы заключается в разработке специального плана позволяющего наиболее правильно и точно оценить неопределенность измерения.

### **Литература**

1. СТБ ИСО 5725-3-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 3. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерений.
2. ГОСТ 18300-87 Спирт этиловый ректификованный технический. Технические

## ПОИСК РАЦИОНАЛЬНЫХ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ В РАМКАХ СМК

Студентки гр. 113531 Пармёнова В.А, Манько Е.И, Дроздова О.А.  
Преп. Гиль Н.Н.

Белорусский национальный технический университет

Для непроизводственных процессов системы типичной формой данных являются так называемые экспертные оценки, не поддающиеся «точному измерению», так как являются субъективными. Вовлечение в СМК непроизводственных процессов приводит к необходимости пересмотра требований в отношении структуры системы сбора и анализа данных, применяемых методов и средств.

В рамках исследования была проведена работа по систематизации существующих методов и средств сбора, анализа, обработки и представления результатов экспертного оценивания. В работе сделан акцент на исследование ключевого этапа экспертного оценивания – этапа сбора экспертной информации. Данный этап имеет наибольшую весомость в процессе обеспечения требуемого уровня достоверности результатов оценивания.

Было выделено три критерия, которые определяют достоверность конечного результата в части организации сбора информации экспертного оценивания: тип оценочной шкалы, способ предъявления объектов оценивания и непосредственно способ оценивания.

В качестве метода исследования был выбран метод морфологического ящика, структура которого представлена на рисунке 1.



\* – например, в представленной точке морфологического метода находится метод апостериорный, упорядоченный, непосредственной оценки

Рисунок 5 -- Морфологический ящик «Методы экспертного оценивания»: а) – критерии методов сбора экспертной информации, б) – множество вариантов методов сбора экспертной информации

## НАЦИОНАЛЬНЫЕ И МЕЖДУНАРОДНЫЕ СИСТЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН

Студент гр. 11302212 Петрусенко А.П.

Ст. преп. Петрусенко П.А.

Белорусский национальный технический университет

На сегодняшний день в мире применяется несколько моделей систем аккредитации. Наиболее разветвленную и хорошо организованную сеть органов по сертификации имеет Германия. Это связано с самыми старыми и сильными в этой стране традициями государственной стандартизации. Во Франции и Англии созданы единые национальные органы по аккредитации. В большинстве западных стран государство не играет ведущей роли в сертификации, которая большей частью является добровольной. Так во Франции сертификация осуществляется децентрализованно, по контрактам. Наиболее известны Французская ассоциация по стандартизации (AFNOR), Система сертификации по видам продукции (NF), Система сертификации систем качества (AFAQ), Союз электротехников (VTE). В Канаде развита самосертификация как продукции, так и производств. В Японии также наибольшее распространение получила добровольная сертификация продукции по принципу самосертификации. В Италии действует несколько органов по аккредитации в различных, не пересекающихся областях деятельности. В странах ЕС наряду с аккредитацией уже более 20 лет действует специальная процедура уполномочивания (нотификация), применяемая для выполнения работ в рамках конкретной директивы ЕС. Уполномочивание предполагает включение в специальный список названий и адресов органов с указанием вида продукции и процедур оценки соответствия, для проведения которых уполномочивается орган, а также срока уполномочивания. В ЕС уполномочивание не рассматривается как процедура, адекватная аккредитации. На международном уровне взаимное признание результатов сертификации продукции и услуг в разных странах обеспечивается участием стран в Международном форуме по аккредитации (МФА, IAF), который является всемирной ассоциацией аккредитующих органов.

## МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МУЛЬТИСЕНСОРНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Студент гр.113530 Попов Ю.И.

Д-р техн. наук, профессор Соломахо В.Л.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время появилось понятие «мультисенсорная измерительная система», которое не определено в технических нормативных правовых актах.

В общем случае под мультисенсорными измерительными системами (далее – ИС) следует понимать системы, включающие в себя набор датчиков (сенсоров), блок сбора данных, в который поступает измерительная информация и блок обработки данных, который обрабатывает измерительную информацию и представляет ее в виде, пригодном для дальнейшего использования.

Важной проблемой, которую необходимо решать при использовании мультисенсорных ИС, является их метрологическое обеспечение.

Один из центральных вопросов метрологического обеспечения ИС – расчет метрологических характеристик измерительных каналов по метрологическим характеристикам компонентов. По техническим и экономическим причинам экспериментальное определение (контроль) метрологических характеристик измерительных каналов в целом невозможен или нецелесообразен для большинства ИС. Расчетные значения метрологических характеристик измерительных каналов не подлежат обязательной экспериментальной проверке, однако, должна быть обеспечена экспериментальная проверка метрологических характеристик всех компонентов измерительного канала, нормы на которые используются при расчете.

В настоящее время ИС выпускаются изготовителем как законченные укомплектованные изделия, для установки которых на месте эксплуатации достаточно указаний, приведенных в эксплуатационной документации, в которой нормированы метрологические характеристики измерительных каналов ИС.

В связи с отсутствием методики нормирования точности датчиков, входящих в ИС, их комплектация проводится методом подбора, а подтверждение заявленной точности ИС осуществляется проведением тех или иных метрологических процедур, например метрологической аттестации.

Таким образом, в настоящее время существует проблема, связанная с разработкой методики расчета погрешности датчиков входящих в ИС с учетом архитектуры ИС, скорости передачи сигнала и т.д.

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОЕКТА ГОСУДАРСТВЕННОГО СТАНДАРТА НА ЭТАПЕ РАЗРАБОТКИ**

Студентка гр. 113530 Прусенкова Н.А.

Ассистент Бужан И.А.

Белорусский национальный технический университет

Стандарты вносят значительный вклад в большинство аспектов человеческой жизни, обеспечивают необходимые характеристики изделий и услуг, таких как безопасность, надежность, эффективность, взаимозаменяемость и т.д. Требования стандартов основываются на обобщенных результатах науки, техники и практического опыта и должны обеспечивать оптимальную пользу обществу. Наибольший эффект от использования стандарта достигается в том случае, если он удовлетворяет всем требованиям его потребителей и не противоречит требованиям действующего законодательства. На сегодняшний день возникла проблема обеспечения потребителя стандартами должного качества, которое закладывается еще на этапах их разработки. В настоящее время следует обратить внимание на анализ всех стадий разработки стандарта, выявить и проанализировать существенные риски которые могут влиять на его качество и не допустить их дальнейшего проявления. В настоящее время теоретическим и практическим разработкам в этой области уделяется в мире особое внимание.

Процесс разработки государственных стандартов включает себя следующие регламентированные этапы: подготовка к разработке; разработка проекта; утверждение стандарта; государственная регистрация. Анализ каждой стадии разработки показал, что большинство проблем может возникнуть уже на стадии подготовки к разработке стандарта. Сосредоточив свое внимание на начальных стадиях, можно значительно снизить риск последующих.

Прежде всего стоит учесть тот факт, что разработка является длительным и затратным процессом, на разработку ежегодно выделяется финансовые средства из государственного бюджета и это внушительные суммы. Поэтому перед началом разработки тщательно проверяется актуальность темы стандарта. Важно рассмотреть каждую проблему в комплексе с иными проблемами. Возникает необходимость разработки некоего единого унифицированного механизма «правильной» разработки стандартов, применения которого могло бы повысить эффективность деятельности предприятий-разработчиков. Возможно представление такого механизма в виде некой единой функциональной модели разработки стандартов, учитывающей все возможные влияющие факторы.

## MEASURING VISCOSITY IN CHANGING INITIAL PARAMETERS

**Reznikova M., Antoniuk V.**

National Technical University of Ukraine  
«Kyiv Polytechnic Institute»

**Introduction.** Viscosity is a fundamental characteristic property of all liquids. When a liquid flows, it has an internal resistance to flow. Viscosity is a measure of this resistance to flow or shear. Viscosity can also be termed as a drag force and is a measure of the frictional properties of the fluid. Viscosity is a function of temperature and pressure[1]. There are numerous methods to measure viscosity of liquids. The proposed method is based on a linear motion of a magnet in a field concept and gravitational force. It can measure the viscosity as a function of temperature and pressure.

**Main part.** Based on falling sphere viscometer a device to measure viscosity of dielectric liquids was designed. The device is an inset to an autoclave system where the temperature and the pressure could be controlled[2]. It consists of a magnet and a coil. The magnet is externally driven to a location in the device and then will fall with removal of the driving force. The time-to-fall can be recorded and converted to viscosity for a known dielectric fluid.

The main purpose of developing the presented system is to be able to measure the viscosity of a dielectric fluid (e.g. oil) as a function of temperature (up to 400°C) and pressure (up to 350kg/cm<sup>2</sup>). We propose to design a device composed of a coil to generate the magnetic field and a magnet, which moves in up in the coil. The coil should be built around a glass structure. Later the magnet will be let fall in the liquid medium. The time-of-fall can be measured between the current shut-off of the field and the impact of the magnet to the bottom of the glass tube. The measured time should be correlated to the viscosity by using a transfer function between the time-of-fall and viscosity for a known oil at low temperatures (T below 120°C).

A glass tube structure (1 cm in diameter) about 30 cm high (due to high temperature requirements) should be used. Small rods are to be putted in 2 cm spacings to help the winding process to form the magnetic coil. A container at the top part of the tube can be used to capture any oil in case of its expansion with temperature. The field coil is to be built in a cyclone-shape with increasing number of turns toward the top of the tube due to required driving force for the magnet. Once the magnet will be inserted in the tube, and the coil is energized with a direct-current, the magnet levitates. The device is to be inserted inside an autoclave with electrical ports. The pressure and temperature inside the autoclave could be controlled in the chamber. Then measurements can be taken

without changing the initial pressure in the system; observing that due to increase in temperature the pressure in the chamber increases slightly.

Magnet selection is important due to the de-magnetization properties of magnetic materials above their Curie temperature; therefore, alnico magnet (composed primarily of aluminum, nickel and cobalt) is to be employed;  $T_c$  about  $800^\circ\text{C}$ . The alnico magnet can be a sphere or cylindrical shape.

After removal of the applied current the magnet will drop. The impact of the falling magnet will create a vibration in the autoclave that can be registered using an accelerometer. The accelerometer is to be connected to the bottom of the autoclave through a cantilever to improve its response; without the cantilever the signal-to-noise won't be satisfactory. The signal from the accelerometer should be increased using an operational amplifier. The time-to-fall can be measured with an oscilloscope. The time of the current switch-off and the accelerometer trigger response are used for the time-to-fall  $t$  value. Measurements can be performed every several minutes while the temperature of the autoclave can be increased slowly.

To test the measurement setup, and build the transfer function between measured time-to-fall and viscosity. Oil with existing viscosity data should be selected. Its viscosity can be previously measured using a conventional method. The data can be described with a log-log model.

**Conclusion.** A device to measure liquid viscosity properties as a function of temperature and pressure is proposed. A straightforward fall time of a magnet can be measured to estimate the viscosity of the liquid. The obtained time data is to be converted to viscosity by employing natural logarithmic dependencies[3] due to un-physical nature of the negative time and viscosity.

### Literature

1. Dabir S. Viswanath et al. Viscosity of Liquids: Theory, Estimation, Experiment, and Data. – Springer, 2007
2. Enis Tuncer. High temperature viscosity measurement system and viscosity of a common dielectric liquid / arXiv:1304.5534v1 [physics.ins-det] 19 Apr 2013
3. Richard S. Brokaw. Approximate formulas for viscosity. Lewis Research Center: National Aeronautics and Space Administration, 1964



## НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ МЕМБРАН И СИЛЬФОНОВ

Аспирант кафедры производства приборов, приборостроительный факультет Савченко С.В.

Д-р техн. наук, профессор Румбешта В.А.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Способ контроля качества мембран и сильфонов относится к автоматизации контроля качества упругих элементов, который может быть использован в приборостроении для неразрушающего контроля деталей.

Сущность метода в том, что он включает сжатие упругих элементов, с помощью нажимного механизма и регистрацию сигналов акустической эмиссии с тела детали при их самостоятельной обратной упругой деформации.

Метод основан на упругом разжатии упругих элементов, когда кристаллическая решетка металла, упруго сжатая предварительно, приобретает потенциальную энергию сжатия за счет смещения кристаллов с нарушением межатомных связей, как между кристаллами так и межатомными связями.

Эта акустическая эмиссия возникает в деталях из-за силового трения кристаллов в кристаллической решетке металла и перераспределения междолинных и межатомных связей при обратной упругой деформации. При этом энергетическая тональность возникающего звука будет напрямую зависеть от упругих характеристик металла детали, который генерирует сама деталь. Полученный акустический сигнал в системе анализа превращается в диаграмму поверхностной модуляционной величины и тональности прямо пропорциональной энергии звуковых волн.

Сигнал акустической эмиссии снимается датчиком, далее уровень сигнала увеличивается на усилители, и поступает в полосовой фильтр, где он настраивается на пропускание только первой гармоники сигнала из мембраны, и передает сигнал на модулятор, где сигнал формируется поверхностной модуляцией. Далее сигнал поступает на аналогово-цифровой преобразователь, где и сравнивается с опорным сигналом от задающего устройства. Аналогово-цифровой преобразователь передает результаты анализа на экран индикатора, на котором строится первый сигнал акустической эмиссии в виде всплеска по поверхностной модуляции и определяется пригодность / непригодность детали.

## **ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ПРИГОДНОСТИ МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ В МЕДИЦИНСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ**

Студент гр. 113511 Сальников Ю.А.  
Канд. техн. наук, доцент Савкова Е.Н.,  
канд. техн. наук, доцент Журавков Н.М.  
Белорусский национальный технический университет

Лаборатория метрологии и дозиметрии ГУ «РНПЦ онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова» осуществляет метрологический контроль средств измерений и испытания средств защиты (индивидуальных и других монтируемых и не монтируемых), применяемых при проведении рентгенодиагностических исследований и радиотерапии с целью увеличения радиационной защиты пациентов и персонала. В связи с обновлением материально-технической базы, а также ужесточением требований к безопасности пациентов и персонала при проведении радиотерапии, лабораторией планируется усовершенствование старых и создание новых методов измерений и испытаний. Следовательно, возникает необходимость подтверждения пригодности данных методов.

В соответствии с ТКП 432 при валидации методов испытаний учитываются специфичность (избирательность методики испытаний), робастность, предел обнаружения, предел количественного определения, линейность, диапазон применения. Новые методики испытаний средств защиты, применяемых при проведении рентгенодиагностических исследований и радиотерапии должны быть достаточно устойчивы (робастны), также характеризоваться определенным пределом обнаружения, а также быть линейны. При этом их диапазон применения не является определяющей характеристикой, так как испытания в данной области часто носят качественный характер.

Из ТКП 432 следует, что в данной лаборатории следует проводить ревалидацию методик испытаний, в которые будут внесены изменения. А также следует проводить перспективную и сопутствующую валидацию методик испытаний, в зависимости от того насколько быстро будут внедряться новые методики выполнения измерений и испытаний.

### **Литература**

1. ТКП 432-2012 «Производство лекарственных средств. Валидация методик испытаний»

## ПРОГРАММИРОВАНИЕ ВНЕШНЕГО БЛОКА АЦЦ/ЦАП В СРЕДЕ NI LABVIEW

Студент гр. ПГ-32м (Магистрант) Свердлов Р. Ю.  
Д-р. техн. наук, профессор Бурау Н.И.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

Для создания малогабаритных измерительных систем можно использовать внешние блоки АЦЦ/ЦАП, поскольку они подключаются к персональному компьютеру(ПК)/ноутбуку посредством интерфейса USB, через который осуществляется питания модуля и обмен данными. Это позволяет при обработке и анализе данных с датчиков использовать вычислительные возможности ПК/ноутбука и большое разнообразия алгоритмического и программного обеспечения.

В качестве примера рассмотрим внешний блок АЦЦ/ЦАП модели E14-140, фирмы ООО "Л КАРД". Ключевыми особенностями модуля являются: разрядность АЦЦ- 14 бит, 16 дифференциальных каналов или 32 с общей "землей", 2 канала ЦАП. Для настройки данного модуля АЦЦ и для дальнейшей обработки полученных сигналов модуль поддерживает взаимодействие с мощными средствами обработки информации. Такой системой является MATLAB, которая предоставляет мощные возможности для обработки сигналов с помощью сложных математических алгоритмов. Модуль можно программировать с помощью языка C / C ++.

Для реализации полноценного графического пользовательского интерфейса модуль поддерживает взаимодействие с NI LabVIEW - средой разработки и платформой для выполнения программ, созданных на графическом языке программирования «G» фирмы National Instruments.

Программы, созданные в LabVIEW является виртуальными приборами (ВП), они состоят из двух частей:

- блок-диаграммы, описывающей логику работы ВП;
- лицевой панели, которая описывает внешний интерфейс ВП.

Созданные ВП могут входить как составные части в более сложные ВП.

Для диагностического сервера системы мониторинга состояния инженерных сооружений, был разработан ВП в котором реализованы функции: отображения сигналов с двух каналов АЦЦ, масштабирования этих сигналов по амплитуде, регуляции развертки по времени, установки уровня триггера, отображения спектров, сохранения отображенных сигналов, задания частоты дискретизации и количества точек которые будут отображаться на экране.

## **МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЩЕГО МЫШЬЯКА МЕТОДОМ АТОМНО-АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ**

Студентка группы 113510 Капустина К. М., Павлов К.А.

Канд. техн. наук, доцент Спесивцева Ю.Б.

Белорусский национальный технический университет

Целью работы, выполняемой на базе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», является подтверждение пригодности методики определения общего мышьяка методом атомно-абсорбционной спектрометрии.

Мышьяк является высокотоксичным элементом. Широкое распространение мышьяка в почве и пресных водах обуславливает его непереносимое присутствие в большинстве пищевых продуктов. Порог токсичности данного элемента составляет от 5 до 50 мг в сутки. Предельно допустимые нормы содержания мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах определены в СанПиН 11-63 РБ и составляют, например, для соков и детского питания на плодовоовощной основе 0,2 мг/кг, а для морской рыбы – 5 мг/кг.

В настоящее время в Республике Беларусь действует ГОСТ 26930-86 «Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка», устанавливающий колориметрический метод определения, однако он не позволяет проводить испытания с необходимой чувствительностью. По этой причине предпочтительнее использовать атомно-абсорбционный анализ согласно ГОСТ Р 53182-2008 «Определение следовых элементов. Определение общего мышьяка и селена методом атомно-абсорбционной спектрометрии с генерацией гидридов под давлением», который широко распространен в аналитической практике как инструментальный метод определения содержания токсичных элементов в пищевых продуктах.

В процессе исследований будут разработаны подходы и формы документов по валидации (верификации) методики для различных категорий пищевых продуктов с применением атомно-абсорбционного спектрометра ContrAA 300 с программным обеспечением «ASPEKT CS». Разработанный план внутрилабораторного эксперимента является трёхфакторным с варьированием факторов «время», «оборудование» и «оператор». Проведение процедур верификации или валидации будет включать исследования каждой категории продукции по следующему алгоритму: минерализация проб, атомно-абсорбционное определение, обработка результатов с подтверждением их точности, расчет аналитических характеристик, вывод о способности методики достигать запланированных результатов.

## **НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

Студент группы 113520 Супранович Е.С., Павлов К.А.

Канд. техн. наук, доцент Спесивцева Ю.Б.

Белорусский национальный технический университет

Строительная организация ОДО «Георемстрой» имеет аттестат соответствия третьей категории и выполняет работы при строительстве объектов первого-четвертого классов сложности в соответствии с СТБ 2331. Для расширения оказываемых услуг ей необходим аттестат первой категории, что предполагает наличие сертифицированной системы менеджмента качества (Указ Президента Республики Беларусь №26 от 14.01.2014).

Целью данной работы является разработка и поэтапное внедрение системы менеджмента качества, с апробированием новых подходов. На основе оценивания рисков был определен наиболее весомый процесс, последствия возникновения рисков в котором могут привести к наибольшим отрицательным последствиям. Наиболее весомым процессом является процесс оказания услуги. Для него разработан мониторинг в онлайн режиме, т.е. вся информация, в т.ч. показатели внутренних аудитов вносится в электронные журналы и отправляется в так называемое «облако», которое представляет собой, с точки зрения пользователя, один большой виртуальный сервер. Облачные технологии (cloud computing) широко применяются в мировой практике, они позволяют получить информацию с высоким уровнем доступности и низкими рисками неработоспособности без необходимости создания, обслуживания и модернизации собственной аппаратной инфраструктуры.

В «облаке» производится хранение, анализ и обработка представленной информации. По запросу руководителя она представляется в виде ранжированной системы задач, по которым необходимо принять управленческое решение. Ранжирование происходит в зависимости от выделения ресурсов и значимости для основного процесса. Благодаря такой системе наиболее важные проблемы будут решены в первую очередь. Это упростит работу как руководителя, указав на наиболее существенные проблемы, так и работников, обеспечив более удобный способ хранения, обработки и анализа данных, что напрямую повлияет на улучшение качества предоставляемых услуг. Также он выгоден с экономической точки зрения, т.к. существенно снижает расходы (нет необходимости в закупке серверного и сетевого оборудования, аппаратных и программных решений по обеспечению непрерывности и работоспособности).

## МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ В ХИМИКО-БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Студентка гр. 113521 Столяр А.В.

Канд. техн. наук, доцент Савкова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Основной целью испытаний в химико-бактериологической лаборатории водозаборной станции Дзержинского ЖКХ (далее лаборатории) является контроль качества водных ресурсов, поступающих в краны жителей г. Дзержинска, на предмет содержания железа и других показателей требованиям действующих нормативных документов. Вода — единственное вещество, которое в природе присутствует в жидком, твердом и газообразном состояниях, и от ее качества зависит состояние здоровья человека. Требования к качеству воды существенно меняются в зависимости от местонахождения и применения. Качество воды контролируют после прохождения ее через фильтры очистки согласно СТБ 17.13.05-16-2010/ISO 7027, СТБ 1188, СТБ ГОСТ Р 51593, СанПин 2.1.12-33, СанПин 10-124 РБ 99. На основании СанПин 10-124 РБ 99 в процессе эксплуатации системы водоснабжения, разрабатывают методики контроля качества воды. В соответствии с разработанными методиками устанавливают сроки их внедрения и действия по согласованию их с главным государственным санитарным врачом города. Если качество воды не соответствует установленным требованиям, то организация обязана немедленно информировать центр о результатах лабораторных исследований проб воды.

В настоящее время лаборатория проходит аккредитацию с целью продления аттестата аккредитации согласно ТКП 50.10 и СТБ ИСО/МЭК 17025. В связи с этим необходимо для применения методов измерения при контроле водных ресурсов, разработать методики оценивания неопределенности измерений в соответствии с рекомендациями ЕВРАХИМ/СИТАК. Процесс оценивания неопределенностей предполагает следующие этапы: формулирование измерительной задачи; составление технологической карты процесса измерения; разработку математической модели результата измерения; анализ входных величин и оценивание их неопределенностей; построение градуировочной кривой; расчет корреляции; оценку измеряемой величины; определение коэффициента охвата; расчет суммарной стандартной и расширенной неопределенностей. В настоящее время проводятся внутрилабораторные эксперименты по оценке точности методов измерений.

## **РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА**

Магистрант специальности 1-54 80 01 Ромбальская О.И.

Д-р техн. наук, доцент Серенков П.С.

Белорусский национальный технический университет

Одной из причин повышенного интереса к концепции риск-ориентированного подхода к созданию систем менеджмента стала финальная версия нового проекта стандарта ISO 9001. В ISO/DIS 9001 констатируется, что «настоящий международный стандарт делает концепцию риск-ориентированного мышления более четкой и включает ее в требования к установлению, внедрению, поддержанию в рабочем состоянии и постоянному улучшению системы менеджмента качества».

Любая организация, любого типа и размера сталкивается с большим количеством рисков, которые могут влиять на достижение ее целей. Цели в свою очередь могут относиться к различным видам деятельности организации (от стратегических инициатив до функционирования, процессов и проектов). Цели могут быть выражены как ожидаемые социальные, экологические, технологические результаты, а также как ожидаемые результаты в области коммерческой, финансовой и экономической безопасности, а также определять общественные, культурные, политические аспекты, репутацию организации. Вся деятельность организации, таким образом, неизбежно предполагает риски не достижения поставленных целей, которыми естественно следует управлять. Корректно организованный в рамках СМК процесс менеджмента рисков, очевидно, будет способствовать эффективным решениям в области качества в том числе и в условиях неопределенности [1].

Риск – сочетание вероятности события и его последствий, а менеджмент риска – скоординированные действия по руководству и управлению организацией в отношении риска [2]. Результаты анализа предстандарта ISO/DIS 9001, позволили сформулировать ряд задач методологического характера, которые необходимо решить. В докладе рассмотрено решение таких задач, как: понятие и место рисков как количественного показателя в системе сбора и анализа данных; какие бывают риски; элементы рисков; методы оценки, анализа и обработки рисков.

### **Литература**

1. СТБ ISO/IEC 31010 Менеджмент риска. Методики оценки риска.
2. СТБ ISO Guide 73-2014 Менеджмент рисков. Термины и определения.

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ОЦЕНКИ РИСКОВ В СИСТЕМАХ МЕНЕДЖМЕНТА**

Магистрант специальности 1-54 80 01 Ромбальская О.И.

Д-р техн. наук, доцент Серенков П.С.

Белорусский национальный технический университет

В докладе проанализированы различные методы, технологии и средства реализации риск-ориентированного подхода к созданию систем менеджмента. Цель анализа – выбор наиболее эффективных методов для реализации риск – ориентированного подхода в рамках системы менеджмента качества (далее СМК).

По итогам анализа ними выделено три основные школы риск - менеджмента в рамках систем управления: 1) организационно – техническая; 2) риск – менеджмент информационной безопасности (на основе требований группы стандартов серии ISO/IEC 27000); 3) финансово - экономическая.

Потребителями организационно – технической школы выступают системы менеджмента, требования к которым сформулированы в стандартах серий ISO 14000, СТБ 18000, ISO 22000 и др. Данная школа вызывает практический интерес с точки зрения требований к методологии риск - менеджмента, однако страдает отсутствием наработанной коллекции конкретных методов, технологий, средств.

Финансово - экономическая школа, наоборот, имеет богатые традиции в отношении методов, технологий, средств, однако в силу конфиденциальности сферы их применения (систем финансового менеджмента) слабо известны для всеобщего пользования и носят корпоративный характер. В научной литературе данная школа известна разнообразием подходов к классификации рисков.

Школа риск – менеджмента информационной безопасности (на основе требований группы стандартов серии ISO/IEC 27000) наиболее интересна, так как известна как методологией применения концепции риск - менеджмента в рамках системы, так и конкретными методами, технологиями, средствами в области информационной безопасности.

В докладе приводится концепция реализации риск - ориентированного подхода к СМК, методологической основой которой могут выступать требования стандартов ISO/IEC 27000. Объекты, субъекты и источники рисков определяются на основе стандартов серий ISO 14000, СТБ 18000, ISO 22000 и др. Методика классификации рисков, коллекция методов, технологий и средств оценки, анализа и обработки рисков может быть заимствована у финансово - экономической школы.



## **МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ МЕБЕЛИ НА ОАО «МИНСКПРОЕКТМЕБЕЛЬ»**

Студентка группы 113510 Сороко О.В.

Д-р техн. наук Серенков П.С.

Белорусский национальный технический университет

В СТБ 1871-2008 «Мебель. Покрытия защитно-декоративные. Технические требования и методы контроля» изложена методика определения уровня стойкости защитно-декоративных покрытий древесных материалов. Стандарт устанавливает семь уровней стойкости покрытий. Методика изложена таким образом, что испытательная лаборатория для каждого конкретного случая вынуждена проводить испытания в виде последовательности циклов испытаний для всей шкалы уровней стойкости. Например, начиная с первого уровня и по восходящей до тех пор, пока критерий не укажет на действительный уровень стойкости, вплоть до седьмого.

Предположим, необходимо определить уровень стойкости покрытия, образованного полиуретановым лаком, нанесенным на образцы щитовых деталей мебельных на основе древесноволокнистой плиты средней плотности, облицованной строганным шпоном дуба. Если стартовый уровень стойкости взят первый, а фактический – седьмой, то для проведения испытаний потребуется 268 образцов различной конфигурации. Очевидно, что такой подход предполагает большие затраты и очевидно является малоэффективным.

На данный момент сотрудник испытательной лаборатории в силу своей высокой квалификации и большого опыта работы «на глаз» оценивает предполагаемый уровень стойкости испытываемого материала. Стартовый уровень стойкости выбирается близким к действительному, что позволяет не проводить полный цикл испытаний. Экспертный подход доказал свою эффективность в части снижения временных и экономических затрат на проведение испытаний. Однако в связи с ротацией кадров (ухода опытного сотрудника) может возникнуть проблема экспертной оценки предполагаемого уровня стойкости.

Предложено разработать экспресс-методику экспертного анализа предполагаемого уровня стойкости. Для выполнения поставленной цели проведен анализ накопленной статистической информации, определены факторы, влияющие на уровень стойкости образцов и оценки экспертов. Для повышения достоверности экспертного оценивания предложен метод альтернатив.

Применение экспресс - методики позволит как минимум вдвое снизить затраты на образцы, время проведения испытаний, повысить конкурентоспособность испытательной лаборатории.

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНО-АКУСТИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СФЕРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Студент Тесленко В.Ю.

Канд. техн. наук Подолян А.А.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

При проведении неразрушающего контроля металлических изделий ультразвуковым методом, широко применяются электромагнитно-акустические преобразователи ЭМАП [1,2], при помощи которых можно сформировать акустическую волну в металле контролируемого объекта без использования контактной жидкости, через ржавчину или лакокрасочное покрытие

Рассмотрен ЭМАП, который позволяет контролировать объекты сферической формы. Конструкция предложенного преобразователя показана на рис.1 .

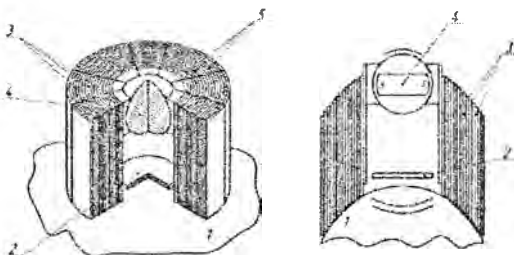


Рис. 1. ЭМА преобразователь для контроля сферических объектов 1 – объект контроля; 2 – плоский проводниковый излучатель; 3 – поперечные элементы магнитопроводов; 4 – магнит, помещенный внутрь шара из диамагнитного материала; 5 – элементы механического соединения элементов магнитопроводов

Предложенный преобразователь позволяет повысить эффективность и точность контроля измерений объектов сферической формы.

### Литература

1. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник/ Под. ред. В. В. Клюева М.: Машиностроение, 2005.-656 с.
2. Тымчик Г.С. Анализ электро-акустического преобразователя с угловым вводом возбуждения ультразвуковой волны / Г.С. Тымчик, А.А. Подолян // Вестник НТУУ «КПИ» серия приборостроение. – Киев: Изд-во НТУУ «КПИ», 2014 – Вып.47 – С.85-94

**НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ  
И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА  
В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ СТЬ ISO/TS 16949**

Студент гр. 113510 Токаренко И.М.

Ст. преп. Купреева Л.В.

Белорусский национальный технический университет

Современный рынок автомобилестроения характеризуется высокой информированностью и требовательностью потребителей, достаточно жесткой конкуренцией, а также насыщенностью рынка соответствующей продукцией. Очевидно, что в данных условиях потребитель отдает предпочтение продукции, оптимально сочетающей в себе соотношение цены и качества. По состоянию на декабрь 2014 года более 54000 производителей автомобилестроительной отрасли в мире разработали, внедрили, обеспечивают функционирование и сертифицировали системы менеджмента качества в соответствии с требованиями стандарта ISO/TS 16949. Выполнение требований международного стандарта способствует повышению конкурентоспособности выпускаемой продукции автомобилестроения, улучшению ее качества и снижению себестоимости, а также позволяет внедрять в производство современные инновационные технологии и методики менеджмента. С целью продвижения продукции отечественного автомобилестроения не только на внутреннем рынке, но и за рубежом, в стране был разработан и принят стандарт СТЬ ISO/TS 16949, гармонизированный с международным стандартом и устанавливающий требования по применению СТЬ ISO 9001 для производства автомобилей и комплектующих. В настоящее время 11 белорусских предприятий получили сертификаты на соответствие требованиям СТЬ ISO/TS 16949, а 9 отечественных производителей сертифицировались на соответствие требованиям ISO/TS 16949.

Стандарт СТЬ ISO/TS 16949 предписывает использовать следующие актуализированные методики QS-9000: APQP – перспективное планирование качества продукции и план управления; PPAP – процесс согласования производства части; FMEA – анализ видов и последствий потенциальных отказов; SPC – статистическое управление процессом; MSA – анализ измерительных систем. Проведенный нами анализ показал, что использование данных методик позволяет успешно внедрить требования стандарта, направленные на решение имеющихся проблем на предприятиях автомобилестроения, связанных с низким качеством производимой продукции, снижением ее конкурентоспособности, а также отсутствием стратегии ориентации на потребителя. Совместно с НП РУП «БелГИСС» нами запланирована разработка проектов двух государственных стандартов на базе методик APQP и PPAP, являющихся методической основой для успешного внедрения требований стандарта СТЬ ISO/TS 16949 на отечественных предприятиях автомобилестроения.

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ И МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЙ ДВЕРЕЙ, ВОРОТ И ЛЮКОВ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ**

Студент гр.113510 Фенчук Д.А.

Канд. техн. наук, доцент Савкова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Учреждение «Республиканский центр сертификации и экспертизы лицензируемых видов деятельности» МЧС Республики Беларусь осуществляет деятельность, связанную с сертификацией и лицензированием продукции и товаров (работ, услуг) на соответствие требованиям пожарной безопасности. Объекты, подлежащие сертификации и лицензированию в данной организации, условно можно разделить на 52 группы. К одной из групп относятся двери, ворота и люки противопожарные. Согласно ТР/2009/013/ВУ «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность» двери, ворота и люки противопожарные подлежат обязательному подтверждению соответствия (двери противопожарные – в форме обязательной сертификации, ворота и люки противопожарные – в форме декларирования соответствия).

Подбор и анализ НД и ТНПА по выбранному объекту – двери, ворота и люки противопожарные, показал, что наблюдаются различия в части контролируемых параметров, последовательности проведения испытаний и обработки результатов испытаний в странах Таможенного Союза и в Республике Беларусь.

В этой связи Учреждение «Республиканский центр сертификации и экспертизы лицензируемых видов деятельности» МЧС Республики Беларусь приняло решение о разработке программы и методики испытаний, которая бы устанавливала контролируемые показатели и требования к ним, процедуры проведения испытаний, вопросы обработки результатов испытаний, а также дать рекомендации по валидации и верификации методики, при необходимости.

На основании документов: ГОСТ 30247.2, ГОСТ Р 53307, ГОСТ Р 53303, ГОСТ 26602.2, ГОСТ 26892, СТБ 1394 и др. можно установить следующие параметры, подвергаемые контролю при испытаниях:

- предел огнестойкости;
- дымогазонепроницаемость;
- сопротивление воздухопроницанию, статическим и ударным нагрузкам;
- надежность;
- прочность клеевых и сварных соединений и др.

Разрабатываемые программы и методики испытаний включают визуальный, измерительный и регистрационный виды контроля и предполагают ссылки на ТНПА различных уровней стандартизации.

## **АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ДОСТОВЕРНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ ПРИБОРОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИМ РАЗРЯДАМ**

Студент гр.113510 Шашко О.Н.

Канд. техн. наук, доцент Соколовский С.С.

Белорусский национальный технический университет

Сегодня проблема статического электричества и электростатических разрядов (ЭСР) очень остро стоит при производстве быстродействующих электронных систем и устройств, чувствительных интегральных схемах и полупроводниковых компонентов, космических и летательных аппаратов и их оборудования. При создании новой аппаратуры обязателен учет возможного действия на нее ЭСР, т.к. они могут вывести из строя даже самый сложный электронный прибор. Поэтому необходимо проводить испытания на устойчивость аппаратуры к ЭСР.

Испытания на устойчивость электронных приборов к ЭСР согласно СТБ ИЕС 61000-4-2-2011 проводят следующим образом:

- размещают испытуемый прибор на непроводящем рабочем столе, установленном на эталонной пластине заземления;

- с помощью испытательного генератора производят разряды поочередно на винты крепления; испытание производят одиночными разрядами с интервалом не менее 1с, на каждый винт производят не менее 10 разрядов как положительной, так и отрицательной полярности;

- проводят испытание всех прочих наружных доступных частей объекта испытаний по методике прямого воздействия электростатическими разрядами испытательного генератора при напряжениях: воздушный разряд - 8 кВ, контактный разряд - 6 кВ.

На основании анализа методики испытаний можно выделить следующие факторы, влияющие на достоверность результатов испытаний:

- материалы, способные к накоплению статического заряда (удельное сопротивление которых выше  $10^6$  Ом);

- влажность;

- оператор (статическое электричество на теле работника);

- отсутствие заземления, предотвращающего возникновение ЭСР.

Наиболее существенным фактором, является материал, из которого произведен прибор. Поэтому чтобы повысить степень защиты прибора от статического электричества необходимо предотвратить накопление зарядов статического электричества путем увеличения проводимости материалов или осуществлять нейтрализацию зарядов статического электричества с помощью специальных устройств.

## СЕКЦИЯ 8. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ В ОБЛАСТИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

УДК 535.317

### ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ИКТ-КЛАСТЕРА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Студенты гр.12ДКП-2 Ксёнда Т.В., Аниськова А.А., Дрґчкевич В.А.

М-р экон. наук Довыдова О.Г.

Белорусский государственный экономический университет

Кластер информационно-коммуникационных технологий может стать положительным примером частно-государственного партнерства. В результате его деятельности государство получает дополнительные налоговые поступления, улучшает параметры по экспорту, создаются новые рабочие места, получают импульс высокотехнологичные производства. Частные компании получают доступ к трудовым ресурсам, сокращают накладные расходы, имеют возможность обеспечить узкую специализацию за счет использования сформированных каналов продаж, снизить риски при выходе на рынок. ВУЗы получают единого квалифицированного заказчика образовательных услуг, увеличение спроса на квалифицированные кадры, доведение научных разработок до коммерциализации и практического использования. Однако в Республике Беларусь на данное время не существует ИКТ-кластеров. [1]

В нашей работе мы предлагаем следующую модель ИКТ-кластера, на базе Парка высоких технологий.

**Ядро кластера:** Парк высоких технологий.

**Обучение и переподготовка кадров:** Белорусский национальный технический университет и радиотехники и др. ВУЗы, учреждения профессионально-технического образования.

**Органы государственного управления:** Президент Республики Беларусь и Совет Министров Республики Беларусь

**Партнеры:** технопарк Daedeok Inppopolis, Парк высоких технологий «Хоа Лак», Внасфер-Технопарк.

**Инвесторы:** частные предприятия; иностранные инвесторы, коммерческие банки Республики Беларусь.

**Наука:** Академия наук Республики Беларусь, научные разработки университетов.

**Сбыт:** Беларусь; Европа; США; Россия; Канада; страны СНГ.

#### Литература

1 Тихонович, С.В. Развитие кластеров информационно-коммуникационных услуг Республики Беларусь/ С.В. Тихонович / Экономический бюллетень НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь. – 2012. – №10. – с. 45-50.

## **НАПРАВЛЕНИЯ СНИЖЕНИЯ ЗАПАСОВ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ И МЕТАЛЛООБРАБОТКИ**

Студенты группы 13ДКП-2 Аниськович Е.В., Кривицкая К.А.  
М-р экон. наук Довыдова О. Г.

Белорусский государственный экономический университет

Приборостроение в Республике Беларусь является важной составной частью машиностроительной и металлообрабатывающей промышленности нашей страны, которая в свою очередь включена в промышленный комплекс Республики Беларусь.

Проблема снижения запасов готовой продукции является весьма актуальной для промышленных предприятий Республики Беларусь, так как наличие больших запасов продукции – это неэффективное отвлечение оборотных средств, что в результате негативно сказывается на финансовом состоянии предприятий и экономики Республики Беларусь в целом.

Проанализировав структуру запасов готовой продукции по отраслям промышленности на 1 января 2015 года можно отметить, что наибольший удельный вес запасов готовой продукции отслеживается в производстве машин и оборудования и эти запасы составляют 8182,6 млрд. руб. Если же этот показатель сравнить с данными на 1 января 2014 года (7735,9 млрд руб), то можно отметить увеличение запаса готовой продукции на 446,7 млрд руб [1]. Можно сделать вывод, что запасы продукции с каждым годом растут и основными причинами роста являются: падение внешнего спроса на белорусскую продукцию; вступление России в ВТО, что увеличило конкуренцию на российском рынке, куда отечественные производители поставляют основной объем продукции; неэффективность менеджмента; значительный физический и моральный износ оборудования, использование устаревших технологий; достаточно высокая себестоимость продукции.

Пути решения проблемы снижения запасов готовой продукции на складах: повышение конкурентоспособности продукции, производство инновационной продукции; стимулирование внутреннего спроса; расширение рынка сбыта в страны дальнего зарубежья; установить предельные минимальные цены на некоторые экспортируемые товары; предприятиям следует скорректировать свое производство с учетом потребностей отечественного и зарубежного рынка; внедрение современных инновационных маркетинговых технологий.

### **Литература**

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь: официальный сайт. – Минск, 2015. – <http://belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/otrasli-statistiki/promyshlennost/>.

## СОПОСТАВЛЕНИЕ УРОВНЕЙ СРЕДНЕЙ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Студенты группы ДКП-1 Беперщ А.В., Лавник Н.В.

Канд. экон. наук, доцент Лобан Л.А.

Белорусский государственный экономический университет

Целью настоящей статьи является оценить уровень средней заработной платы в Беларуси путем сравнения с аналогичным показателем в России.

По результатам проведенного исследования за период с 2012 года по 2014 год можно сделать следующие выводы.

1. В анализируемом периоде темпы роста среднемесячной заработной платы в Республике Беларусь существенно опережают этот показатель в Российской Федерации. Если за 3 года (2012 – 2014) средняя заработная плата в Российской Федерации выросла только в 1,2 раза, то в Республике Беларусь в 1,6 раза. Опережающий рост характерен и для средней заработной платы в долларовом исчислении.

2. Экономический кризис в России обусловил снижение среднемесячной заработной платы в долларах США в 2014 году по сравнению с 2013 примерно на 10 %.

3. Несмотря на опережающие темпы роста среднемесячной заработной платы, уровень этого показателя, исчисленного в долларах США, в Беларуси остается ниже, чем в России на протяжении всего анализируемого периода. Если в России средняя заработная плата в 2014 году составила 845,1 долларов, то в Беларуси только 591,8 долларов.

4. Отставание среднемесячной заработной платы в Республике Беларусь от аналогичного показателя в России обуславливает необходимость его повышения, что требует, прежде всего, существенного повышения производительности труда на основе модернизации национальной экономики.

### Литература

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Минск, 2012. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by>. – Дата доступа: 10.02.2015.

2. Национальный банк Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nbrb.by>. – Дата доступа: 11.02.2015.

3. Центральный банк Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cbr.ru>. – Дата доступа: 11.02.2015.



## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА

Студент гр. 11308112 Буйнич Е.И.

Ст. преп. Третьякова Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Для оценки эффективности использования кадрового потенциала в современных условиях используются такие технологии как: контролинг персонала, мониторинг персонала и кадровый аудит.

Контролинг персонала – современная концепция в управлении персоналом, соответствующая новой, резко возросшей в последнее время роли человеческих ресурсов. Основная идея контролинга персонала заключается в распространении его концепции, изначально ориентированной на анализ чисто количественных показателей, на сферу управления персоналом и в ее интеграции с ориентированным на качественный анализ контроллингом экономического и социального компонентов эффективности. Важнейшими функциями этого контролинга являются: анализ работы персонала и достижение результатов; координация планирования персонала с другими сферами планирования; создание и поддержание интегрированной базы данных по персоналу.

Основная задача кадрового мониторинга – выявление проблемных групп работников, по каким-либо условиям не соответствующих существующим требованиям. К вопросам, решаемым в рамках кадрового мониторинга относят: контроль за изменяющимися формальными показателями (возраст, стаж и т.д.); контроль показателей оценки эффективности работы (выработка, количество заключенных договоров, сроки сдачи проектов и т.д.); контроль показателей, отражающих профиль работника и соответствие его занимаемой должности.

Сущность кадрового аудита заключается в оценке соответствия кадрового потенциала организации его целям и стратегии развития; диагностике причин возникновения производственных проблем по вине персонала, оценке их важности и возможности решения, а так же в формировании конкретных рекомендаций для вышестоящего руководства по устранению возникших проблем и несоответствий.

По результатам аудита проверки определяют направления развития совершенствования организации трудового процесса и формирование новых трудовых отношений в организации. Аудит может способствовать кадровым перестановкам, улучшающих качественный состав работников, продвижение наиболее перспективных сотрудников, позволяет убедиться, что трудовой потенциал используется полностью и эффективно, а организация и условия труда соответствуют требованиям законодательства.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ КОНФЛИКТНЫМИ СИТУАЦИЯМИ В ОРГАНИЗАЦИИ

Студент гр. 11308113 Вабищевич А.М.

Ст. преп. Третьякова Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Конфликтологами разработаны и продолжают разрабатываться способы предотвращения, профилактики конфликтов и методы их разрешения.

Современный менеджер должен не устранять конфликт, а управлять им и эффективно его использовать. Первый шаг в управлении конфликтом заключается в определении и понимании его источников. После определения причин возникновения конфликта менеджер должен минимизировать число его участников, т.к. чем меньше число участвующих в конфликте лиц, тем оперативнее его можно будет урегулировать.

Наука управления признает, что конфликт является неотъемлемой частью жизнедеятельности организации. Лучшим способом предупреждения конфликта является его недопущение.

В настоящее время существует три основных точки зрения на конфликт:

- Конфликт не нужен, т.е. он наносит вред организации, поэтому требуется устранить его в кратчайшие сроки.
- Конфликт – нежелательный, однако является распространенным побочным продуктом практически всех организаций. В данном случае, где бы ни возник конфликт, менеджер обязан его устранить.
- Конфликт является потенциально полезным для организации.

Следовательно, процедура преодоления конфликта будет зависеть от выбранной точки зрения на сложившуюся ситуацию. Определяют административные (разрешение по приказу) и педагогические (беседа, просьба, убеждение) способы управления конфликтами.

Для разрешения конфликтов внутри организации используют структурные методы управления конфликтами. Данные методы подразумевают изменения в структуре организации и направлены на снижение активности конфликта.

Таким образом, конфликтные ситуации, возникающие внутри организации, являются управляемыми. Менеджеры должны своевременно выявлять зарождающиеся конфликты и решать их, а в отдельных случаях управлять ими для разрешения внутриорганизационных проблем.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА В УСЛОВИЯХ НЕСТАБИЛЬНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ВАЛЮТЫ

Студенты гр. 13ДКП-1 Василенко Е.Ю., Шикуня Т.А.

Канд. экон. наук, доцент Лобан Л.А.

Белорусский государственный экономический университет

Производительность труда представляет собой экономическую категорию, которая характеризует эффективность деятельности работников в сфере производства товаров и услуг, и показывает количество продукции, изготовленное одним работником в единицу времени.

Исследование показывает, что самый высокий темп роста производительности труда к предыдущему году характерен для 2011 г. (соответственно по ВВП 1,81, по ВДС 1,82) и 2012 г. (1,82 по ВВП и 1,80 по ВДС).

Темп роста производительности труда, исчисленной в долларах США (для исключения влияния инфляции и девальвации белорусского рубля) в 2011 г. и по ВВП, и по ВДС составил 1,17, а в 2012 г. 1,007 и 1,001 соответственно, что значительно ниже темпов роста производительности труда, рассчитанной в белорусских рублях.

Несмотря на значительный рост производительности труда в 2013 году в динамике, рассчитанной как в белорусских рублях, так и в долларах США, в 2014 г. ситуация оказалась подобной ситуации в 2011 и 2012 годах, где темп роста производительности труда, рассчитанной в бел.рублях, значительно превышает темп роста производительности труда, рассчитанной в долларах США. Выглядит она следующим образом: темп роста производительности труда по ВВП и ВДС составил соответственно (в бел.рублях) 1,11 и 1,22. В то время как темп роста по ВВП и ВДС (в долларах США) составил 1,06 и 1,02 соответственно.

Таким образом, для объективной оценки динамики эффективности использования трудовых ресурсов необходимо учитывать рост производительности труда не только в национальной, но и в иностранной валюте в связи с колебаниями курса валют.

### Литература

1. Валовой внутренний продукт по видам экономической деятельности // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. - 2015. - <http://www.belstat.gov.by>.
2. Численность экономически активного населения // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. - 2015. - <http://www.belstat.gov.by>.

## ЗНАЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСПЕШНОМ ПРОЦЕССЕ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Студент гр. ДКП-2 Воробей К.А.

М-р экон. наук Довыдова О. Г.

Белорусский государственный экономический университет

Модернизация создает условия для производства новой продукции, открываются возможности для выпуска инновационной продукции. Также модернизация способствует улучшению качества готовой продукции, за счет использования более современных технологий.

В современных условиях организации могут завоевывать рынки путем внедрения инноваций. Не смотря на то, что государство создает программы поддержки для инновационного производства, доля новой для мирового рынка продукции составляет менее 0,1 % от всего ВВП. Хорошим решением в условиях современной экономики является обмен опытом, привлечение молодых специалистов, большие инновации в НИОКР. Однако в белорусских условиях государство не может обеспечить инвестирование в проекты за счет бюджета. В данном положении эффективным решением может быть комплексная модернизация с привлечением частного и иностранного капитала (рис.1). Эффективность данного механизма состоит в том, что формирование конкурентоспособности реализуется на каждом этапе.



Рисунок 1 – Комплексный инновационный механизм

Примечание – Источник: собственная разработка на [1].

### Литература

1. Маненок, Т. Экономика не подчиняется указам/ Т. Маненок // журнал Дело – январь-февраль 2014. - № 1-2 (234)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИЗМА КРАУДФАНДИНГА ДЛЯ ФИНАНСИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ**

Аспирант Журкевич М.В.

Канд. техн. наук Алексеев Ю.Г.

Белорусский национальный технический университет

В мировой практике использование механизмов краудфандинга и краудинвестистинга не является новым и активно развивается с 2010 года. Несмотря на это, во многих странах юридические основы, регулирующие эти механизмы, до сих пор до конца не сформировались. На сегодняшний день существует более двух сотен краудфандинговых и краудинвестинговых платформ, однако сейчас они исполняют в большинстве информационную функцию.

Краудфандинговая платформа привлечения инвестиционных средств – качественно новый инфраструктурный элемент инновационной инфраструктуры, способствующий: увеличению реализации инновационных проектов, обеспечению качественного менеджмента на стадии привлечения инвестиций для инновационных проектов, упрощению вовлечения представителей научно-технического сектора, высших учебных заведений и потенциальных инвесторов в процесс коммерциализации разработок и инновационных идей. стимулированию инвестиций в инновационные сферы экономики.

Прямыми задачами краудфандинговой платформы станут проведение постоянной кампании по сбору средств на коммерческие проекты и информационное обеспечение участников инвестиционной деятельности. К долгосрочным задачам можно отнести систематизация и анализ инновационной деятельности, создание баз данных инвесторов и проектов с возможностью статистического анализа рыночных предпочтений.

Краудфандинговая платформа – это, в первую очередь, виртуальная инвестиционная модель, главной целью которой является поиск средств под инновационные проекты.

В Республике Беларусь рынок краудфандинга совершенно не развит. Процесс создания такой платформы включает проведение масштабной работы по созданию экономического организационно-правового механизма инвестирования проектов.

Таким образом создание краудфандинговой платформы позволит создать новый эффективный механизм коммерциализации научно-технических разработок, перспективных идей молодых ученых и поддержать начинающие инновационные проекты. Также национальная краудфандинговая платформа даст новый толчок в развитии национальной инновационной системы.

## ОСОБЕННОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ

Студентка гр. 113611 Захарова В.Г.  
Ст. преп. Серченя Т.И.

Белорусский национальный технический университет

На современном этапе развития национальной экономики Беларуси важнейшей задачей является формирование благоприятного инвестиционного климата с целью привлечения иностранных инвестиций в создание новых технологий и производств, способных повысить уровень конкурентоспособности как отдельных организаций, так и страны на международных рынках.

Однако инвестиции являются не только одним из основных источников экономического роста, но и предметом постоянного внимания со стороны руководящих лиц страны и всей общественности. Согласно статистическим данным, в Республике Беларусь в 2013 году лидерами в привлечении инвестиций стали финансовый сектор, торговля и операции с недвижимым имуществом. По операциям с депозитами, кредитами и займами, торговыми кредитами и авансами, прочими иностранными активами (кроме резервных) и обязательствами в 2013 году зафиксировано чистое поступление финансовых ресурсов в размере 5,3 млрд. USD. Основными инвесторами были: Российская Федерация (46%), Кипр, США, Австрия, Великобритания, Литва и др. страны [1]. За 2010-2013 годы в г. Минске реализовано 139 инвестиционных проектов на сумму 4231,856 млн. USD. Наиболее привлекательным для инвесторов при реализации проектов в соответствии с Декретом №10 выглядит вложение капитала в строительство многофункциональных комплексов, бизнес-центров, гостиниц. В последнее время активизируется интерес и к созданию в г. Минске промышленных производств. Помимо этого в стране реализуется Стратегия привлечения прямых иностранных инвестиций, основной целью которой является повышение отдачи от вложений иностранного капитала в экономику Республики Беларусь [2].

### Литература

1. Тарасов, В. Капитал приходит в страну / В. Тарасов // Белорусы и рынок [Электронный ресурс]. – 2014. – №12 (1095). – Режим доступа: <http://belmarket.by/ru/267/55/21316>– Дата доступа: 25.02.2015
2. Об утверждении стратегии привлечения прямых иностранных инвестиций в Республику Беларусь на период до 2015 года: совместное постановление Совета Министров и Нац. Банка Респ. Беларусь, 18 янв. 2012г., №51/2// Эталон –Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2012.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИНДУСТРИИ ВЕНЧУРНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Студентка гр.113621 Казак Е.В.

Д-р экон. наук, профессор Енин Ю.И.

Белорусский национальный технический университет

Большинство развитых стран рассматривают стимулирование инновационной деятельности как важнейшее средство активизации источников экономического роста. В связи с этим возникают новые типы компаний и соответствующие виды их финансирования, такие как венчурное. Венчурное финансирование — долгосрочное прямое высокорискованное инвестирование в начальные стадии развития компании, реализующей инновационный проект в высокотехнологичных отраслях экономики. Важным фактором развития системы и механизма венчурного инвестирования инноваций является развитая инфраструктура, включающая развитую систему финансовых институтов и наличие мощных институциональных инвесторов, способных на долгосрочные инвестиции; хорошо развитый фондовый рынок; налаженное взаимодействие между институтами и научно-исследовательскими центрами, бизнесом и венчурными инвесторами.

Несмотря на ориентацию на инновационное развитие экономики страны, следует отметить, что венчурное финансирование в Республике Беларусь находится на ранней стадии развития, а позитивные примеры венчурного финансирования единичны. Основными моментами, сдерживающими формирование в Республике Беларусь венчурной отрасли, является недостаточное развитие системы защиты интеллектуальной собственности, низкий уровень инвестиционной культуры у отечественных предпринимателей. Важно отметить и недостаточную защищенность имущественных прав инвесторов. Основные факторы венчурной деятельности, а это в первую очередь малый и средний бизнес, только недавно стали пользоваться достаточным позитивным вниманием государства. Существенным недостатком является то, что в Республике Беларусь еще не созданы механизмы финансовой поддержки в форме целевых грантов или налоговых льгот на реализацию проектов на этапе идей или промышленных образцов, когда перспективы получения коммерческих кредитов или венчурного финансирования не определены. Также к препятствиям развития венчурного финансирования относится отсутствие достаточно широкой информации за рубежом о потенциале белорусских научно-технологических разработок, высокое налоговое бремя для молодых инновационных компаний и для инвесторов, отсутствие экономических стимулов для иностранных венчурных инвесторов.

## **КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ, СОЗДАНЫХ В ВУЗАХ**

Аспирант Калинин А.Ю.

Д-р экон. наук, профессор Енин Ю.И.

Белорусский национальный технический университет

В соответствии с мировой и отечественной практикой существующие формы коммерциализации объектов интеллектуальной собственности (ОИС) вузов можно условно разделить на три большие группы:

1. Использование в собственной деятельности организации;
2. Передача прав;
3. Прочие запрещенные законодательством формы.

Наиболее перспективными формами коммерциализации ОИС в рамках деятельности вузовской инновационной инфраструктуры являются:

1. Создание производства на базе научно-технологического парка;
2. Создание малого инновационного предприятия при университете;
3. Передача прав на основе лицензионного соглашения.

На сегодняшний день наиболее распространено создание производства на базе вузовских технопарков. Это отчасти обуславливает простотой извлечения дохода (прибыли) от использования ОИС. При этом также порой происходит недооценка преимуществ и возможностей процедуры патентования и проведения патентных исследований, как инструмента принятия управленческих решений, что снижает конкурентоспособность продукции на внутреннем и внешнем рынках.

Стоит отметить, что деятельность технопарков имеет ряд специфических моментов:

1. Возможности по созданию производств на базе технопарка имеют ограничение – среднесписочная численность его сотрудников не может превышать 100 человек, что делает необходимым вывод производств из технопарка и создание отдельного предприятия-резидента.

2. Основным источником предшествующей интеллектуальной собственности, на основе которой создается инновационный продукт, является не технопарк, а вуз. В связи с этим возникает необходимость учета прав и интересов вуза в области правомерного использования ОИС, прав на конечный результат, стимулирования творческого труда авторов.

3. Расширения использования инструментов патентных исследований для снижения рисков при осуществлении инновационной деятельности и принятия управленческих решений, касающихся стадий НИОКР, создания производства, вывод на рынок и снятие с производства, а также определение потенциальных партнеров, потребителей, конкурентов, выявление конкурентных преимуществ и построение маркетинговой стратегии.



## ЛИЗИНГ КАК ФОРМА ОБНОВЛЕНИЯ ОСНОВНОГО КАПИТАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ

Студентка гр.113612 Кирильчик А.Л.

Канд. экон. наук, доцент Гурина Е.В.

Белорусский национальный технический университет

С ростом технического прогресса инвестиционные потребности народного хозяйства уже не могут в полной мере удовлетворяться исключительно за счет традиционных каналов финансирования, каковыми выступают бюджетные средства, собственные средства предприятий и организаций, долгосрочный банковский кредит и прочие источники.

В этих условиях лизинг становится дополнением к традиционным источникам средств для удовлетворения инвестиционных потребностей предприятий. Производственная функция лизинга заключается в оперативном и гибком решении лизингополучателем своих производственных задач посредством временного использования, а не приобретения машин и оборудования в собственность. Он наиболее эффективен в отношении особо дорогостоящей, с наибольшим риском морального старения, техники.

Причиной широкого распространения лизинга является ряд преимуществ этой формы инвестиционного финансирования перед традиционным кредитом, такие как:

- лизинг предполагает 100-процентное кредитование и, как правило, не требует немедленного начала платежей.
- лизинговое соглашение более гибко, чем ссуда, которая предполагает жесткие сроки и иные условия погашения.
- риск морального и физического износа оборудования целиком ложится на арендодателя.
- лизинг не "утяжеляет" активы, арендная плата получателя оборудования относится на издержки производства (себестоимость) и соответственно снижает налогооблагаемую прибыль.
- в случае лизинга арендатор может единовременно задействовать гораздо больше производственных мощностей, чем при покупке.

Республика Беларусь нуждается в активном применении лизинга в такой сфере, как приборостроение, поскольку в настоящее время многие предприятия страны не могут осуществлять крупные финансовые вложения не только в техническое обновление, а зачастую и в простое воспроизводство. Еще одной проблемой является то, что существует необходимость выпускать уникальные изделия, а следовательно, требуется уникальное оборудование, база для чего в данный момент не совершенна.

## АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ПОДХОДЫ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РЕКЛАМЫ

Студентка гр. 113611 Киселевская А.Г.

Ст. преп. Третьякова Е.С.

Белорусский национальный технический университет

В современных условиях хозяйствования особенно актуальными становятся задачи и тенденция поиска новых рекламоносителей. В условиях конкуренции производители новых товаров сталкиваются со сложным вопросом продвижения своих товаров или услуг потребителям. Этот вопрос актуален и для предприятий, функционирующих много лет. У организации может не быть возможности организовать дорогостоящую рекламную компанию. Поэтому главный критерий в подборе способов распространения рекламы – дешевизна.

Современный потребитель грамотный и осведомленный человек. В связи с этим реклама должна быть качественной и отнюдь не «принуждать» человека выбрать определенного продавца. Использование новых носителей рекламы вызвано снижением эффективности традиционных медиа, повышением спроса у рекламодателей на рекламу в местах продаж (POS-рекламу). В случае, когда:

- Стандартные рекламные каналы не по карману рекламодателю;
- Невозможно решить задачу традиционными средствами;
- Нужно работать с аудиторией, до которой сложно добраться с помощью традиционных методов эффективным является альтернативный метод распространения рекламы Ambient Media.

Ambient Media – нестандартные носители для рекламы, одно из наиболее передовых и быстро развивающихся направлений рекламы, вложения в которые постоянно растут. Эта технология предполагает следующие аспекты:

- Альтернативный. Внимание потребителя все сложнее завоевать, используя стандартные каналы. Ambient media напрямую ведёт к месту обитания целевой аудитории и достигает её повсеместно: от метро до супермаркета.

- Внешний. Несмотря на схожесть с наружной рекламой, Ambient media продвигаются ближе к потребителю, используя новые носители, отличные от классических средств массовой информации в общественных местах.

- Поддающийся планированию. Зачастую потребитель не воспринимает нестандартную рекламу как рекламу, поэтому доверие к такой информации повышается. Ambient media может использоваться как с традиционными методами рекламы, так и автономно.

## **УЧЕБНО-НАУЧНО-ИННОВАЦИОННЫЙ КЛАСТЕР КАК ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Магистр Козлова Е.А.

Д-р экон. наук, профессор Енин Ю.И.

Белорусский национальный технический университет

Высшее образование развивается в соответствии со стратегией перехода страны к инновационной экономике и является основным источником обеспечения ее кадрового потенциала. В отраслях экономики и социальной сферы Республики Беларусь занято около 1 млн. работников с высшим образованием, или 25 процентов от общего количества работающего населения. [1] Высокая социокультурная значимость педагогического образования для устойчивого развития общества и наличие в данной системе недостатков, разобщенность учреждений общего среднего, среднего специального и высшего педагогического образования, учреждений дополнительного образования взрослых и научно-методических учреждений в решении данных проблем актуализируют необходимость перехода на кластерную модель развития системы непрерывного педагогического образования. Кластерная модель развития педагогического образования – концептуальный подход, предполагающий использование кластеров в качестве системообразующих элементов развития системы профессиональной подготовки, переподготовки и повышения квалификации педагогических кадров. В качестве республиканского позиционируется учебно-научно-инновационный кластер непрерывного педагогического образования, который представляет собой совокупность учреждений высшего образования, комплексов «профильный педагогический класс – педагогический колледж» как сферы трансфера инноваций, научно-исследовательской базы и базы непрерывной педагогической практики, учреждений дополнительного образования взрослых и научно-методических учреждений, совместная распределенная деятельность которых позволит интегрировать потенциалы образования, психолого-педагогической науки и эффективной образовательной практики для перевода профессиональной подготовки педагогических кадров на качественно новый уровень функционирования. [2]

### **Литература**

1. Государственная программа развития высшего образования на 2011-2015 -<http://www.government.by/upload/docs/file4be2eb5d8d5d283a.PDF>.
2. Концепция развития педагогического образования на 2015–2020 годы. - [portal.mspu.by/dok/rasp/plan-konc.rtf](http://portal.mspu.by/dok/rasp/plan-konc.rtf).

## ПРОМЫШЛЕННАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ КАК ЧАСТЬ ПРОЕКТА МОДЕРНИЗАЦИИ СТРАНЫ

Студентка гр. 113610 Короленя М. П.  
Д-р экон. наук, профессор Енин Юрий Иванович  
Белорусский национальный технический университет

Республика Беларусь выбрала инновационный путь развития. В стране делается все возможное, чтобы любая достойная идея, которая способна принести государству доход, воплощалась в жизнь. Неслучайно в модернизацию промышленного и сельскохозяйственного производства государством вкладываются значительные финансовые ресурсы. Однако важно их эффективно и рационально использовать, чтобы получить максимальный экономический эффект.

Повышение качества, надежности и конкурентоспособности выпускаемой продукции, востребованности ее на мировом рынке невозможно без внедрения современного оборудования, высокого уровня автоматизации технологических процессов. Технический прогресс ставит перед каждым предприятием все новые и новые задачи, для решения которых руководству этих предприятий жизненно необходимо осуществлять планомерную работу, направленную на решение задач по модернизации производства. Исходя из определения, под модернизацией понимается усовершенствование, улучшение, обновление объекта, приведение его в соответствие с новыми современными требованиями и нормами, техническими условиями, показателями качества.

Модернизация современного производства может осуществляться несколькими путями: экстенсивным и интенсивным. К экстенсивным методам модернизации относят увеличение количества цехов, станков в цехе, количество работников, но при этом сохраняется прежняя технология производства продукции и не вносятся инноваций в процесс. К интенсивным путям модернизации производства относят улучшение технологического процесса за счет внедрения новых методов работы, изменения структуры предприятия, внедрения новых технологий. Как показывает практика, в современных реалиях повышение эффективности производства должно осуществляться обязательно смешанным способом.

Большинство промышленных предприятий Республики Беларусь и их руководители готовы к модернизации. Но существует ряд проблем. Главная из них - недостаточное финансирование. Ведь процесс модернизации должен рассматриваться как необходимость не только для экономически благополучных предприятий. При любой задержке с принятием решений по обновлению парка оборудования отставание от лидеров рынка будет только увеличиваться, что недопустимо не только для конкретного предприятия, но и для экономики страны в целом.

## МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Магистрант Корх Г.Ю.

Д-р экон. наук, профессор Енин Ю.И.

Белорусский национальный технический университет

Важнейшим фактором в рыночной экономике является дух соперничества, который в значительной степени определяет формы хозяйственной деятельности людей и наиболее ярко проявляется в такой экономической категории, как конкуренция. Конкуренция – элемент рыночного механизма, реализующийся в форме взаимодействия рыночных субъектов и борьбы между ними за наиболее выгодные условия приложения капитала. Конкуренция выступает необходимым условием определения конкурентоспособности. В самом общем смысле под конкурентоспособностью понимается способность опережать других, используя свои преимущества в достижении поставленных целей.

Конкурентоспособность предприятия – это относительная характеристика, которая выражает степень отличия данного предприятия от конкурентов в сфере удовлетворения потребностей клиентов. Одним из главных элементов управления конкурентоспособностью предприятия является оценка ее уровня. Существуют различные методы его оценки:

– оценка с позиции сравнительных преимуществ – сущность данного метода заключается в том, что производство и реализация предпочтительнее, когда издержки производства ниже, чем у конкурентов. Основным критерием являются низкие издержки.

– оценка с позиции теории равновесия – в основе данного метода положение, при котором каждый фактор производства рассматривается с одинаковой и одновременно наибольшей производительностью. Основной критерий – наличие факторов производства, не используемых в полной мере.

– оценка на базе качества продукции – заключается в сопоставлении ряда параметров продукции, отражающих потребительские свойства. Критерием оценки в данном случае является качество продукции.

– профиль требований – сущность метода заключается в том, что с помощью шкалы экспертных оценок определяется степень продвижения организации и наиболее сильный конкурент. В качестве критерия используется сопоставление профилей.

– профиль поляристей – в основе данного метода лежит определение показателей, по которым фирма опережает или отстает от конкурентов, т. е. ее сильных и слабых сторон. В качестве критерия используется сопоставление параметров опережения или отставания.

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ РЫНКА ОПТИЧЕСКИХ ПРИЦЕЛОВ

Студент гр.ДУП-2 (магистрант) Косенок А.В.  
Д-р экон. наук, профессор Нехорошева Л.Н.  
Белорусский государственный экономический университет

Производство оптических приборов относится к классу наукоемких и является одним из передовых в плане технологического развития и инноваций. Особое внимание уделяется производству прицельных приспособлений и систем, направленное как на военного, так и на гражданского потребителя. Стремительное развитие рынка оптических прицелов характеризуется следующими особенностями:

- выход производства прицельных приспособлений для стрелкового оружия за рамки государственных монополий;
- увеличение объемов выпуска прицелов ввиду повышения необходимости комплектации рядового солдата средствами для ведения боя на ближних и дальних дистанциях (коллиматорные и оптические прицелы);
- рост популярности охоты и спортивной стрельбы, требующей использование оружия, укомплектованного оптическим прицелом (снайпинг, бенчрест, варминтинг и т.д.);
- учет отрасли тенденцией многих стран к принятию современных военных программ, перевооружению и доукомплектованию армий;
- Выделение конкретных направлений развития рынка прицельных систем напрямую связано с учетом требований конечного потребителя, а также постоянного внедрения технических инноваций. Поэтому направления развития являют собой основные тенденции прогресса оптического производства:
  - разработка прицелов, рассчитанных на использование с оружием под широкий спектр боеприпасов;
  - уменьшение габаритов прицельных приспособлений;
  - увеличение емкости источников питания совместно со снижением энергопотребления электронных прицелов;
  - разработка комбинированных прицельных комплексов для ближних и средних дистанций;
  - оздание многофункциональных оптико-электронных прицельных систем, сочетающих возможность определения дистанции до цели, ввода поправок и др.;
  - активное внедрение систем ночного наблюдения и тепловизионных комплексов для стрелкового оружия.

## **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТРАНСФОРМАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ БЕЛАРУСИ**

Студент гр.11306113Кухаренок А.С.

Ст. преп. Серченя Т.И.

Белорусский национальный технический университет

Отличительной особенностью национальной экономики Беларуси является преобладание производств, характеризующихся высокой капиталоемкостью, материало- и энергоемкостью. Это является основной причиной избыточного спроса на инвестиции, сырье и материалы. В результате производственный потенциал стран СНГ в совокупности превосходит США, а уровень жизни – ниже. Также по сравнению с развитыми странами национальная экономика Беларуси отличается малым удельным весом нематериального производства.

С целью устранения обозначенных диспропорций и определения приоритетных направлений развития национальной экономики в Республике Беларусь разрабатываются и реализуются Программы социально-экономического развития. Так, основной целью социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011–2015 годы является рост благосостояния населения на основе совершенствования социально-экономических отношений, инновационного развития и повышения конкурентоспособности национальной экономики. Достижение поставленной цели будет осуществляться через реализацию следующих приоритетных направлений:

- развитие человеческого потенциала, включая повышение качества образования;
- радикальная модернизация всех секторов экономики, создание новых наукоемких и высокотехнологичных производств;
- стимулирование предпринимательства и деловой инициативы;
- рост экспорта товаров и услуг, сбалансированность и эффективность внешней торговли;
- развитие импортозамещающих производств;
- повышение эффективности агропромышленного комплекса.

Республика Беларусь избрала инновационный путь развития, в основе которого – опора на широкое освоение результатов исследований и разработок в производстве. Для активизации инновационной деятельности необходимо развитие новых форм инновационной инфраструктуры, таких как научно-внедренческие и научно-технические центры, технопарки и технополисы, различных форм интеграции крупных предприятий и объединений с целью превращения их в саморазвивающиеся и конкурентоспособные.

## РЕИНЖИНИРИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ПРОИЗВОДСТВА

Студентка гр. 113610 Кушнер М. А.

Д-р экон. наук, профессор Енин Ю. И.

Белорусский национальный технический университет

Реинжиниринг в какой-то мере является синонимом выражения «техническое перевооружение» из советской экономики. Во многих сферах деятельности нам приходится переходить на международную рыночную терминологию. Поскольку понятие «реинжиниринг» по аналогии с системами измерений, статистики, управления качеством, бухучета и другими на международном уровне пока не стандартизовано, приведем авторское определение этого понятия.

Инжиниринг - процесс повышения организационно-технического уровня производства организации, обеспечивающего уровень конкурентоспособности процесса не ниже уровня конкурентоспособности ее входа, путем проведения научно-исследовательских, экспериментальных, проектно-конструкторских, технологических и строительных работ. Инжиниринговые работы могут выполнять как организации самостоятельно, так и инжиниринговые компании.

Реинжиниринг - процесс повышения организационно-технического уровня производства в организации посредством применения более tough инструментов (научных и технических средств) инжиниринга или инжиниринга нового (следующего) поколения. Например, если весь инструментарий научных основ инновационного менеджмента принять за 100 %, то в настоящее время организации изучают и применяют не более 10 % научных инструментов. Решение крупных стратегических проблем без применения этих инструментов невозможно. Как отмечает американский ученый М. Хамлер, «реинжиниринг - это фундаментальное переосмысление и радикальное перепроектирование деловых процессов для достижения резких улучшений в таких решающих показателях деятельности, как стоимость, качество, сервис и темпы». К этим показателям добавим еще конкурентоспособность, эффективность, устойчивость, перспективность как более важные для организации в условиях переходной экономики.

Более широким и комплексным понятием из области развития организации является реформирование (реструктуризация), охватывающее все аспекты деятельности: технические, экономические, информационные, управленческие и др. Первое направление комплексного развития организации в совокупности с совершенствованием организационной структуры и методов организации процессов относится к основным целям реинжиниринга. Главным в выполнении этой работы является применение научных методов инновационного менеджмента.



## **ИННОВАЦИОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ СТРУКТУРНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ СТРАНЫ**

Студент гр. 11306112 Ладутько М.М.

Ст. преп. Серченя Т.И.

Белорусский национальный технический университет

Государственная программа инновационного развития Республики Беларусь на 2011 – 2015 гг. предполагает проведение системной структурной модернизации национальной экономики с целью повышения конкурентоспособности белорусских товаров на внутреннем и внешних рынках. Анализ мирового опыта позволяет выделить два основных направления структурной модернизации: 1) модернизация в соответствии с требованиями экономики знаний и развитие сферы образования, науки и инноваций; 2) всемерное стимулирование предпринимательской деятельности, особенно инновационного предпринимательства.

При этом, несмотря на внешние различия, все успешные программы структурной модернизации опирались на всемерное поощрение инновационной деятельности, развитие инновационных секторов, инновационное предпринимательство. Инновационная составляющая, обеспечивающая рост национальной конкурентоспособности, оказывает также сильное воздействие на характер функционирования национальной экономики и приводит к большей ее открытости, интенсификации интеграционных процессов, унификации контроля над рынками, стандартизации требований к перемещению капитала, росту прямых иностранных инвестиций.

Разрабатывая программу структурной модернизации экономики, необходимо учитывать состояние и уровень развития сложившегося к началу процесса модернизации технологического базиса экономики, а также существующую структуру экономики, наличие в ней диспропорций, их характер, глубину и причины возникновения.

Для формирования позитивных структурных сдвигов необходимо, в первую очередь, обеспечить: 1) рост инновационной составляющей в выпускаемой продукции за счет ускоренного переоснащения и создания высокотехнологичных производств; 2) техническое переоснащение базовых технологических переделов валообразующих, градообразующих и структурообразующих организаций; 3) создание новых специализированных высокотехнологичных и наукоемких экспортоориентированных производств; 4) укрепление отраслевой науки, обеспечение подготовки высококвалифицированных специалистов и научных кадров высшей квалификации, способных к работе в условиях инновационной экономики.

## **К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ МЕТОДА ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ**

Студенты гр. 113511 Лесин А.С., Навоев Я.Э., Сальников Ю.А,  
Зимогоров А.А.

Ассистент Ясюченя О.В.

Белорусский национальный технический университет

В основе организации производства любого предприятия лежит рациональное сочетание во времени и в пространстве всех основных, вспомогательных и обслуживающих процессов. Особенности и методы этого сочетания разнообразны в различных производственных условиях. От степени организованности и умения управлять производством во многом зависит способность оперативного реагирования предприятия на изменения экономической обстановки в условиях жесткой конкуренции. Однако при всем многообразии последних организация производственных процессов должна быть подчинена некоторым общим принципам. К основным относятся непрерывность, пропорциональность, ритмичность, параллельность. Для реализации данных принципов существует множество методов. Однако в одной из научных статей преимущество отдается методу сетевого планирования разработки сложных технических систем. Из этого и следует вопрос: «Чем данный метод лучше других?». Сетевые графики служат не только для планирования разнообразных долгосрочных работ, но и их координации между руководителями и исполнителями проектов, а также для определения необходимых производственных ресурсов и их рационального использования. Сетевое планирование может успешно применяться в различных сферах производственной и предпринимательской деятельности.

Сегодня отечественным компаниям необходимо больше внимания уделять организации производства, формированию структур, обеспечивающих четкое выполнение работ, контролю и анализу результатов. Весь менеджмент предприятия должен быть ориентирован на достижение конкурентных преимуществ, а для этого важно использовать современные формы и методы организации и управления производством.

## ПРОБЛЕМЫ ИНВЕСТИРОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКУ БЕЛАРУСЬ

Студент гр. 113610 Лукьяненко А.Ю.

Канд. экон. наук, доцент Гурина Е.В.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время существуют определенные проблемы инвестирования на макро- и микроэкономическом уровнях. На микроэкономическом уровне (на уровне хозяйствующих субъектов) наилучшим способом решения данных проблем можно предложить развитие самоинвестирования в обновление и модернизацию. А по факту это будет ещё и «инвестирование в привлечение инвестора».

Далее стоит затронуть проблемы инвестирования, существующие на макроэкономическом уровне:

- *административные барьеры* Приход капитала в страну часто затруднен формальностями;

- *отсутствие четких правил*. Сегодня бизнес живет по одним правилам – завтра по другим, а либерализация законодательства в вопросах инвестирования не всегда последовательна;

- *«серые» схемы*. Ввод неразрешенной прибыли в «тень»;

- *незащищенность инвестора*. По данным Всемирного банка Беларусь по показателю защищенности инвестора спустилась со 101 места на 109. За не самое значительное нарушение можно получить штраф, размер которого в некоторых случаях просто уничтожает бизнес;

- *информация для инвесторов*. Для каждого инвестора, который когда-либо начинал реализацию серьезного проекта в Республике Беларусь, основной проблемой на старте было решение вопроса «Куда идти и где искать информацию?».

Улучшить ситуацию могло бы прежде всего - создание действительно единой системы льгот, предоставляемых инвесторам, где объем льгот мог бы зависеть от стоимости проекта и от его. Не исключено, что система льгот может включать в себя и систему обременений, но опять же - единую и понятную для всех инвесторов. Необходима качественно новая работа с информацией для инвесторов, как минимум с web-ресурсами, качественно новая работа чиновников, хотя бы в мелочах. Ведь многие люди привыкли к тому, что встреча начинается с улыбки, а приехавший для переговоров инвестор - не подотчетный провинившийся сотрудник, которого следует пожурить, он не имеет долга перед Республикой Беларусь, он вообще пока еще никому ничего не должен и лишь находится в стадии принятия решения: вкладывать сюда деньги или нет.

## ПЕРЕХОД НА СВОБОДНЫЕ ОФИСНЫЕ ПАКЕТЫ

Студент гр. 113610 Лукьяненко А.Ю.

Канд. экон. наук, доцент Гурина Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Существующая свобода выбора программного обеспечения (ПО) часто не реализуется на практике, что ведет к дополнительным расходам и ущербу конфиденциальности предприятий и пользователей.

Наиболее часто и широко используемые тип ПО, которое можно встретить на любых предприятиях и у большинства пользователей — офисные пакеты. В основном это Microsoft Office (MSO) 2003-2013. Цена на одну коммерческую лицензию MSO в зависимости от версии составляет от 3 500 000 до 8 100 000 бел. рублей.

С учетом тенденций на всё нарастающее в мире лоббирование интересов крупных разработчиков коммерческого ПО и его растущую стоимость хорошим решением может стать постепенный переход на OpenOffice или LibreOffice. Для последнего имеется положительная мировая практика внедрения данного пакета в работу гос. структур в Германии, позволившая сэкономить 22 млн. евро.

Плюсы, связанные с переходом на свободные офисные пакеты:

- начальная стоимость LibreOffice\OpenOffice равна нулю;
- интерфейс LibreOffice\OpenOffice напоминает «классический» интерфейс Microsoft Office 2003 и может быть настроен;
- свободный офисный пакет может ставится параллельно с уже установленным пакетом от Microsoft, что позволяет использовать ранее приобретенные лицензии на MSO и сгладить миграцию;
- свободные офисные пакеты имеют почти полную поддержку документов от Microsoft (.doc, .docx, .xls, .xlsx, .ppt, .pptx и так далее);
- открытый формат OpenDocument, представляющий собой альтернативу частным закрытым форматам от Microsoft;
- свободная лицензия, дающая возможность участвовать в разработке офисного пакета любому пользователю или специалисту;
- масштабное взаимодействие с сообществом такого уровня способно помочь привлечь внимание IT специалистов, сообществ и инвесторов на IT сфере нашей страны.

В случае массовой постепенной миграции на свободные офисные пакеты и повсеместного распространения форматов OpenDocument необходимость в массовом использовании платных офисных пакетов (MSO) практически отпадает, что позволяет сэкономить миллионы рублей, выводимых в итоге из страны в виде валюты.

## РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ ЛОГИСТИКА

Студент гр. 11306112 Максимович Р.А.

Канд. экон. наук, доцент Гурина Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Современные условия и географическое положение Республики Беларусь таковы, что ключевую роль в экономическом развитии нашей страны играет становление и развитие логистических связей. В Минской области в связи с пересечением здесь двух транспортных коридоров строиться наибольшее количество логистических центров. Основной целью этих центров является обеспечение доставки нужных товаров в нужное место, в нужное время с минимальными затратами и распределение этих товаров между оптовыми покупателями.

Изучением указанного комплекса задач и занимается распределительная логистика. Иными словами распределительная логистика - это комплекс всех действий, направленных на распределение товарного потока между оптовыми покупателями. Ключевыми моментами решения данного вопроса являются: способность удовлетворить спрос заказчика (т.е. поддерживать определенный уровень товарных запасов) вовремя и качественно.

Участие крупных логистических центров в пути распределения товара должно происходить в каналах первого и второго уровня, т.е. в цепочке *производитель - покупатель* целесообразно создавать промежуточные звенья: *оптовый посредник и розничный посредник*. Это будет иметь огромное значение для производителя в части снижения затрат на складское хранение товара, снижение транспортных расходов.

Основной проблемой использования посредников в распределительной логистике является оторванность производителя от потребителя. В силу увеличения распределительного канала теряется связь между ними. Использование производителями посредников в продвижении товаров на рынке усложняется двумя факторами: необходимостью дополнительных финансовых вложений и знанием конъюнктуры рынка данного региона для данного товара. Поэтому в функции посредника должно входить: 1. Исследование спроса на рынке для данного товара; 2. Нахождение и установление связей с потенциальным покупателем; 3. Совершение сделки (подписание договоров о поставке, согласование цен); 4. Транспортировка и складирование товара; 5. Доставка к покупателю.

Таким образом, при выработке решения о необходимости обращения к посредникам следует обосновать эффективность объемов их услуг.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ГЛОБАЛИЗАЦИИ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Студентка гр. 113611 Мойсейчик Д.А.

Д-р экон. наук, профессор Енин Ю.И.

Белорусский национальный технический университет

В начале XXI века мировая экономика как совокупность национальных хозяйств и их экономических и политических взаимоотношений обретает новое качество: важнейшей формой и одновременно новым этапом интернационализации хозяйственной жизни становится глобализация. Она охватывает важнейшие процессы социально-экономического развития мира, способствует ускорению экономического роста и модернизации. В то же время глобализация рождает новые противоречия и проблемы в мировой экономике. Сегодня все страны мира в разной степени охвачены процессом глобализации.

Понятие "глобализация" многогранно. В более широком плане - это перерастание национальных и региональных проблем в общемировые и формирование новой хозяйственной, социальной и природно-биологической глобальной среды. В более конкретном - это процесс трансформации экономических и хозяйственных структур в направлении становления целостной и единой мировой геоэкономической реальности. Конкретными сферами глобализации являются также научно-технические технологии, нравственно-этические ценности (глобальная этика), новые угрозы международной безопасности и стабильности (международный терроризм, транснациональная преступность, глобальное расползание оружия массового уничтожения) и др.

Сейчас, пожалуй, нет другой проблемы общественного развития, которая привлекала бы столь пристальное внимание ученых-экономистов, политологов, социологов, культурологов, экологов - как проблема глобализации. Она стала предметом серьезных научных исследований, жарких дискуссий и столкновения мнений.

Обращаясь к исследованию феномена глобализации, необходимо найти ответ прежде всего на следующий вопрос: что несет с собой усиливающаяся всеобщая взаимозависимость стран и народов - перспективу общего прогресса и процветания или новые опасности и конфликты? Ответ на этот поистине судьбоносный вопрос важен для всего мира.

## **ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ**

Студентка гр. 113611 Мойсейчик Д.А.

Канд. экон. наук, доцент Мелюшин П.В.

Белорусский национальный технический университет

Качество товара, его эксплуатационная безопасность и надежность, дизайн, уровень послепродажного обслуживания являются для современного покупателя основными критериями при совершении покупки и, следовательно, определяют успех или неуспех фирмы на рынке.

Современная рыночная экономика предъявляет принципиально новые требования к качеству выпускаемой продукции. Это связано с тем, что сейчас выживаемость любой фирмы, ее устойчивое положение на рынке товаров и услуг определяются уровнем конкурентоспособности. В свою очередь, конкурентоспособность связана с действием нескольких десятков факторов, среди которых можно выделить два основных - уровень цены и качество продукции. Причем второй фактор постепенно выходит на первое место. Производительность труда, экономия всех видов ресурсов уступают место качеству продукции.

Новейший подход к стратегии предпринимательства заключается в понимании того, что качество является самым эффективным средством удовлетворения требований потребителей и одновременно с этим - снижения издержек производства.

Решая проблемы обеспечения качества на предприятии, необходимо руководствоваться проверенным практикой принципом - производить качественно для фирмы всегда выгоднее. Один из создателей мирового движения качества, японский профессор Каору Исикава, сказал афористично: "Нельзя экономить на качестве, поскольку качество само является экономией".

## ПРИВЛЕЧЕНИЕ ИНВЕСТИЦИЙ В ОБЛАСТЬ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

Студентки гр.13ДКП-2 Пристром М.В, Скалабан Ю.О.  
М-р экон. наук Довыдова О. Г.

Белорусский государственный экономический университет

Приборостроение в Республике Беларусь является важной составной частью машиностроительной и металлообрабатывающей промышленности, которая в свою очередь включена в промышленный комплекс Республики Беларусь. Для развития данной отрасли необходимо привлечение инвестиций, как собственных, так и иностранных. Необходимость привлечения инвестиций чрезвычайно актуальна для стран с переходной экономикой, так как они позволяют завершить рыночную реструктуризацию, обеспечить устойчивый экономический рост и эффективно интегрироваться в мировое хозяйство.

Модернизация действующих и создание новых производств во многом зависит от привлечения инвестиций за счет внешних источников, прежде всего прямых иностранных инвестиций, о чем свидетельствует таблица 1.

Таблица 1 – Валовое поступление иностранных инвестиций (тыс. \$США)

	Поступило за первое полугодие 2014г.				Справочно поступило за первое полугодие 2013г.
	всего	в том числе			
		прямые	портфельные	прочие	
Республика Беларусь	8334 385,7	5 931 421,4	256,2	2 399 708,1	7 848 465,5
промышленность	1 780 421,4	736 636,1	241,4	1 043 543,9	1 477 872,7

Наряду с привлечением внешних инвестиционных ресурсов в экономику республики необходимо также решить проблему увеличения вложений за счет собственных средств организаций. За 2015год инвестиции на приобретение машин, оборудования, транспортных средств составили 3 трлн. рублей, или 27,1% общего объема инвестиций и 88,2% к уровню января 2014 г. На долю импортных машин, оборудования, транспортных средств приходится 67,2% этих инвестиций. Из импортного оборудования 25,9% приобретено на территории Республики Беларусь [1].

### Литература

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь // Официальная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by>. – Дата доступа: 01.03.2015.



## **ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МАЛОГО ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА**

Студент гр. 113621 Приходько Е.В.

Д-р экон. наук, профессор Енин Ю.И.

Белорусский национальный технический университет

Можно выявить четыре группы проблем, в наибольшей мере сдерживающих развитие малого предпринимательства в Беларуси. Это проблемы, во-первых, организационные, связанные с юридическим оформлением и регистрацией предприятия, открытием счета в банке, получением различных разрешений и т.п., то есть весь перечень административных барьеров.

Во-вторых, материально-технического обеспечения: нехватка или отсутствие производственных помещений и современного оборудования, низкая квалификация персонала, недостаточная правовая защищенность деятельности предприятий и др. Отметим, что проблема нехватки производственных и служебных помещений существенно тормозит развитие малого предпринимательства.

В-третьих, финансовые: недостаток финансов для приобретения в собственность земли, помещений под офисы, для аренды, долгосрочных кредитов стартового капитала, в создании собственной дилерской сети и установлении связей с поставщиками сырья. Кроме того, сюда с полным правом можно отнести и налоговые проблемы, связанные с налоговым законодательством – число налогов, величина совокупных налоговых выплат, частые изменения в налоговом законодательстве.

В-четвертых, кредитные, сопряженные с получением кредитов при посредничестве банков или других организаций.

В большинстве развитых стран решение этих проблем обеспечивает государство.

Доля государства в расходах на НИОКР в западных странах колеблется от 43%. Республика Беларусь поддерживает малые инновационные предприятия в слишком скромных масштабах, одновременно не предоставляет гарантий для того, чтобы они могли шире использовать заемные средства.

Главным содержанием государственной инновационной политики в отношении малого бизнеса должно стать регулирование финансовых потоков, направленное на облегчение доступа малых предприятий к источникам финансовых средств. Здесь можно выделить два направления: целенаправленное субсидирование из бюджета и привлечение частного капитала к финансированию инновационной деятельности малых предприятий.

## **ИНВЕСТИЦИИ В СОЗДАНИЕ УНИВЕРСИТЕТСКИХ СПИН-ОФФ ПРЕДПРИЯТИЙ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ**

Студентка гр.113621 Сафронова О.В.

М-р экон. наук Гмырак В.Н.

Белорусский национальный технический университет

Сегодня в каждом университете все больше студентов и аспирантов хотят создать новые компании, основанные на результатах исследований, полученных ими во время учебы. Эти университетские предприниматели могут стать движущей силой экономического развития нашей страны. Фирмы «спин-офф» это малые инновационные фирмы, которые организуются с целью коммерческого внедрения научно-технических достижений, полученных в ходе выполнения крупных негражданских проектов - военных, космических. Финансирование играет решающую роль в развитии спин-офф компаний. Однако, венчурные инвесторы редко вкладывают средства в спин-офф компании на их ранней стадии развития, главным образом потому, что на данном этапе еще не ясно как именно технология может быть использована, каким будет конечный продукт и на какой рынок он будет нацелен. В первую очередь, создатели спин-офф компаний могут обратиться в различные государственные фонды. На сегодняшний день многие спин-офф компании получают правительственные субсидии на развитие научных разработок до того уровня, на котором они могли бы заинтересовать частных венчурных инвесторов. В Республике Беларусь такой механизм существует, но развит недостаточно хорошо. Для получения стартового капитала спин-офф компании также могут привлечь бизнес-ангела. Бизнес-ангелы могут инвестировать в спин-офф компанию на ранней стадии технологического развития. Еще одной формой привлечения стартового капитала являются контракты одновременного инжиниринга между спин-офф компанией и крупной фирмой. Крупные фирмы часто бывают неэффективны в разработке новых инновационных продуктов и технологий. Таким образом, спин-офф компания может заключить контракт на разработку нового продукта для крупной фирмы. После чего фирма покупает права на использование разработанного продукта. И, наконец, спин-офф компания может получить стартовый капитал через платформы краудфандинга. Число платформ краудфандинга стремительно увеличивается во всем мире, при том, что суммы, которые они позволяют собирать молодым компаниям растут экспоненциально.

Научные спин-офф компании играют важнейшую роль в создании новых технологий и увеличении экономического роста в капиталоемких отраслях.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКЛАМНОЙ КАМПАНИИ

Студентка гр. 313810 Силич Л.В.<sup>1</sup>, Третьяков-Савич Е.С.<sup>2</sup>  
Ст. преп. Третьякова Е.С.<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Каунасский технологический университет

В современных условиях определение эффективности рекламных кампаний, как важного контролирующего элемента рекламной деятельности, является актуальной проблемой. Для рекламодателя очень важно получить информацию о целесообразности рекламы и результативности ее отдельных средств, определить условия оптимального воздействия рекламы на потенциальных покупателей.

Оценку эффективности рекламы проводят по нескольким направлениям: делают выводы о том, насколько эффективно то или иное рекламное объявление и его отдельные элементы, насколько целесообразно применение тех или иных рекламных средств, насколько эффективно вложение средств в рекламу и т.д.

В мировой практике существуют два вида оценки эффективности рекламы: экономическая (эффективность воздействия на продажи) и коммуникативная (эффективность психологического воздействия на сознание людей); они тесно взаимосвязаны, так как экономическая эффективность напрямую зависит от степени психологического воздействия на людей, то есть для повышения экономической эффективности рекламы важно обеспечить ее высокую коммуникативную результативность. Исследование эффективности рекламы должно быть направлено на получение специальных сведений о сущности и взаимосвязи факторов, служащих достижению целей рекламы с наименьшими затратами средств и максимальной отдачей, что позволит устранить бездействующую рекламу и определить условия для оптимального ее воздействия.

В качестве современных подходов к оценке эффективности рекламной кампании можно выделить следующие: метод "отзыва без помощи" (его используют для определения отношения к товару); метод Гэллага – Робинсона (используют для оценки узнаваемости рекламных обращений); метод Старча (по этому методу каждый респондент просматривает публикации и отмечает те рекламные объявления, которые он видел ранее); метод "тайников" (предназначен для проверки запоминаемости объявления); а также оценка влияния рекламной кампании на повышение осведомленности о марке, ее узнаваемости, степени доверия к ней.

## МОТИВАЦИЯ ПЕРСОНАЛА ОРГАНИЗАЦИИ

Студентка группы 113061-12 Скребец Н.И.

Ст. преп. Минько М.В.

Белорусский национальный технический университет

Мотивация персонала является основным средством обеспечения оптимального использования ресурсов, мобилизации имеющегося кадрового потенциала. Основная цель процесса мотивации - это получение максимальной отдачи от использования имеющихся трудовых ресурсов, что позволяет повысить общую результативность и прибыльность деятельности предприятия. Для Беларуси проблема мотивации - актуальная задача, которая стоит на повестке дня у большинства организаций.

Целью трудовой мотивации, её мотивационного механизма является повышение индивидуальной, групповой и организационной результативности, как в текущий момент, так и в долгосрочной перспективе. Способность мотивировать относится к ключевым компетенциям руководителя, заставляя его искать новые современные подходы и методы воздействия на персонал, изучать причины, побуждающих людей работать в интересах организации, используя весь свой потенциал. А профессиональный потенциал работника при высокой мотивации реализуется достаточно полно (70 – 80 процентов), в то время как при низкой мотивации – в лучшем случае на 20 – 30 процентов. В процессе формирования механизма мотивации происходит усвоение социальных ценностей, норм и правил поведения, выработка специфических ценностных ориентации и установок в сфере труда. На уровне ценностного и практического сознания определяется тип мотивации. Для выявления направлений совершенствования мотивации и стимулирования работников более целесообразной является модальная типология. В соответствии с ней выделяются три типа мотивации: I тип — работники, ориентированные преимущественно на содержательность и общественную значимость труда; II тип — работники, преимущественно ориентированные на оплату труда и статусные ценности; III тип — работники, у которых значимость разных ценностей сбалансирована. Исходя из возможностей использования методов материального либо нематериального стимулирования, менеджеры должны разрабатывать систему мотиваторов, учитывая специфику коллектива, индивидуальные особенности каждого сотрудника, специфику данной сферы деятельности. Такой подход – один из главных резервов повышения эффективности управления. Для разработки индивидуального подхода к каждому конкретному сотруднику необходимо: изучить потребности; определить рычаги мотивации; совместить систему мотивации работника с общей мотивационной системой организации; отследить и проанализировать результат; сделать выводы и корректировки.

## ХЕДЖИРОВАНИЕ И СПЕКУЛЯЦИЯ НА ВАЛЮТНОМ РЫНКЕ

Студентка гр. 113611 Соломко М.В.

Д-р экон. наук, профессор Енин Ю.И.

Белорусский национальный технический университет

Постоянные изменения обменных курсов создают ситуацию риска на валютном рынке. Реакция отдельных экономических агентов на колебания валютных курсов не одинакова. Одни не желают зависеть от этих колебаний, стремясь избежать риска или, по крайней мере его снизить. В целях защиты от риска проводятся специальные валютные операции, называемые *хеджированием*, а сами экономические агенты, страхующие валютные риски, называются хеджерами.

Другие агенты, внимательно следя за тенденциями изменений валютных курсов, стремятся извлечь из этого выгоду. Купля-продажа валюты с целью извлечь прибыль является *спекуляцией*, а агенты, осуществляющие подобные операции, называются спекулянтами.

Хеджирование - система заключения срочных контрактов и сделок, учитывающая вероятные в будущем изменения обменных валютных курсов и преследующая цель избежать неблагоприятных последствий этих изменений. Смысл хеджирования заключается в том, чтобы устранить открытые позиции в иностранной валюте, добиться баланса требований и обязательств.

В отличие от хеджеров спекулянты, тщательно отслеживая тенденции изменения обменных курсов, стремятся извлечь прибыль из незастрахованных открытых валютных позиций. Действия спекулянтов зависят от колебаний процентных ставок и ожидаемого изменения валютных курсов. Спекулянты сознательно идут на риск, ибо валютная спекуляция означает взятие на себя обязательств, будущая стоимость которых в конкретной валюте неопределенна. В зависимости от правильности формирования ожиданий спекулянт может выиграть, получив прибыль, но может и понести потери. Их ожидания ценовых сдвигов чутко улавливают перелив ресурсов из отрасли в отрасль, изменения экономической и политической конъюнктуры. Цены, образующиеся в результате их деятельности, являются своеобразным барометром. Они подсказывают всему обществу перспективные направления развития.

Таким образом хеджирование и спекуляция является необходимой составляющей рыночной экономики, объективно способствующая более гибкому функционированию рыночного механизма.

## ЭФФЕКТ ОТ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Студентка гр. 113611 Соломко М.В.

Канд. экон. наук, доцент Мелюшин П.В.

Белорусский национальный технический университет

Эффективность использования всех элементов производственного процесса зависит от многих факторов, прежде всего организации самого производства. Эффект от деятельности по организации производства проявляется в трех формах: экономической, социальной, организационной.

*Экономическая форма* эффекта наиболее изучена, для нее разработаны соответствующие количественные методы оценки, общие для определения экономической эффективности любых затрат (на реорганизацию производства, создание новых организационных структур, внедрение новой техники и др.). Эффективность организации производства оценивается по темпам изменения основных экономических показателей производства.

*Социальная форма эффекта* от организации производства имеет свою специфическую оценку, хотя и не может быть выражена таким единым синтетическим показателем как экономическая эффективность. Социальные последствия организационных решений представляют абсолютную ценность и могут быть измерены и оценены только с помощью категорий, отражающих социальную политику конкретного предприятия. К социальным результатам относятся повышение престижности труда, технологической дисциплины и др.

*Организационный эффект* организации производства выражается в усилении взаимосвязи и взаимодействия элементов производственной системы и появлении у системы качественно новых свойств, отсутствующих у ее элементов и нехарактерных для них. На уровне подразделений предприятия - повышение согласованности и упорядоченности отдельных процессов и работ, качества функционирования производственной системы. На макроуровне - возможность реализации крупномасштабных мероприятий по реорганизации производства, приводящие к повышению целостности системы и развитию ее эмерджентных свойств.

Таким образом, совокупный эффект организационной системы включает не только результаты в виде увеличения объема выполненных работ или услуг, но и определенные социальные и организационные результаты.

## МЕСТО КЛАСТЕРОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Студентка гр. ДКП-2 Сыман А.О.

М-р экон. наук Довыдова О.Г.

Белорусский государственный экономический университет

Процессы глобализации, усиления конкуренции, развитие информационно-компьютерных технологий, масштабный характер создания и использования знаний, технологий, продуктов, услуг, обусловили возникновение кластеров как институциональной основы инновационного развития регионов и страны в целом. Кластер - сетевая организация географически соседствующих взаимосвязанных компаний и связанных с ними организаций, действующих в определенной сфере и взаимодополняющих друг друга[1].

На сегодняшний день достойными примерами могут служить успешный опыт реализации кластерной модели развития в IT-индустрии и светотехнический кластер. Принципиально новыми для мира являются такие проекты светотехнического кластера, как: - проект 100% светодиодного освещения vip-салонов самолетов;-проект 100% светодиодного освещения vip-вагонов железнодорожного транспорта.

С целью повышения инвестиционной привлекательности (т.е. привлечения ПИИ) и продвижения позитивного имиджа Республики Беларусь за рубежом предусмотрено создание семи кластеров:

1. Химический кластер в г. Гродно
2. Нефтехимический кластер в г. Новополоцке
3. Агротехностроительный кластер в г. Гомеле
4. Автотракторостроительный кластер в г. Минске
5. Химико-текстильный кластер в г. Могилеве
6. Кластер по производству льнопродукции в г. Орше
7. Фармацевтический кластер[2].

Особое внимание кластерной политике обусловлено становлением национальной экономики на инновационный путь развития.

Таким образом, кластер дает импульс для развития новых производств, отраслей. При этом он формирует конкурентоспособность не на основе низкой зарплаты, налоговых льгот, а преимущественно за счет повышения производительности труда, активизации инновационной деятельности, повышения ценности выпускаемой продукции.

### Литература

1. Бирюков, А.В. Преимущества современных инновационных кластеров / А.В. Бирюков // Сайт «Морские вести» [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа: <http://www.morvesti.ru>

2. Государственная программа инновационного развития на 2011-2015 гг.

## РИСКИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Студентка гр. 11308113 Терешенко А.Н.

Канд. экон. наук, доцент Гурина Е.В.

Белорусский национальный технический университет

При осуществлении инновационной деятельности необходимо учитывать, что инновационный процесс отличается от прочих бизнес-процессов повышенной неопределенностью, высокими рисками, низкой предсказуемостью результатов и, следовательно, проблематичной и вероятностной отдачей. Неопределенность в инновационной сфере экономики — неясная, точно не известная обстановка, неполнота или неточность информации об условиях инновационной деятельности, которые обуславливают частичную или полную неопределенность конечных, результатов этой деятельности и связанных с ней затрат.

В свою очередь инновационные риски увеличивают инвестиционные и технологические риски. В ряде случаев критическим моментом является коммерческий риск, тем более разрушительный, что к моменту вывода на рынок инновации затраты на разработку и реальные инвестиции достигают величины, близкой к максимальной. В крупных организациях этот риск, однако, значительно меньше, так как перекрывается масштабами обычной хозяйственной деятельности, чаще всего диверсифицированной. Малые фирмы более подвержены риску. Фирмы, активно финансирующие инновационную деятельность, сталкиваются с повышенными финансовыми рисками, которые не только аккумулируют финансовые последствия всех вышеперечисленных рисков, но и связаны с тем, что затраты на разработку ИП приводят к снижению текущей рентабельности, уменьшению выплачиваемых дивидендов и, как следствие, снижению рыночной стоимости фирм.

Следует иметь в виду, что уровень неопределенности и величина рисков увеличиваются с повышением степени радикальности, т.е. собственно инновационности, разработки, что, естественно, снижает управляемость и планируемость инновационного процесса. Риск возрастает из-за возможности сбоев в сложной цепочке фаз и этапов данного процесса, в которую включено множество субъектов инновационной деятельности: разработчики и производители промежуточной и конечной продукции, ее потребители, инвесторы и др. Поэтому очень важно оптимизировать инновационный процесс по времени, месту, ресурсам, что, несомненно, будет способствовать снижению всех видов рисков.



## **РОЛЬ ТРУДА И ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ В УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ**

Студент гр.11308112 Терешко И.М

Ст. преп. Манулик Н.П

Белорусский национальный технический университет

Труд работающего является необходимой составной частью процесса производства, потребления, распределения созданного продукта. Участие трудящихся в доле вновь созданных материальных и духовных благ выражается в виде заработной платы, которая должна соответствовать количеству и качеству затраченного ими труда.

Трудовые ресурсы — это экономически активная, трудоспособная часть населения, обладающая физическими, духовными способностями для участия в трудовой деятельности.

Трудовые ресурсы заметно отличаются от других видов ресурсов. Эти отличия проявляются в следующем:

1. человек обладает способностями, инициативой, волей, поэтому является не только пассивным объектом управления, но и проводником самостоятельной линии поведения; 2. человек вносит жизненный смысл в производственный процесс и не может служить только средством для достижения целей организации. Он имеет свою цену и представляет собственные требования к своему окружению; 3. человек не может целиком принадлежать организации. В распоряжение организации представляется за определенную плату исключительно его рабочая сила. Работник самостоятельно строит свою персональную политику и принимает решения о том, работать ему в данной организации или уволиться из нее.

Достаточная обеспеченность трудовыми ресурсами, их рациональное использование, высокий уровень производительности труда имеют большое значение для улучшения показателей работы, повышения ее эффективности.

По существу, стоимость рабочей силы есть стоимость средств существования, необходимых для воспроизводства рабочей силы. Они включают стоимость средств, необходимых для удовлетворения потребностей самого работника, стоимость средств, необходимых для содержания семьи работника, стоимость средств.

Заработная плата - совокупность вознаграждений, исчисляемых в денежных единицах или (и) натуральной форме, которые наниматель обязан выплатить работнику за фактически выполненную работу, а так же за периоды, включаемые в рабочее время.

## ПРОБЛЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ ТРУДА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Студентка гр. 11308112 Уляй О.В.

Ассистент Макарская М.М.

Белорусский национальный технический университет

В условиях возрастающей конкуренции и нестабильности развития экономики перед руководством предприятий остро встаёт вопрос повышения рентабельности производства, в том числе за счет повышения производительности труда. Связь между повышением производительности и организацией труда отражает концепция нормирования труда, принятая в странах с современной рыночной экономикой. Нормирование труда преследует следующие цели:

1) экономические – нормирование труда позволяет проводить более четкое планирование фонда оплаты труда сотрудников, а также при необходимости может быть направлено на повышение производительности труда;

2) организационные – нормирование труда позволяет решить конкретные организационные вопросы, связанные с оптимизацией численности, с более четким планированием выпуска продукции на предприятии.

Однако, зачастую загруженность производственных мощностей в действительности ниже, чем заявлено в сопроводительной документации к оборудованию, особенно если это современное импортное оборудование. Это связано с тем, что рабочий процесс организован не оптимально. Рациональное использование рабочего времени приводит к повышению производительности труда и, как следствие этого, к снижению издержек на изготовление единицы продукции, к росту прибыли – непосредственно тому, к чему стремится любой руководитель.

На многих предприятиях по-прежнему используются нормативы, разработанные для производственных процессов, не соответствующих текущим технологическим и трудовым процессам. Разработанные ранее нормы не учитывают новые технологии, стандарты, новое оборудование, новые виды работ, инструментальные средства, механизацию и автоматизацию рабочих мест, оптимизированные бизнес-процессы предприятий.

Установление технически обоснованных нормативов ориентирует предприятие и его работников на достижение более высокой производительности труда, а также повышает точность планирования финансово-экономических показателей и трудовых ресурсов.

## ДЕЛОВАЯ ИГРА КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ТВОРЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Студентка гр. 11308114 Урбанович В.Р.

Ассистент Макарская М. М.

Белорусский национальный технический университет

Целью деловой игры является помощь руководителям в принятии наиболее рациональных решений на производстве. В игре имитируется рабочая обстановка, которая имеет место в действительности, ставится актуальная проблемная ситуация. Различие ролевых целей и наличие общей цели игрового коллектива способствует созданию атмосферы реальных отношений между коллегами и той обстановке, в которой предстоит принимать решения настоящим работникам. Деловая игра как форма деятельности в условных ситуациях направлена на воссоздание и усвоение общественного и социального опыта, она позволяет осваивать социально-значимые способности личности. Структурными основными компонентами деловой игры являются правила, индивидуальная работа, групповое обсуждение, результат игры.

Особое место занимают сквозные деловые игры. В отличие от обычной игры, в которой в большинстве своем прорабатываются отдельные вопросы, сквозная деловая игра охватывает всю тематику определенного предмета или группы родственных курсов. Примером такой сквозной деловой игры является компьютерная игра «Моделирование экономики и менеджмент» (МЭМ). МЭМ предоставляет уникальную возможность управлять собственной компанией в условиях конкурентного окружения, т.е. смоделирован мир реального бизнеса, позволяет применять знания в ситуации реальной деловой конкуренции. МЭМ иллюстрирует также возможность развития успешной стратегии через взаимосвязь принимаемых решений. Участник должен досконально понимать и тщательно планировать каждый элемент стратегии своей компании: цену, величину производства, затраты на маркетинг, научные исследования, совершенствование продукции и капиталовложения. Важнейшим моментом является то, что решение по каждому параметру принимается в русле общей стратегии. Деловая игра МЭМ предполагает практическое использование знаний по различным темам, например, “Начало бизнеса”, “Финансирование предпринимательства” и др.

Деловые игры позволяют более полно воспроизводить практическую деятельность, выявлять проблемы и причины их появления, разрабатывать варианты решения проблем, оценивать каждый из вариантов решения проблемы, принимать решение и определять механизм его реализации.

## **ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ КЛАСТЕРНОГО ПОДХОДА**

Студент гр. 113611 Филипп К.Д.

Ст. преп. Серченя Т.И.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время одной из перспективных форм организации инновационной деятельности в стране являются кластеры. Зарубежный опыт свидетельствует, что кластеры зарекомендовали себя как успешно развивающиеся, имеющие лидирующие позиции на различных рынках объединённые группы организаций в пределах определенной территории. Кластеры обеспечивают значительный импульс развития государств с рыночной экономикой, становятся базой конкурентоспособности экономики.

В экономической литературе кластеры рассматриваются как экономический феномен, возникший, чаще всего, естественным путем. Возможно образование кластеров и по инициативе государства, когда государство определяет цели, задачи, приоритеты и основных стейкхолдеров кластера. Так, европейская кластерная политика направлена на поддержку высокотехнологичных проектов. Государство тщательно отбирает заявки, в которых должна быть высокая степень детализации на получение господдержки, данная процедура имеет длительные сроки. Необходимо обозначить, что господдержка может быть остановлена, если кластер не добивается успеха. В Швеции, Дании, Венгрии, Норвегии, где промышленность полностью охвачена кластеризацией, используется промежуточная оценка эффективности кластера, по итогам которой решается целесообразность дальнейшей поддержки. Многие страны уделяют внимание усилению связей между университетами и производством в целях развития инновационных процессов.

Во многом кластерный подход вытекает из концепций (стратегий) регионального развития. К примеру, в США задача формирования и укрепления кластеров была одной из важнейших национальных приоритетов. Поэтому государство расширило права таким организациям: различного рода льготами, субсидированием, а также безвозмездной арендой государственной земельной собственности. Япония стала ярким примером качественного использования и совершенствования опыта других стран. Кластеры Японии отличаются тем, что они преобладают в смешанных отраслях. Предприятия КНР работают по модели, когда организации кластера максимально используют природный, кадровый и интеграционный потенциалы соседних регионов.

На сегодняшний день в Республике Беларусь есть все предпосылки для успешного создания и функционирования инновационно-промышленных кластеров, опираясь на зарубежный опыт, но с учётом особенностей национального развития.

## РЕАЛЬНЫЕ ОПЦИОНЫ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

Магистрант гр. 14-ЗУП-2 Цыбудько В.А.

Д-р экон. наук, профессор Нехорошева Л.Н.

Белорусский государственный экономический университет

Расчет эффективности инвестиций с использованием метода дисконтирования не является рациональным в силу игнорирования гибкости принимаемых решений, а также сведению риска к изменению ставки дисконтирования. В итоге оценка эффективности инвестиционных вложений не отражает имеющиеся у предприятия возможности и другие, кроме экономического, виды рисков.

Метод реальных опционов определяет справедливую стоимость инновационных проектов учитывая расчеты NPV и стоимость реальных опционов проекта, где реальный опцион — это право, но не обязанность осуществления реальных инвестиций. Для того, чтобы применить данную модель, необходимо разбить инновационный процесс на соответствующие этапы, с точки зрения моментов появления и приобретения реальных опционов инноваций, их стоимости и премии.

Изначально строится дерево цены базового актива, в котором цена актива в любой период времени может двигаться к одной из двух возможных цен с определенной вероятностью (определяется экспертным методом). Расчет стоимости реальных опционов начинается с правого верхнего угла и происходит справа налево по ветвям дерева. Стоимость опционов последней ветви дерева равняется разнице между ценой актива для данной ветви и стоимостью исполнения опциона (инвестициями). Если данная разница меньше нуля, то стоимость реального опциона равна нулю. Расчет производится по следующей формуле [2]:

$$V^{t-1} = (V_u^t * p + V_d^t * (1 - p)) * e^{-rt},$$

где  $V^{t-1}$  – цена реального опциона на стыке дерева,  $r$  – безрисковая ставка,  $V_u$  и  $V_d$  – верхнее и нижнее положение цены опциона,  $P$  – вероятность положительного исхода.

В подавляющем большинстве случаев этот метод оказывается достаточно эффективным и более точным чем применение метода, основанного на дисконтированных оценках в силу учета управленческой гибкости и рисков проекта в сценарных значениях, а не в ставке дисконтирования.

### Литература

1. Дамодаран, А. Инвестиционная оценка: Инструменты и методы оценки любых активов / Асват Дамодаран // Перевод с англ. — 2008. — 1340 с.

## СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Студентки гр. ДКП-2 Черепковская О.З., Борисевич Н.В.,  
Довнар А.В.

М-р экон. наук Довыдова О. Г.

Белорусский государственный экономический университет

Отрасль столкнулась с рядом проблем, препятствующих повышению конкурентоспособности продукции и снижению складских запасов. Среди них: 1) техническая и технологическая отсталость отрасли от зарубежных стран; 2) негибкость производства, не возможность быстро подстроится под требования рынка (потребителей); 3) высокий удельный вес импорта, 4) обострение конкуренции на внутреннем рынке; 5) дефицит высококвалифицированных специалистов; 6) высокая себестоимость производимой продукции [2].

Причины: низкая диверсификация рынков сбыта, наличие недостаточно эффективно выстроенной маркетинговой стратегии на предприятиях, относительная пассивность многих предприятий к данной проблеме. Если раньше удельный вес легкой промышленности в структуре промышленного комплекса составлял 17,2 %, то сейчас — 6,3 %[1].

Для выхода легкой промышленности Беларуси на высокий уровень, необходимо соблюдение следующих мер: 1) гибкое производство, способное быстро подстроится под требования и изменения потребностей рынка (потребителей); 2) сотрудничество с ведущими мировыми производителями; 3) обеспечение отрасли высококвалифицированным персоналом, повышение профессионального мастерства рабочих; 4) модернизация изношенного и морально устаревшего оборудования; 5) увеличение объемов производства импортозамещающего сырья; 6) локальное перепроектирование и внедрение инновационных технологий производства продукции; 7) использование зарубежного опыта[2]. Это позволит обеспечить в полной мере населения страны высококачественными модными товарами в широком ассортименте по доступным ценам.

### Литература

1. Концерн Беллепром [Электронный ресурс] – Режим доступа – [www.bellegprom.by](http://www.bellegprom.by). – Дата доступа: 22.02.2015.
2. Национальная экономика Беларуси: Учебник. Под ред. В.Н. Шимова. Минск: БГЭУ. 2009.

## ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ОСОБЕННОСТИ ЖЕНЩИНЫ-РУКОВОДИТЕЛЯ

Студент гр. 11308113 Черкас А.А.

Ст. преп. Третьякова Е.С.

Белорусский национальный технический университет

В современных условиях одним из решающих факторов повышения эффективности деятельности любого предприятия является поиск путей активизации человеческого потенциала внутри организации и учет психологических особенностей персонала. Деловые качества, умение добиваться результатов, владение методами управления, уровень интеллекта присущи любому руководителю независимо от пола. В настоящее время для многих стран характерна тенденция к продвижению женщин во всех сферах человеческой деятельности. Поэтому особое внимание уделяется вопросам наиболее эффективного взаимодействия руководителя с подчиненными и в особенности женщины-руководителя

Сегодня женщины занимают не просто руководящие должности, но и посты министра, президента. Управленческая трудовая деятельность женщины имеет определенные характерные черты. Деловое чутье, сильный характер, ответственность, высокая трудоспособность, активность, умение вести за собой коллектив – все это называют задатками лидера, которые в наше время присущи не только мужчинам, но и женщинам. Однако в управлении персоналом женщина реже прибегает к авторитарным методам, а использует методы убеждения, мотивации, ищет компромиссные пути, не прибегает к необдуманным опрометчивым решениям. Во взаимоотношениях с внешней средой женщины более гибки, умеют адаптироваться к сложившимся обстоятельствам. В экстремальных ситуациях женщина придерживается не стратегии страха и избегания, а активного противостояния.

Таким образом, можно сделать вывод, что сила женщины совсем не в имитации мужского стиля руководства, как многие утверждают. Конечно же руководителем может стать не каждая представительница прекрасного пола, для этого необходимы определенный склад характера, целеустремленность, интеллект, жизненный и профессиональный опыт, интуиция и лидерские качества. Но нельзя не отметить тот факт, что женщины зарекомендовали себя как хорошие начальники и знатоки своего дела, по этим причинам, с каждым днем мы все чаще и чаще встречаем представительниц прекрасного пола на руководящих должностях.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МИРОВОГО РЫНКА В СФЕРЕ РЕКЛАМЫ

Студент гр. 11308112 Чернов Д.С.

Ст. преп. Третьякова Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Мировой рынок рекламы является средой, в которой в условиях реальной конкуренции осуществляются рекламные мероприятия, содействующие экспорту отечественных товаров и услуг. Как правило, специфика этой среды не столько ему способствует, сколько препятствует. Поэтому знание особенностей, состояния и тенденций развития мирового рынка рекламы представляется необходимым прежде всего для того, чтобы во внешнеэкономической сфере подготавливались и проводились достаточно профессиональные и адекватные маркетинговому окружению рекламные кампании. Изменения в рекламе объясняются ее высокой динамичностью. Она мгновенно реагирует на события, происходящие на рынке, и в какой-то степени служит их индикатором. Будучи частью механизма рыночных отношений, при любых сбоях в его работе реклама вынуждена приспосабливаться к создавшимся условиям, менять формы, вносить коррективы в содержание. Трудности со сбытом продукции и услуг усугубляются не только обостряющейся конкуренцией. Возникают новые, нетрадиционные проблемы, в частности, энергетические, топливные и сырьевые кризисы, жизненно важная необходимость защиты окружающей среды. Меняется социально-демографическое состояние общества, происходит переоценка ценностей среди его членов. Производителям приходится создавать более экономичные и экологически чистые конструкции и технологии. Чтобы конкурировать с транснациональными корпорациями, сконцентрировавшими в своих руках огромные финансовые, производственные и научно-технические ресурсы и около половины мировой торговли, фирмам "второго эшелона" приходится интенсифицировать рекламу. В этих условиях борьба за потребителя становится все более изощренной. Поэтому на современном рынке побеждает тот, кто наряду с принципиально новым изделием предлагает более совершенные услуги, формы и методы сбыта. Рекламный рынок неизбежно ждет революция в принципах ценообразования: во всех рекламоносителях принцип продажи рекламы за количество, а чуть позже и качество контактов будет вытеснять продажу рекламы площадью. В первую очередь это коснется прессы, радиостанций и наружной рекламы. Телевидение, и тем более интернет, давно идут по этому пути. Рекламный рынок ждет переоценка рекламных возможностей и мест в конкретных рекламоносителях. Вероятнее всего появятся новые формы продажи рекламы, например, «топовых» мест через аукционы.



## СТРАТЕГИЯ И ТАКТИКА АНТИИНФЛЯЦИОННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Студентка гр.11306113 Шматова Н.И.

Ст. преп. Серченя Т.И.

Белорусский национальный технический университет

Негативные социальные и экономические последствия инфляции вынуждают правительства разных стран проводить определенную экономическую политику. Антиинфляционная политика насчитывает широкий ассортимент самых разных денежно-кредитных мер, налоговых мероприятий, программ стабилизации.

Оценивая характер антиинфляционной политики, можно выделить два подхода: В рамках первого подхода (его разрабатывают представители современного кейнсианства) предусматривается активная бюджетная политика – маневрирование государственными расходами и налогами в целях воздействия на платежеспособный спрос. При инфляционном, избыточном спросе государство ограничивает свои расходы и повышает налоги. В результате сокращается спрос, снижаются темпы инфляции. Однако одновременно ограничивается и рост производства, что может привести к кризисным явлениям в экономике.

Бюджетная политика проводится и для расширения спроса в условиях спада. Если спрос недостаточен, осуществляются программы государственных капиталовложений, снижаются налоги. Считается, что таким образом расширяется спрос на потребительские товары и услуги. Однако стимулирование спроса бюджетными средствами, как показал опыт многих стран в 60-е и 70-е гг., может усиливать инфляцию. К тому же большие бюджетные дефициты ограничивают возможности маневрировать налогами и расходами.

Второй подход рекомендуется экономистами неоклассического направления, выдвигающими на первый план денежно-кредитное регулирование, косвенно и гибко воздействующее на экономическую ситуацию. Этот вид регулирования проводится Центральным банком, который изменяет количество денег в обращении и ставку ссудного процента, воздействуя таким образом на экономику.

Учитывая, что современная рыночная экономика инфляционна по своему характеру, в ней невозможно устранить все факторы инфляции (бюджетный дефицит, монополии, диспропорции в народном хозяйстве, инфляционные ожидания населения и предпринимателей, импорт инфляции и др.). В связи с этим очевидно, что задача полностью ликвидировать инфляцию нереальна. Видимо, поэтому многие государства ставят перед собой цель сделать ее умеренной, контролируемой, не допустить разрушительных ее масштабов.

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРИБЫЛИ И РЕНТАБЕЛЬНОСТИ

Студентка гр. 313810 Якубчик Е.О.

Ст. преп. Козленкова О.В.

Белорусский национальный технический университет

Резервы роста прибыли - это количественно измеримые возможности ее увеличения за счет роста объема реализации продукции, уменьшения затрат на ее производство и реализацию, недопущения внереализационных убытков, совершенствование структуры производимой продукции. Резервы выявляются на стадии планирования и в процессе выполнения планов. Определение резервов роста прибыли базируется на научно обоснованной методике их расчета, мобилизации и реализации. Выделяют три этапа этой работы: аналитический, организационный и функциональный.

Существенным фактором роста прибыли является улучшение качества. В целом, существуют следующие резервы увеличения прибыли: 1) увеличение объема производства и реализации выпускаемой продукции; 2) снижение себестоимости выпускаемой продукции; повышение качества выпускаемой продукции.

Для контроля за получением прибыли создается центр прибыли (ЦП) - структурное подразделение, ответственное за финансовый результат от текущей деятельности. В большинстве случаев ответственность за текущую прибыль (или убыток) несет руководство компании. В отдельных случаях в составе компании могут выделяться центры прибыли, ответственные за финансовый результат по какому-либо виду деятельности.

Таким образом, с целью увеличения финансовых результатов возможно разработать на предприятии комплекс мер: снижение материальных затрат; снижение материалоемкости и трудоёмкости; внедрение новых технологий и оборудования; повышение качества продукции; оптимизация ассортимента; увеличение оборачиваемости оборотных средств.

Повысить рентабельность и прибыль предприятие сможет, выполняя данные рекомендации.

Для эффективного развития предприятия с точки зрения финансовой, производственной и экологической деятельности необходимо в первую очередь стабильное развитие экономики республики в целом, т.к. даже создаваемые на предприятиях резервы обесцениваются в связи с высоким уровнем инфляции. Особенно это касается вопросов становления новых подходов к определению истинной ценности строительных ресурсов не как материального блага, а как социального, необходимого для развития всего общества в целом.

## СОДЕРЖАНИЕ

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

<i>Микитевич В.А.</i> ПРОГРАММАТОР ТРИДЦАТИДВУХРАЗ- РЯДНЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ.....	3
<i>Андреев А.А.</i> СПОСОБ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ ПРИБОРОВ ..	4
<i>Романов И.А.</i> АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВУХПОЛЮСНИКОВ НА БАЗЕ ОСЦИЛЛОГРАФА В-422 ...	5
<i>Пантелеев К.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЯ СПЛОШНОСТИ ПОКРЫ- ТИЙ ИЗ ГРАФИТА И ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА НА МЕ- ТАЛЛЕ СКАНИРУЮЩИМ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО КОНДЕНСАТОРА .....	6
<i>Черногребель Ю.А.</i> УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ ТОЛ- ЩИНЫ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ЛИФТА .....	7
<i>Мошинец Я.А.</i> МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИ- СТИК АКУСТИЧЕСКОГО ТРАКТА .....	8
<i>Гамезо А.А.</i> КОНТРОЛЬ СКРЫТОЙ КОРРОЗИИ В СТАЛЬНЫХ ОБОЛОЧКАХ ТЕРМОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ.....	9
<i>Латицкая В.А.</i> ТРАНСФОРМАТОРНЫЙ ДАТЧИК ИЗМЕРЕНИЯ ПРОВОДИМОСТИ РАСТВОРА .....	10
<i>Бобрикович А.А.</i> МЕТОД КОМПЛЕКСНОГО СТАТИСТИЧЕ- СКОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА АУДИОАППАРАТУРЫ .....	11
<i>Сергеев К.Л.</i> ИЗМЕРЕНИЕ ВЯЗКОСТИ ВОДОМАСЛЯНЫХ ЭМУЛЬСИОННЫХ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИД- КОСТЕЙ .....	12
<i>Широкая О.С.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА В ЛЕСТНИЧНОЙ КЛЕТКЕ ПЯТИ- ЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ .....	13
<i>Керчев Л.В.</i> МОДЕРНИЗАЦИЯ БАЛАНСИРОВОЧНОГО СТЕНДА .....	14
<i>Литвинов С.И.</i> ПРИМЕНЕНИЕ АВТОКОРЕЛЯЦИОННЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗУБЧА- ТЫХ РЕДУКТОРОВ .....	15

<i>Яворский М.Н.</i> КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ С ИДЕНТИФИКАЦИЕЙ ЧЕЛОВЕКА ПО ЕГО ФИЗИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ .....	16
<i>Абрамов А.В., Фиткович Н.М., Кривошапка И.Н.</i> СИСТЕМА ОНЛАЙН МОНИТОРИНГА В ГИДРОМЕТРИИ .....	17
<i>Андрюченко А.И.</i> ЭЛЕКТРОМАГНИТНО-АКУСТИЧЕСКИЙ ПРИБОРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ .....	18
<i>Батура А.М.</i> ИЗМЕРИТЕЛЬ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА .....	19
<i>Батура А.М., Богданович А.В., Качан Р.Ф.</i> DDS-ГЕНЕРАТОР ARDUINO .....	20
<i>Белоус П.А.</i> РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ .....	21
<i>Бобрикович А.А.</i> ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ОБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА АУДИОСИГНАЛОВ .....	22
<i>Быков Д.Ю.</i> ПУТЕВОЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ .....	23
<i>Василевич Т.А.</i> АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ В ДИОДНЫХ СТРУКТУРАХ ПРИ МЕХАНИЧЕСКИХ И ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К СОЗДАНИЮ ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ .....	24
<i>Василевич Т.А.</i> ТЕРМОГИГРОМЕТР .....	25
<i>Глазов С.А., Шупиченко А.А.</i> МЕТОДЫ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ .....	26
<i>Гойжа Д.И.</i> КОНТРОЛЬ ИЗОЛЯТОРОВ КОНТАКТНОЙ СЕТИ ОПТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ (УФ- КАМЕРА) .....	27
<i>Горбачевский А.С.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОФИЛЕЙ ИНФРАКРАСНЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ .....	28
<i>Грак Д.А.</i> СИСТЕМА ОХРАНЫ С РАЗРАБОТКОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ И СИСТЕМЫ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ АДМИНИСТРАТИВНО-ТОРГОВОГО КОМПЛЕКСА .....	29
<i>Гребенко О.В.</i> ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ОТ ВНЕШНИХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ .....	31

<i>Григорьев Д.А.</i> БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ПЛОВЦОВ .....	32
<i>Демидкин С.А.</i> СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛАССА ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ .....	33
<i>Дробуш Ю.И.</i> УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ДИАПАЗОНА .....	34
<i>Емельяненко Е.В.</i> КЛАВИША УПРАВЛЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРОЙ .....	35
<i>Качан Р.Ф.</i> МОДЕЛЬ ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ (ФЭП) С МНОГОЗАРЯДНЫМИ ПРИМЕСЯМИ С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНОЙ РЕКОМБИНАЦИИ НЕРАВНОВЕСНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА .....	36
<i>Кедо А.В.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗМЕЩЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ НА СКЛАДЕ .....	37
<i>Ковтун Г.М.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОБИЛЬНЫХ ДЕФЕКОСКОПОВ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	38
<i>Козел П.В.</i> ИЗМЕРИТЕЛЬ ДВУХКАНАЛЬНЫЙ ДЛЯ DIN-РЕЙКИ .....	39
<i>Козловский А.Г.</i> АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНТНО-АКУСТИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ .....	40
<i>Комиссиенко С.С.</i> ПРИМЕНЕНИЕ СВЕТОДИОДОВ VL-L542UBC ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПАРОВ ХЛОРОВОДОРОДА .....	41
<i>Комлева И.А.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ (ФЭП) С МНОГОЗАРЯДНЫМИ ПРИМЕСЯМИ АКЦЕПТОРНОЙ ПРИРОДЫ .....	42
<i>Korotysh A.I.</i> ONLINE COMPUTING SYSTEM OF THE HIDDEN DEPRESSION .....	43
<i>Куцовый С.Н.</i> УПРАВЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫМ ПОЛЕМ В ПРОЦЕССЕ НАПРАВЛЕННОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ .....	44
<i>Латицкая В.А.</i> КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ ЖИДКИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД .....	45

<i>Лаппо А.И.</i> ТЕРМОПРОФИЛИ ИНФРАКРАСНОЙ ПАЙКИ БЛИЖНЕГО И СРЕДНЕГО ДИАПАЗОНА ИЗЛУЧЕНИЯ .....	46
<i>Лукашевич Д.А.</i> КЛАПАН СБРОСА С ЭЛЕКТРОМАГНИТОМ...	47
<i>Лысикова К.О., Пустовойт А.И.</i> ПОГРЕШНОСТИ МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО ГИРОСКОПА ПРИ ВИБРАЦИИ ОСНОВАНИЯ .....	48
<i>Можейко М.А.</i> ВЛИЯНИЕ СИЛ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСА И КАЗИМИРА НА ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЕ КРУТИЛЬНЫЕ АКТУАТОРЫ .....	49
<i>Островский А.Ю.</i> СИСТЕМА ОХРАННОЙ И ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ АРХИВОХРАНИЛИЩА...	50
<i>Пантелеев К.В.</i> МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СПЛОШНОСТИ ПОКРЫТИЙ НА МЕТАЛЛЕ ЗАРЯДОЧУВСТВИТЕЛЬНЫМИ МЕТОДАМИ .....	51
<i>Петриченко В.С.</i> ПАНЕЛЬ ОПЕРАТОРА ПО-310 .....	52
<i>Поклонская Д.А.</i> ГЕНЕАЛОГИЧЕСКОЕ ДРЕВО .....	53
<i>Поляков В.В.</i> ОХРАННАЯ СИСТЕМА АВТОМОБИЛЯ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА СЕМЕЙСТВА PIC .....	54
<i>Прохорович С.С., Олефир Д.Г.</i> ПРОТОТИП РОБОТА «АПР-М1».	55
<i>Рыжкович К.А.</i> КАССА АВТОВОКЗАЛА .....	56
<i>Седельник О.В.</i> ТЕРМОМЕТР-ТЕРМОСТАТ .....	57
<i>Симута Н.А.</i> АНАЛИЗ ПРИЧИН ПОТЕРИ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ....	58
<i>Скоробогатов Д.В.</i> ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОХРАНЫ ПОЛИКЛИНИКИ С РАЗРАБОТКОЙ СИСТЕМЫ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ И СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ .....	59
<i>Стельмахова А.П.</i> ДИАГНОСТИКА ПОВЕРХНОСТИ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР В УСЛОВИЯХ ФОТОМАГНИТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ .....	60
<i>Стельмахова А.П.</i> ФОТОМАГНИТНЫЙ ДАТЧИК НА ОСНОВЕ АНТИМОНИДА ИНДИЯ .....	61

<i>Стукалова Е.С.</i> ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ДЛЯ ТОРГОВОГО ЗАЛА ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО МАГАЗИНА .....	62
<i>Тимохова Т.В.</i> КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРЕЦИЗИОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ МАЯТНИКОВЫМ МЕТОДОМ .....	63
<i>Топиха Д.М.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ В НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ .....	64
<i>Фальков Е.В.</i> INDOOR-НАВИГАЦИЯ С ПОМОЩЬЮ BLUETOOTH-МАЯЧКОВ .....	65
<i>Черногребель Ю.А.</i> ПОРТАТИВНЫЙ АНАЛИЗАТОР – СИГНАЛИЗАТОР ВЗРЫВООПАСНОСТИ .....	66
<i>Чибисов Д.М.</i> СИСТЕМА ОХРАННОЙ И ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ЦЕХА ПО РЕМОНТУ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ .....	67
<i>Шамсутдинов А.Р.</i> ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОХРАНЫ И КОНТРОЛЯ ДОСТУПА АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ..	68
<i>Шоломицкая М.М.</i> ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ .....	69
<i>Шпиронюк Д.С.</i> КОЛОДКА АВТОМАТИЧЕСКАЯ КА-Д14 .....	70
<i>Шунькина Д.А.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕРАВНОВЕСНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В ПОЛУПРОВОДНИКАХ С УЧЕТОМ ОПТИЧЕСКОЙ ПЕРЕЗАРЯДКИ ГЛУБОКИХ ПРИМЕСЕЙ ДЕФЕКТОВ .....	71
<i>Шунькина Д.А.</i> ТОЛЩИНОМЕР ДЛЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ .....	72

## СЕКЦИЯ 2. КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ПРИБОРОВ

<i>Грабцевич Е.В.</i> УСТРОЙСТВО УДЕРЖАНИЯ ЭНДОПРОТЕЗА АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА .....	73
<i>Латушко Т.С.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ИМПЕДАНСА ЗУБНОЙ ЭМАЛИ .....	75
<i>Будницкий А.С.</i> УСТАНОВКА ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ ГИБКИХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ СТОМАТОЛОГИИ.....	76

<i>Шлык В.А., Асимов А.Р.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОККЛЮЗИОННЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ ЗУБНЫХ РЯДОВ.	77
<i>Волк Н.М.</i> ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ОБРАБОТКИ ШАРИКОВ ИЗ КАМНЯ .....	78
<i>Богдан П.С.</i> ИЗМЕРЕНИЕ СИЛ РЕЗАНИЯ ПРОВОЛОЧНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ С МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОВЕРХНО- СТЬЮ .....	79
<i>Красовская И.А.</i> СТЕНД ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАК- ТЕРИСТИК МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ИМПЛАНТАТОВ.....	80
<i>Насанович М.С.</i> СРАВНЕНИЕ УТОМЛЯЕМОСТИ ПРИ ИС- ПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ВИЗУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ .....	81
<i>Балякин В.А.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕКАТЫВАНИЯ АБРА- ЗИВНЫХ ЗЁРЕН МЕЖДУ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНО- СТЬЮ И МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ПРО- ВОЛОЧНОГО ИНСТРУМЕНТА .....	82
<i>Корытко А.Г.</i> УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ ИМПЕДАНСА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТКАНИ .....	83
<i>Костюк С.А.</i> ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВНУТРИЧЕРЕП- НОГО ДАВЛЕНИЯ У МЛАДЕНЦЕВ .....	84
<i>Украинец С.С.</i> РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕ- НИЯ ИМПЕДАНСНОГО ДЕФЕКТОСКОПА .....	85
<i>Цапенко В.В.</i> КОМБИНИРОВАННЫЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ УЛЬТРА- ТОНОТЕРАПИИ .....	86
<i>Шиндерук Т.Д.</i> РАЗРАБОТКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАЛЬ- НОМЕРА .....	87
<i>Бабенко О.О.</i> УСТРОЙСТВО АКУПУНКТУРНОЙ ДИАГНО- СТИКИ ЧЕЛОВЕКА .....	88
<i>Батечко Р.А.</i> ПРОТЕЗИРОВАНИЕ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ	89
<i>Берхин Е.В.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОТНОСИТЕЛЬ- НОГО ОСЕВОГО СМЕЩЕНИЯ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ....	90



<i>Бодяк Д.А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ШАРЖИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА...	91
<i>Бурин А.А.</i> ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ .....	92
<i>Вага М.В.</i> HANDENERGY .....	93
<i>Гавриленко В.В., Муравицкий А.Г.</i> ПРИМЕНЕНИЕ АКТИВНОГО ШУМОПОДАВЛЕНИЯ В БЫТОВОЙ ТЕХНИКЕ .....	94
<i>Гемская Д.А.</i> ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ФЕНОВ ДЛЯ УКЛАДКИ ВОЛОС .....	95
<i>Горбатюк О.О.</i> РЕСУРСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЬЕЗО- ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЯ .....	96
<i>Грабцевич Е.В.</i> КОМПЛЕКСЫ ФИЗИОТЕРАПИИ НА БАЗЕ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ .....	97
<i>Даценко М.А.</i> ОСОБЕННОСТИ КОНГУРНОГО ФРЕЗЕРОВА- НИЯ КОНЦЕВЫМИ ФРЕЗАМИ .....	98
<i>Дивин А.В.</i> РАЗРАБОТКА ЖЕНСКОГО НАБОРА УКРАШЕНИЙ «ЦИРЦЕЯ» .....	99
<i>Дорняк С.И.</i> АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ДИЗАЙН ПЛЕТЁНЫХ УЗОРОВ .....	100
<i>Дроздов А.В., Монич С.Г., Миранович А.С.</i> ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРО- РОКОНТАКТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ САМОРЕЗА НА УСЛОВИЯ ЕГО ВКРУЧИВАНИЯ В ОБРАЗЦЫ ИЗ РАЗ- ЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ВЫКРУЧИВАНИЯ ИЗ НИХ .....	101
<i>Ермаков Е.В.</i> ДОЗАТОРЫ ЖИДКИХ ВЕЩЕСТВ .....	102
<i>Журавский А.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХА- РАКТЕРИСТИК УПРУГОГО ЭЛЕМЕНТА АВТОМОБИЛЬНЫХ ВЕСОВ .....	103
<i>Заец С.С., Мороз А.В.</i> ДИАГНОСТИКА ПРОЦЕССА ОБРА- БОТКИ КОНЦЕВЫМИ ФРЕЗАМИ, НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАН- КАХ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ .....	104
<i>Ильенков И.С.</i> ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВ- ЛЕНИЯ СЕРИИ ЖЕНСКИХ КУЛОНОВ «FLIGHT OF FANCY»..	105
<i>Ильюк О.О.</i> КРЕСЛО-ПОДЪЕМНИК .....	106

<i>Казакевич И.С., Солобай А.А., Труханов А.В.</i> ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТРЁХКООРДИНАТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКРАНИРОВАНИЯ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ .....	107
<i>Казачек С.А.</i> ОПИСАНИЕ И ПРИНЦИП РАБОТЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ РАСПИЛИВАНИЯ ТВЕРДЫХ И СВЕРХТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ С ГРАВИТАЦИОННОЙ ПОДАЧЕЙ .....	108
<i>Ковалевич К.О.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ ШАРИКОВ ИЗ МИНЕРАЛОВ .....	109
<i>Ковальчук А.В.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ ПРИБОРОВ .....	110
<i>Кравченко О.И., Кривошапка И.Н., Яскевич Ю.Р.</i> РЕНТГЕНОВСКАЯ CRL-ТРУБКА .....	111
<i>Кравченя А.М.</i> ДЕКОРИРОВАНИЕ ГРАВИРОВАНИЕМ СУВЕНИРНЫХ И ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПРИРОДНОГО КАМНЯ .....	112
<i>Латига А.С.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ОБЪЕКТНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ .....	113
<i>Ластовецкий А.В.</i> ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ .....	114
<i>Лещенко С.В.</i> ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФ .....	115
<i>Локтионова Д.Д.</i> ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОЛЬЕ «DROP» .....	116
<i>Луговой В.В.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ КОМПОЗИЦИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЮВЕЛИРНЫХ И БИЖУТЕРИЙНЫХ УКРАЩЕНИЙ .....	117
<i>Луговой И.В.</i> УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ПРОШИВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ В ХРУПКИХ МАТЕРИАЛАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОЛЬЦЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОРОВ .....	118
<i>Лысенко Е.А.</i> О ПРИМЕНЕНИИ ТЕНЗОДАТЧИКОВ В МЕДИЦИНЕ .....	119

<i>Махиня Н.В., Прендюк О.С.</i> КОМБИНИРОВАННЫЙ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИЙ АППАРАТ .....	120
<i>Миранович А.С., Монич С.Г.</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ОБРАБОТКИ ВИНТОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КРЕПЕЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ .....	121
<i>Москалева Н.Н.</i> ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ОГРАНИЧНОЕ .....	122
<i>Наскромнюк М.Б.</i> МНОГОПАРЕМЕТРОВАЯ СИСТЕМА ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ КИПЯТИЛЬНЫХ ТРУБ ПАРОВОГО КОТЛА ТИПА ДКВР .....	123
<i>Несвит П.А.</i> К ВОПРОСУ ПРО ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА РЕДУКТОРА ЗАДНЕГО МОСТА .....	124
<i>Пазыко С.В.</i> УСТАНОВКА ДЛЯ ТОНКОГО ШЛИФОВАНИЯ ШАРИКОВ .....	125
<i>Передерин Е.А.</i> СТОЛ ТОМОГРАФИЧЕСКИЙ .....	126
<i>Пилипенко А.О.</i> АППАРАТ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОКТЕЙЛЕЙ .....	127
<i>Подчасова И.В.</i> СТОЛ ОПЕРАЦИОННЫЙ ОРТОПЕДИЧЕСКИЙ .....	128
<i>Потепалов П.О.</i> ОРТОПАНТОМОГРАФ .....	129
<i>Прендюк О.С., Махиня Н.В.</i> КОНТРОЛЬ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРОГРАМНО-АППАРАТНЫМ КОМПЛЕКСОМ..	130
<i>Радевич А.А.</i> СТЕНД ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЯ ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНЫХ КОНЦЕВЫХ МЕР ДЛИНЫ.....	131
<i>Сергиенко О.А.</i> МЕТОДИКА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ОБРАБОТКИ НОВЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	132
<i>Синявская Е.Н.</i> ХОДУНКИ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ.....	133
<i>Сорока В.В.</i> АВТОМАТ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ВЫВОДОВ.....	134
<i>Талейко Д.И.</i> СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ИНВАЛИДНЫХ КОЛЛЕСОК.....	135
<i>Тверезый В.С.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЮВЕЛИРНЫХ УКРАШЕНИЯХ.....	136
<i>Томащук А.С.</i> КОНТРОЛЬ ПРУЖИН НА ОСНОВЕ МЕХАНОАКУСТИЧЕСКОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ.....	137

<i>Тумченок М.И.</i> ПИЛА САБЕЛЬНАЯ.....	138
<i>Хатько В.В., Атрейценков В.А.</i> МОДУЛЬ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ РЕГИСТРАЦИИ СПЕКТРОВ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ.....	139
<i>Хвесько В.С.</i> ШУРУПОВЕРТ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ .....	140
<i>Хмелевский М.Ю.</i> ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АППАРАТОВ МРТ И ЧАСТИЧНОЕ ИЛИ ПОЛНОЕ УСТРАНЕНИЕ ИХ ПОСРЕДСТВОМ ЭКРАНИРОВАНИЯ .....	141
<i>Цокота М.В.</i> УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ АППАРАТА «МИТ-11» .....	142
<i>Шаблюк В.В.</i> ОПИСАНИЕ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ДИАФРАГМЕННОГО СЧЕТЧИКА ГАЗА .....	143
<i>Шимчук В.Е.</i> МАШИНА АВТОМАТИЧЕСКАЯ УПАКОВОЧНАЯ .....	144
<i>Юденко И.С.</i> ПРОГНОЗ ТЕНДЕНЦИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СОКОВЫЖИМАЛКИ .....	145

### СЕКЦИЯ 3. МИКРО- И НАНОТЕХНИКА

<i>Астапович А.В.</i> ВОЛОКОННЫЕ БИОСЕНСОРЫ.....	146
<i>Белькевич Ю.А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК .....	147
<i>Березовский Н.М.</i> ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДЭС НА ПОВЕРХНОСТИ КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЦ .....	148
<i>Бичель В.В.</i> НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ИОНИТЫ: СИНТЕЗ, ИССЛЕДОВАНИЯ, СВОЙСТВА .....	149
<i>Бородаеченко О.М.</i> ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ СИЛИЦИДОВ ПЛАТИНЫ .....	150
<i>Бородавченко О.М.</i> SYSTEM ON GLASS – СИСТЕМА НА СТЕКЛЕ .....	151
<i>Васютченко П.П.</i> ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АЛМАЗНЫХ И АЛМАЗОПОДОБНЫХ ПЛЕНОК МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ГАЗОФАЗНОГО ОСАЖДЕНИЯ .....	152
<i>Голуб Н.А.</i> ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА САМОПРОИЗВОЛЬНОГО ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА (СВС) МИКРОПОРОШКОВ НИТРИДОВ .....	153

<i>Довыденко Е.М.</i> ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕРХНОСТИ НИТИНОВОЙ ПРОВОЛОКИ ДЛЯ СТЕНТОВ АНГИОПЛАСТИКИ .....	154
<i>Довыденко Е.М.</i> МЭМС АКСЕЛЕРОМЕТРЫ .....	155
<i>Жданко Т.М.</i> МЕХАНИЗМЫ ОБРАЗОВАНИЯ ПЕРИОДИЧЕСКИХ КОЛЛОИДНЫХ СТРУКТУР .....	156
<i>Караткевич А.С.</i> ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ СЕГНЕТОКЕРАМИКИ .....	157
<i>Карпович Т.А.</i> МЕХАНАТРОНЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ .....	158
<i>Карпович Т.А.</i> МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ АМОРФНОГО ГИДРОГЕНИЗИРОВАННОГО КРЕМНИЯ .....	159
<i>Ковальчук Ю.В.</i> ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОДВЕСОВ ММГ НА ЕГО СОБСТВЕННЫЕ ЧАСТОТЫ .....	160
<i>Коцуба В.И.</i> ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМАХ .....	161
<i>Крюченкова О.А.</i> ФОРМИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКИХ ПЛЁНОК СИЛИЦИДА НИКЕЛЯ .....	162
<i>Микулич Д.А.</i> СЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ УНТ .....	163
<i>Миськевич Э.Р.</i> ГИДРОФОБИЗАЦИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ .....	164
<i>Мотевич В.В.</i> МЕХАНИЗМЫ ОБРАЗОВАНИЯ ИЗОМОРФНЫХ СМЕСЕЙ .....	165
<i>Навицкий А.Н.</i> ОСОБЕННОСТИ КОРРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ .....	166
<i>Пацино Е.В.</i> ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКОВ ДЛЯ НАНОКЕРАМИКИ .....	167
<i>Поддубняк В.С.</i> РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ МАСС ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СЕГНЕТОКЕРАМИКИ В СИСТЕМЕ $Bi_2O_3-TiO_2-R_xO_y$ .....	168
<i>Романова К.В.</i> ЭФФЕКТ ДЕМБЕРА. РАСЧЕТ ОБЪЕМНОЙ ФОТО-ЭДС .....	169
<i>Романова К.В.</i> МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ .....	170

<i>Романова К.В.</i> СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ КАРБИДА КРЕМНИЯ .....	171
<i>Романюк А.С.</i> ФЕРМЕНТНЫЕ БИОСЕНСОРЫ .....	172
<i>Семенов Ю.А.</i> ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ГЕНЕРАТОРЫ .....	173
<i>Семенов Ю.А.</i> СИНТЕЗ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ ФЕРРИТА ЦИНКА И НИКЕЛЯ .....	174
<i>Судиловская К.А.</i> ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА ФУЛЛЕРЕНОВ .....	175
<i>Судиловская К.А.</i> АКТЮАТОРЫ НА ОСНОВЕ СПЛАВОВ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ .....	176
<i>Судиловская К.А.</i> ДАТЧИКИ КОНТРОЛЯ ВОДОРОДА ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ .....	177
<i>Тарасова Н.С.</i> ТЕХНИЧЕСКАЯ КЕРАМИКА НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗИСТОГО КОРДИЕРИТА .....	178
<i>Тарендь М.В.</i> СОЗДАНИЕ ГИБКИХ ПОЛУПРОЗРАЧНЫХ СЕНСОРНЫХ ДИСПЛЕЕВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА .....	179
<i>Троян Е.Д.</i> ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ЖИДКОСТНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ .....	180
<i>Турец А.Я.</i> КРЕМНИЕВЫЕ МЭМС – МИКРОФОНЫ .....	181
<i>Турец А.Я.</i> РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ ПОСЛЕ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНДЕНТИРОВАНИЯ И АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ .....	182
<i>Ширяева Т.И.</i> РАЗМЕРНЫЙ ЭФФЕКТ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ТВЕРДОСТИ АЛМАЗОПОДОБНЫХ ПЛЕНОК НАНОИНДЕНТИРОВАНИЕМ .....	183
<i>Шкляр Д.С.</i> ЗОНД СКАНИРУЮЩЕГО БЛИЖНЕПОЛЬНОГО ОПТИЧЕСКОГО МИКРОСКОПА .....	184
<i>Шкляр Д.С.</i> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РЕНТГЕНОЛИТОГРАФИИ В ТЕХНОЛОГИИ МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ .....	185

#### СЕКЦИЯ 4. ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

<i>Андряши А.С., Кипарин А.И.</i> ТЕХНОЛОГИЯ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ РЕЗКИ СТЕКЛА .....	186
<i>Антонович М.С., Степанова Ю.А.</i> МОДЕРНИЗАЦИЯ ОПТИЧЕСКОГО БЛОКА ОСВЕТИТЕЛЯ В ОПЕРАЦИОННОМ МИКРОСКОПЕ ОРМ1 IFR .....	187
<i>Брашкова М.Б., Горбаченя К.Н.</i> Er:YLiF <sub>4</sub> ЛАЗЕР С РЕЗОНАНСНОЙ НАКАЧКОЙ .....	188
<i>Буйневич Д.С.</i> РАЗРАБОТКА ТЕПЛОВИЗИОННОГО ПРИЦЕЛА .....	189
<i>Василевич А.В., Лаптева Е.О.</i> МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ПЛОСКОСТИ КРЕПЛЕНИЯ ЛИНЗ ПРИ ДВУСТОРОННЕЙ ОБРАБОТКЕ .....	190
<i>Вилейшикова Е.В.</i> СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА МОНОКЛИННОГО КРИСТАЛЛА Eu:KLu(WO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ... ..	191
<i>Вилейшикова Е.В.</i> ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ПРОЗРАЧНОЙ СТЕКЛОКЕРАМИКИ С НАНОКРИСТАЛЛАМИ PbF <sub>2</sub> :Yb, Eu, RE (RE = Er, Tm, Ho).....	192
<i>Гапеев С.А., Андряши А.С.</i> ПРИЦЕЛ ОПТИЧЕСКИЙ.....	193
<i>Гачегов Е.В.</i> ЛАЗЕР НА КРИСТАЛЛЕ Tm, Ho:KY(WO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> С ДИОДНОЙ НАКАЧКОЙ .....	194
<i>Глазунов И.В.</i> НЕЛИНЕЙНО-ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТЕКЛОКЕРАМИКИ С НАНОКРИСТАЛЛАМИ Co <sup>2+</sup> :Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ДЛЯ ЛАЗЕРНЫХ ПАССИВНЫХ ЗАТВОРОВ .....	195
<i>Дарган Г.А.</i> ЛАЗЕРНАЯ ФОКУСИРУЮЩАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ АСФЕРИЧЕСКОЙ ЛИНЗЫ .....	196
<i>Дернович О.П., Гусакова Н.В.</i> ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ НЕПРЕРЫВНЫЙ ЛАЗЕР НА КРИСТАЛЛЕ Tm <sup>3+</sup> :KLu(WO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> С ДИОДНОЙ НАКАЧКОЙ .....	197
<i>Добровольская Е.В.</i> ВЫБОР МИКРОБОЛОМЕТРИЧЕСКОЙ МАТРИЦЫ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ СУБПИКСЕЛЬНОЙ РЕГИСТРАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ТЕПЛОВИЗИОННОЙ КАМЕРЕ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ .....	198
<i>Диденко М.В.</i> СТЕКЛА ДЛЯ ЖЕСТКИХ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН.....	199

<i>Захаркина Ю.В.</i> ТЕХНОЛОГИЯ СКЛЕИВАНИЯ ПРИЗМЕННОГО БЛОКА .....	200
<i>Захарова А.Н.</i> АП-КОНВЕРСИЯ В ЛАЗЕРНОМ КРИСТАЛЛЕ Er, Yb:YVO <sub>4</sub> .....	201
<i>Andrii Kedys</i> NONINVASIVE DIAGNOSTIC METHOD .....	202
<i>Кияница А.О.</i> КРИТЕРИЙ СОГЛАСОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ СИСТЕМЫ .....	203
<i>Колаша С.С.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗМУЩАЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОБЪЕКТ ИВ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО АППАРАТА КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ НА СТАДИИ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ .....	204
<i>Колобродов Н.С.</i> ПОГРЕШНОСТЬ КОГЕРЕНТНОГО ОПТИЧЕСКОГО СПЕКТРОАНАЛИЗАТОРА .....	205
<i>Кривошапка И.Н.</i> РАСЧЁТ ДИФРАКЦИОННОГО ПРЕДЕЛА МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛИНЗ .....	206
<i>Кучугура И.О.</i> ИНТРАОКУЛЯРНЫЕ ЛИНЗЫ С БЕСКОНЕЧНОЙ АККОМОДАЦИЕЙ .....	207
<i>Ларченко П.А.</i> ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТЫ НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ ОБЛАЧНОСТИ .....	208
<i>Лецинская А.В.</i> АНАЛИЗ ХРОМАТИЧЕСКОЙ АБЕРРАЦИИ ОПТИЧЕСКОГО БЛОКА ДЕЦЕНТРИРОВАННЫХ КЛИНЬЕВ АППАРАТУРЫ ИМИТАЦИИ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ОБЪЕКТА .....	209
<i>Лаура Пероса, Луэ Самбрано</i> ТЕЛЕСКОПИЧЕСКАЯ СИСТЕМА С ЧЕТЫРЬМЯ ОТРАЖЕНИЯМИ ОТ ЗЕРКАЛ .....	210
<i>Луцук Н.М.</i> НОВЫЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУБДИСКРЕТНЫХ ТЕПЛОВИЗОРОВ .....	211
<i>Людчик О.О., Людчик Ю.О.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОГО ПРОБОЯ ДЛЯ ЗАПИСИ ИНФОРМАЦИИ ВНУТРИ ОПТИЧЕСКИ ПРОЗРАЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	212
<i>Месько И.С.</i> ТАНКОВЫЕ ПРИЦЕЛЫ .....	213
<i>Мицкевич Н.Р.</i> РАДИОПРОЗРАЧНЫЕ СТЕКЛОВИДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	214



<i>Молодыко Р.А.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕРСНОГО МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ ЭЛЛИПСОИДАЛЬНОЙ РЕФЛЕКТОМЕТРИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД .....	215
<i>Отцецкая Е.М., Оксенчук А.И.</i> ПРИЦЕЛ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ..	216
<i>Пинчук Б.Ю.</i> НОРМИРОВАННЫЙ РАДИУС КРУЖКА РАССЕИВАНИЯ ОБЪЕКТИВА ТЕПЛОВИЗОРА .....	217
<i>Andrii Pidtabachnyi</i> USE OF OPTICAL RADIATION FOR DIAGNOSTICS OF BLOOD IN THE INFRARED SPECTRAL RANGE .....	218
<i>Поздняков Д.В.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗОБРАЖАЮЩЕГО ФУРЬЕ – СПЕКТРОМЕТРА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ .....	219
<i>Попов Р.Я.</i> ОСОБЕННОСТИ ПЭС-ФОТОМЕТРИИ В ПРИЛОЖЕНИИ ЭЛЛИПСОИДАЛЬНОЙ РЕФЛЕКТОМЕТРИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД .....	220
<i>Процкая А.К., Кипарин А.И.</i> ДНЕВНО-НОЧНОЙ ПРИЦЕЛ .....	221
<i>Рыжков С.А., Василевич А.В.</i> ТОНКОЕ ШЛИФОВАНИЕ И ПОЛИРОВАНИЕ ЛИНЗ .....	222
<i>Рябцева А.Н., Кипарин А.И.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ НА БАЗЕ ВОЛОКОННОГО ЛАЗЕРА ДЛЯ ТОНКОЙ ОЧИСТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ .....	223
<i>Сафонов В.В., Василевич А.В.</i> ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ СТЕКЛА .....	224
<i>Старовойтов А.В.</i> ФОРМИРОВАТЕЛЬ ТЕСТОВЫХ ИМПУЛЬСОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ЛАЗЕРНОГО ДАЛЬНОМЕРА.....	225
<i>Старосотников Н.О.</i> СРАВНЕНИЕ ИЗОБРАЖАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЬНО-ЮСТИРОВОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ .....	226
<i>Стасилович В.А.</i> СТЕНД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ УГЛОВ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИЦЕЛОВ .....	227
<i>Хмарук В.А., Власовец Н.С.</i> ЦЕЛЕУКАЗАТЕЛЬ-ОСВЕТИТЕЛЬ...	228
<i>Шиманович А.А., Власовец Н.С.</i> АПЛАНАТИЧЕСКИЙ АНАЛОГ СИСТЕМЫ КАССЕГРЕНА .....	229

<i>Янковский Н.А.</i> ПРИЦЕЛ ОПТИЧЕСКИЙ .....	230
---	-----

## СЕКЦИЯ 5. ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

<i>Чепелев С.Н., врач-хирург Чепелев А.Н.</i> ВЕРОЯТНОСТНАЯ ДИАГНОСТИКА ТРАВМАТИЗМА В ЗАВОДСКОМ РАЙОНЕ МИНСКА .....	231
<i>Конченко А.В.</i> ФОТОИОНИЗАЦИОННЫЕ ГАЗОВЫЕ СЕНСОРЫ .....	232
<i>Некрут О.О.</i> ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ КОНЦЕНТРАЦИИ КИСЛОРОДА .....	233
<i>Аксёненко П.М.</i> ПЯТИШАГОВЫЙ КОНЕЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ БИСО .....	234
<i>Слипченко В.А.</i> ИМПУЛЬСНЫЙ АНАЛИЗАТОР КОНЦЕНТРАЦИИ ОКИСИ УГЛЕРОДА .....	235
<i>Аксеник А.С.</i> РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМЫ ИНДУКЦИОННОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ .....	236
<i>Белый П.Ю.</i> ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ СВЕТОДИОДЫ .....	237
<i>Вязевич Г.И.</i> РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУР .....	238
<i>Кожевников Д.А.</i> РАЗРАБОТКА ДЕМОСТРАЦИОННОГО МАКЕТА ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ .....	239
<i>Петрашкевич В.О.</i> СИНТЕЗ КРИСТАЛЛА $PbS$ И РАЗРАБОТКА НА ЕГО ОСНОВЕ ДЕТЕКТОРНОГО ПРИЕМНИКА.....	240
<i>Фильчук А.С.</i> ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ, ВНОСИМЫЕ ПРИЗМЕННЫМИ ОТРАЖАТЕЛЯМИ .....	241
<i>Попов А.С.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ВИБРАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ .....	242
<i>Ходневич С.В.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО АКУСТИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В COMSOL .....	243
<i>Урбанович В.Р.</i> МАТРИЧНЫЕ БАЛАНСОВЫЕ МОДЕЛИ .....	244
<i>Родионова О.В.</i> МЕТОД ГАУССА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ .....	245

<i>Крисеева Н.А.</i> КВАДРАТУРА КРУГА .....	246
<i>Мионович А.Ю.</i> СОЗДАНИЕ ИГРЫ НА ДВИЖКЕ RPG MAKER VX ACE. И СОЗДАНИЕ СКРИПТОВ ПРИ ПОМОЩИ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ RUBY .....	247
<i>Довнар Н.Ю.</i> ПОСТРОЕНИЕ МАГИЧЕСКИХ КВАДРАТОВ ИЗ ПРОСТЫХ ЧИСЕЛ .....	248
<i>Мамчиц В.В.</i> ПОСТРОЕНИЕ АНТИМАГИЧЕСКИХ КВАДРАТОВ .....	249
<i>Азарко А.В., Борисевич Т.А.</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ МЕТАЛЛОВ .....	250
<i>Апетёнок В.О.</i> ТРАНСФОРМАТОР ТЕСЛА .....	251
<i>Асцилене Д.Л.</i> ЗЕРКАЛЬНАЯ СИММЕТРИЯ В МИКРО И МАКРОМИРЕ .....	252
<i>Бабицкая А.И., Лихачева А.С.</i> НАЧАЛЬНЫЙ УЧАСТОК ВОЛЬТАМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОЭЛЕКТРОННОГО ПРИБОРА .....	253
<i>Барандич Е.С.</i> ЗАВИСИМОСТЬ ПРЕДЕЛА ВЫНОСЛИВОСТИ ДЕТАЛИ ОТ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ЕЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ.....	254
<i>Бедулина А.Н.</i> ПОЛЯРИЗАЦИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ ЛАЗЕРА .....	255
<i>Болтрукевич А.О., Картинович К.Б.</i> БУЛЕВА АЛГЕБРА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ .....	256
<i>Бсродин В.А.</i> МОЩНЫЕ СВЕТОДИОДНЫЕ ЛИНЕЙКИ НА АНОДИРОВАННЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ ПОДЛОЖКАХ .....	257
<i>Бояровская К.С.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА В ИССЛЕДОВАНИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТОРГОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ .....	258
<i>Бугаёв Д.В.</i> ПРОГРАММНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ СВОЙСТВ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ОРИЕНТАЦИИ В СРЕДЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ МАТЛАВ .....	259
<i>Ванюк Э.А.</i> МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАССЕЯНИЯ НА НЕСФЕРИЧЕСКИХ ЧАСТИЦАХ.....	260

<i>Веевник И.С.</i> ЛЮМИНОФОРЫ НА БАЗЕ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СВЕТОДИОДАХ .....	261
<i>Возняк И.С.</i> КОНТРОЛЬ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ .....	262
<i>Горбач Д.Ю.</i> АНАЛИЗ ЗАДАЧИ О НАГРЕВЕ И ОХЛАЖДЕНИИ ПОЛУБЕСКОНЕЧНОЙ СРЕДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОИСКОВОЙ СИСТЕМЫ WOLFRAM/ALPHA .....	263
<i>Горовенко А.А.</i> СТРУННЫЙ ГРАВИМЕТР С МАГНИТНЫМ ДЕМПФИРОВАНИЕМ .....	264
<i>Горовенко А.А.</i> ГРАВИМЕТР АЭРОГРАВИМЕТРИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ .....	265
<i>Гречуха Ю.С.</i> КОНСТРУКТИВНЫЙ СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОАНАЛИЗАТОРА ДИОКСИДА УГЛЕРОДА .....	266
<i>Гусачёк Д.А.</i> ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЧИСЛОВЫХ ПОЛИНДРОМОВ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПАКЕТОВ .....	267
<i>Довнар Н.Ю.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОСТУПЕНЧАТОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ .....	268
<i>Дубицкий Д.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРИГОДНОСТИ ВОДЫ .....	269
<i>Дубовский А.А.</i> ЗАПИСЬ И МОНТАЖ ВИДЕОРОЛИКОВ, ИСПОЛЬЗУЯ ПРОГРАММЫ FRAPS И SONY VEGAS .....	270
<i>Завальнюк О.П.</i> КОНСТРУКЦИЯ ФЕРРОЗОНДА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ОСТАТОЧНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ОБЪЕКТОВ .....	271
<i>Ильченко Б.П.</i> ОФТАЛЬМОСКОП .....	272
<i>Каркоцкий А.Г., Стержанова Е.И.</i> СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ МИГАЮЩИХ СВЕТОДИОДОВ .....	273
<i>Климович И.М., Романов И.А.</i> ТВЕРДЫЕ ПОКРЫТИЯ Ti-Al-N, ПОЛУЧЕННЫЕ КОНТРОЛИРУЕМЫМ МАГНЕТРОННЫМ НАНЕСЕНИЕМ .....	274
<i>Коваленко Ю.А.</i> АППАРАТ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АНАСТЕЗИИ .....	275
<i>Ковтун Р.Ю.</i> УМЕНЬШЕНИЕ ВРЕМЕНИ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ АММИАКА, ЧТО ИЗМЕРЯЕТСЯ С ПОМОЩЬЮ ТОНКОЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ ПЛЕНКИ .....	276

<i>Кучинский А.А., Дудченко И.А., Гаца В.А.</i> УСТРОЙСТВО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ МОЛЕКУЛ ПЕНТАНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ В ВЫДОХЕ .....	277
<i>Лавор Т.Э.</i> ВОЗДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ПОЛЕЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ДИФФУЗИЮ ПРИ ПАЙКЕ ...	278
<i>Ланг Е.К.</i> ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ КАПИЛЛЯРНОГО ПОДНЯТИЯ ВОДЫ ОТ МАССОВОЙ ДОЛИ ПОВАРЕННОЙ СОЛИ .....	279
<i>Литови А.М.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОРИЕНТАЦИИ КУРСОВЕРТИКАЛИ .....	280
<i>Лихолат В.А.</i> РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ .....	281
<i>Лобанов М.В.</i> ВЛИЯНИЕ ФОКУСИРОВКИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ РЕФРАКТОМЕТРОМ НА ОСНОВЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАЗМОННОГО РЕЗОНАНСА .....	282
<i>Мамчиц В.В.</i> АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДУШНЫХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ МЕТОДОМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ .....	283
<i>Маркина О.Н.</i> АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ СИСТЕМОЙ НА БАЗЕ МИКРОСКОПА .....	284
<i>Матвиенко С.Н.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕРМИСТОРОВ .....	285
<i>Матяш И.О.</i> МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАБОТЫ ПРИВОДОВ ПРИБОРОВ .....	286
<i>Нелепов В.А.</i> МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДВИЖУЩЕГОСЯ ФЕРРОМАГНИТНОГО ОБЪЕКТА .....	287
<i>Оленцевич В.А.</i> ПОСТРОЕНИЕ ТРЕУГОЛЬНИКА ПЕНРОУЗА...	288
<i>Осовцев А.В.</i> СИНТЕЗ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ В GUI FDA-TOOL ДЛЯ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ВИБРАЦИИ .....	289
<i>Пономаренко В.В.</i> НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИНЦИП РАБОТЫ АКСЕЛЕРОМЕТРА .....	290

<i>Пушинова А.С.</i> МОНТАЖ СХЕМЫ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА .....	291
<i>Самохвал П.М.</i> ФИЗИЧЕСКИЕ ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В СПОРТЕ .....	292
<i>Serhiienko O.</i> TYPES OF TOMOGRAPHS FOR VISUALIZATION AND FURTHER FINITE ELEMENT ANALYSIS OF BONES .....	293
<i>Солобай А.А., Казакевич И.С., Труханов А.В.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАГНИТОСТАТИЧЕСКОГО ЭКРАНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИ ОСАЖДЕННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ СПЛАВОВ NI-FE .....	294
<i>Стельмах И.В., Момот А.С.</i> О ПРИМЕНЕНИИ ПАКЕТА ПРОГРАММ «SOLIDWORKS» ПРИ КОНСТРУИРОВАНИИ УЗЛОВ СИСТЕМ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ .....	295
<i>Стефанишин З.С.</i> РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ВЫСТАВКИ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ.....	296
<i>Сукач Д.А., Куколь В.В.</i> ФИНИШНАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ ПУЛЬСАТОРА ПОПАРНОГО ДОЕНИЯ .....	297
<i>Тшиковец Ю.А.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА .....	298
<i>Топал А.В.</i> РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ .....	299
<i>Трухачева Р.В.</i> ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ БЫСТРЫМИ ЭЛЕКТРОНАМИ НА ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА СИД .....	300
<i>Тютюник Г.М.</i> ИНГАЛЯТОРЫ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ .....	301
<i>Фарафонова В.В.</i> НЕОБХОДИМОСТЬ РАЗРАБОТКИ ПОРТАТИВНОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТОВ .....	302
<i>Фарафонова В.В.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИМ СГУСТИТЕЛЕМ СЕТОЧНОГО ТИПА ДЛЯ СИСТЕМ ВОДООЧИСТКИ .....	303
<i>Федосенко Е.В.</i> ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОДИОДОВ NiSbNA ПОСЛЕ УСКОРЕННЫХ ТЕПЛОВЫХ ИСПЫТАНИЙ .....	304

<i>Филон М.Ю.</i> КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИБОРОВ РЕЗАНЬЕМ .....	305
<i>Халецкая А.Ю.</i> РИМАНОВЫ ПОВЕРХНОСТИ .....	306
<i>Чешкин А.Н.</i> БИНАРИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ .....	307
<i>Шабуря М.А., Януш Д.А.</i> ВРАЩЕНИЕ ПЛОСКОСТИ ПОЛЯРИЗАЦИИ СВЕТА В НЕОДНОРОДНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ РЕАЛЬНОГО СОЛЕНОИДА .....	308
<i>Швайко А.А.</i> АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТИ МЁБИУСА .....	309
<i>Шматова Н.И., Кухаренок А.С.</i> ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАШИНА ЭББИДЖА КАК ПРООБРАЗ СОВРЕМЕННОЙ ЭВМ .....	310
<i>Штраус Е.А., Кухаренко К.А.</i> РЕШЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ ПОМОЩИ Microsoft Excel .....	311
<i>Юхновская А.В.</i> ОСОБЕННОСТИ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ПЕРЕВЕРНУТОГО МАЯТНИКА .....	312
<i>Ятченко А.Д.</i> ЯЗЫК ПРОГРАММИРОВАНИЯ JAVA .....	313

#### **СЕКЦИЯ 6. СПОРТИВНАЯ ТЕХНИКА**

<i>Шульга О.</i> РАЗВИТИЕ И ОЦЕНКА КООРДИНАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ФУТБОЛИСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ .....	314
<i>Чайчиц Е.</i> ТРЕНАЖЕР-КОРРЕКТОР ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИКИ ПРИЕМА МЯЧА.....	315
<i>Пушинова В.</i> РАЗВИТИЕ СУСТАВНОЙ ПОДВИЖНОСТИ У СПОРТСМЕНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОМЕХАНИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ .....	316
<i>Мелеховец А.</i> ЛАЗЕРНЫЙ СТРЕЛКОВЫЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ БИАТЛОНИСТОВ .....	317
<i>Красникевич Д.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УДАРА ГОЛОВОЙ ПО МЯЧУ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРЫЖКОВ В ФУТБОЛЕ .....	318
<i>Гиль М.</i> ТРЕНАЖЕР ДЛЯ РАЗВИТИЯ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ СПИРИНТЕРОВ .....	319

<i>Быков Д.</i> «БЕГУЩАЯ» ДОРОЖКА ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ КОНЬКОБЕЖЦЕВ.....	320
<i>Белоус П.</i> ТРЕНАЖЕРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УДАРНЫХ ДЕЙСТВИЙ ВОЛЕЙБОЛИСТОВ .....	321
<i>Лагун Д.</i> ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПЕРЕДАЧИ МЯЧА В ФУТБОЛЕ ...	322
<i>Лукашевич Д.</i> ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ИМИТАЦИИ БЕГА ПО ДИСТАНЦИИ С ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ РЕЛЬЕФОМ .....	323
<i>Гребенек А.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОДАЧИ МЯЧА В ТЕННИСЕ .....	324
<i>Белявский А.</i> ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БРОСКА ЧЕРЕЗ БЕДРО В ГРЕКО-РИМСКОЙ БОРЬБЕ .....	325
<i>Шейкина Г.</i> ТРЕНАЖЕР ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВРАЩАТЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ДЕЙСТВИЙ ФИГУРИСТОВ..	326
<i>Шпиринок Д.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ БРОСКОВ В ГАНДБОЛЕ .....	327
<i>Хохолко А.</i> ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ВОЛЕЙБОЛИСТА .....	328
<i>Стрельченко Е.</i> ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ТЕХНИКО-ТАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ БАСКЕТБОЛИСТОВ .....	329
<i>Янковский А.</i> ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ УДАРНЫМ ДЕЙСТВИЯМ В ХОККЕЕ С ШАЙБОЙ.....	330
<i>Хресаненков К.</i> ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ ТЕННИСИСТА..	331
<i>Емельяненко Е.</i> ТРЕНАЖЕРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ ВЬНОСЛИВОСТИ ВЕЛОГОНЩИКА .....	332
<i>Амельченко В.</i> ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ДВИГАТЕЛЬНО-КООРДИНАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ХОККЕИСТА .....	333



<i>Покладок И.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ХОККЕИСТОВ.....	334
<i>Калинина А.</i> ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ СПОРТСМЕНОВ В ИГРОВЫХ ВИДАХ СПОРТА .....	335
<i>Колпакова О.</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ТРЕНИРОВОЧНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ БОРЬБЫ ДЗЮДОИСТОВ.....	336
<i>Мовчан С.</i> ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БРОСКОВ В БАСКЕТБОЛЕ .....	337
<i>Адамович А.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ ПЛОВЦА .....	338
<i>Потапиц В.</i> ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ОТРАБОТКИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ ВРАТАРЯ ПРИ ЗАЩИТЕ ВОРОТ ОТ УДАРА .....	339
<i>Григорьев Д.</i> ГИДРОКИНЕТИЧЕСКИЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ПЛОВЦОВ.....	340
<i>Барановский С., Малыгина М.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОС LINUX В СПОРТЕ .....	341
<i>Калодько Е.</i> ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И РАЗВИТИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ТЕННИСИСТОВ .....	342
<i>Веевник И.С. Гинько В.П.</i> УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ИЗМЕРЯЕМОГО ПАРАМЕТРА .....	343
<i>Грандюк А.И.</i> ВЫБОР УПРАВЛЯЮЩЕГО ЯДРА ДЛЯ КИБЕРПРОТЕЗА РУКИ .....	344
<i>Григорьев Д.А.</i> АНАЛИЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОКИНЕТИЧЕСКИМ ТРЕНАЖЕРОМ ДЛЯ СИЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ ПЛОВЦОВ .....	345
<i>Осадчий А.В.</i> КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА .....	346
<i>Хохолко А.А.</i> ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОБОРУДОВАНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ВОЛЕЙБОЛИСТА .....	347
<i>Шейкина Т.В.</i> ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МНОГООБОРОТНЫХ ПРЬЖКОВ .....	348

<i>Штиронок Д.С.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ДВИГАТЕЛЬНО-КООРДИНАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ГАНДБОЛИСТА .....	349
--	-----

**СЕКЦИЯ 7. СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ И  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

<i>Абилек А.К., Омирбайулы Д.</i> МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ .....	350
--	-----

<i>Абилек А.К., Омирбайулы Д.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ И ПУТИ РАЗРАБОТКИ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ СЛУЖБ ПРЕДПРИЯТИЙ .....	351
--	-----

<i>Бояровская К.С., Давыдова К.А., Демидович А.Г., Третьяков-Савич Е.С.</i> НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ .....	352
--	-----

<i>Войнич К.Э.</i> РИСКИ ПРИ АУДИТЕ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА .....	353
---	-----

<i>Дашкевич Е.А.</i> ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ .....	354
---	-----

<i>Дашкевич Е.А.</i> ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СРЕДСТВАМИ ИЗМЕРЕНИЙ .....	355
---	-----

<i>Демидович А.Г.</i> СПЕЦИФИКАЦИИ ЦВЕТА И ЕГО СТАНДАРТИЗОВАННЫЕ МОДЕЛИ .....	356
---	-----

<i>Дроздова О.А., Парменова В.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОГО ОТКЛОНЕНИЯ МЕТОДОВ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ .....	357
---	-----

<i>Жолудева Т.В.</i> СТРУКТУРИРОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ДОСТОВЕРНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБ .....	358
--	-----

<i>Карачун С.А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ SWOT-АНАЛИЗА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ САМООЦЕНКИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ .....	359
--	-----

<i>Кмита Н.Ю.</i> ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТА СТАНДАРТА ПО КРИТЕРИЮ МАКСИМАЛЬНОГО КОНСЕНСУСА .....	360
<i>Кубарев А.В.</i> СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ ВРЕДОНОСНЫХ ПРОГРАММ, ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ ДО ЗАГРУЗКИ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ .....	361
<i>Лях А.В., Кузьмич Ю.В.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ FLASH-ТЕХНОЛОГИЙ В ИНТЕРАКТИВНОМ ОБУЧЕНИИ .....	362
<i>Кузьмич Ю.В., Лях А.В.</i> ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПАС-3D ...	363
<i>Малиновская С.Л.</i> СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА .....	364
<i>Манько Е.И.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ СМЕЩЕНИЯ МЕТОДОВ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ .....	365
<i>Матюш И.И.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ТРИАНГУЛЯЦИИ ПРИ РАСЧЁТЕ ОБЛАСТИ ОХВАТА РЕЗУЛЬТАТА МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ .....	366
<i>Deivis Isaias Peñaloza Ovalles, Матюш И.И.</i> СОТРУДНИЧЕСТВО РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И ВЕНЕСУЭЛЫ В ОБЛАСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ .....	367
<i>Мороз В.С.</i> ВЫРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ СИСТЕМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ .....	368
<i>Навоев Я.Э., Лесин А.С., Жиженко Е.О.</i> ОПЫТЫ РАЗРАБОТКИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ХИМИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ .....	369
<i>Пармёнова В.А., Манько Е.И., Дроздова О.А.</i> ПОИСК РАЦИОНАЛЬНЫХ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ В РАМКАХ СМК .....	370
<i>Петрусенко А.П.</i> НАЦИОНАЛЬНЫЕ И МЕЖДУНАРОДНЫЕ СИСТЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН .....	371
<i>Попов Ю.И.</i> МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МУЛЬТИСЕНСОРНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ .....	372

<i>Прусенкова Н.А.</i> ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОЕКТА ГОСУДАРСТВЕННОГО СТАНДАРТА НА ЭТАПЕ РАЗРАБОТКИ .....	373
<i>Reznikova M., Antoniuk V.</i> MEASURING VISCOSITY IN CHANGING INITIAL PARAMETERS .....	374
<i>Савченко С.В.</i> НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ МЕМБРАН И СИЛЬФОНОВ .....	376
<i>Сальников Ю.А.</i> ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ПРИГОДНОСТИ МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ В МЕДИЦИНСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ .....	377
<i>Свердлов Р.Ю.</i> ПРОГРАММИРОВАНИЕ ВНЕШНЕГО БЛОКА АЦП/ЦАП В СРЕДЕ NI LABVIEW .....	378
<i>Капустина К. М., Павлов К.А.</i> МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЩЕГО МЫШЬЯКА МЕТОДОМ АТОМНО-АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ .....	379
<i>Супранович Е.С., Павлов К.А.</i> НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ .....	380
<i>Столяр А.В.</i> МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ В ХИМИКО-БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ .....	381
<i>Ромбальская О.И.</i> РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА .....	382
<i>Ромбальская О.И.</i> АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ОЦЕНКИ РИСКОВ В СИСТЕМАХ МЕНЕДЖМЕНТА .....	383
<i>Сороко О.В.</i> МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ МЕБЕЛИ НА ОАО «МИНСКПРОЕКТМЕБЕЛЬ» .....	384
<i>Тесленко В.Ю.</i> ЭЛЕКТРОМАГНИТНО-АКУСТИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СФЕРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ .....	385
<i>Токаренко И.М.</i> НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ СТЬЕ ISO/TS 16949 .....	386

<i>Фенчук Д.А.</i> РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ И МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЙ ДВЕРЕЙ, ВОРОТ И ЛЮКОВ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ .....	387
<i>Шапко О.Н.</i> АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ДОСТОВЕРНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ ПРИБОРОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИМ РАЗРЯДАМ .....	388
<b>СЕКЦИЯ 8. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ В ОБЛАСТИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ</b>	
<i>Ксёнда Т.В., Аниськова А.А., Дранкевич В.А.</i> ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ИКТ-КЛАСТЕРА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ...	389
<i>Аниськович Е.В., Кривицкая К.А.</i> НАПРАВЛЕНИЯ СНИЖЕНИЯ ЗАПАСОВ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ И МЕТАЛЛООБРАБОТКИ .....	390
<i>Беперц А.В., Лавник Н.В.</i> СОПОСТАВЛЕНИЕ УРОВНЕЙ СРЕДНЕЙ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ .....	391
<i>Буйнич Е.И.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА .....	392
<i>Вабищевич А.М.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ КОНФЛИКТНЫМИ СИТУАЦИЯМИ В ОРГАНИЗАЦИИ .....	393
<i>Василенко Е.Ю., Шкула Т.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА В УСЛОВИЯХ НЕСТАБИЛЬНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ВАЛЮТЫ .....	394
<i>Воробей К.А.</i> ЗНАЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСПЕШНОМ ПРОЦЕССЕ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ .....	395
<i>Журкевич М.В.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИЗМА КРАУДФАНДИНГА ДЛЯ ФИНАНСИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ .....	396
<i>Захарова В.Г.</i> ОСОБЕННОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ .....	397
<i>Казак Е.В.</i> СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИНДУСТРИИ ВЕНЧУРНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ .....	398

<i>Калинин А.Ю.</i> КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ, СОЗДАНЫХ В ВУЗАХ	399
<i>Кирильчик А.Л.</i> ЛИЗИНГ КАК ФОРМА ОБНОВЛЕНИЯ ОСНОВНОГО КАПИТАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ.....	400
<i>Киселевская А.Г.</i> АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ПОДХОДЫ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РЕКЛАМЫ .....	401
<i>Козлова Е.А.</i> УЧЕБНО-НАУЧНО-ИННОВАЦИОННЫЙ КЛАСТЕР КАК ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ .....	402
<i>Короленя М.П.</i> ПРОМЫШЛЕННАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ КАК ЧАСТЬ ПРОЕКТА МОДЕРНИЗАЦИИ СТРАНЫ .....	403
<i>Корх Г.Ю.</i> МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ .....	404
<i>Косенок А.В.</i> ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ РЫНКА ОПТИЧЕСКИХ ПРИЦЕЛОВ .....	405
<i>Кухаренок А.С.</i> ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТРАНСФОРМАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ БЕЛАРУСИ.....	406
<i>Кушнер М.А.</i> РЕИНЖИНИРИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ПРОИЗВОДСТВА .....	407
<i>Лагутько М.М.</i> ИННОВАЦИОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ СТРУКТУРНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ СТРАНЫ...	408
<i>Лесин А.С., Навоев Я.Э., Сальников Ю.А., Зимогорев А.А.</i> К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ МЕТОДА ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ .....	409
<i>Лукьяненко А.Ю.</i> ПРОБЛЕМЫ ИНВЕСТИРОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКУ БЕЛАРУСЬ .....	410
<i>Лукьяненко А.Ю.</i> ПЕРЕХОД НА СВОБОДНЫЕ ОФИСНЫЕ ПАКЕТЫ .....	411
<i>Максимович Р.А.</i> РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ ЛОГИСТИКА .....	412
<i>Мойсейчик Д.А.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ГЛОБАЛИЗАЦИИ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ .....	413

<i>Мойсейчик Д.А.</i> ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ .....	414
<i>Пристром М.В, Скалабан Ю.О.</i> ПРИВЛЕЧЕНИЕ ИНВЕСТИЦИЙ В ОБЛАСТЬ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ .....	415
<i>Приходько Е.В.</i> ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МАЛОГО ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА....	416
<i>Сафронова О.В.</i> ИНВЕСТИЦИИ В СОЗДАНИЕ УНИВЕРСИТЕТСКИХ СПИН-ОФФ ПРЕДПРИЯТИЙ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ .....	417
<i>Силич Л.В. , Третьяков-Савич Е.С.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКЛАМНОЙ КАМПАНИИ ...	418
<i>Скребец Н.И.</i> МОТИВАЦИЯ ПЕРСОНАЛА ОРГАНИЗАЦИИ ....	419
<i>Соломко М.В.</i> ХЕДЖИРОВАНИЕ И СПЕКУЛЯЦИЯ НА ВАЛЮТНОМ РЫНКЕ .....	420
<i>Соломко М.В.</i> ЭФФЕКТ ОТ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА	421
<i>Сыман А.О.</i> МЕСТО КЛАСТЕРОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	422
<i>Терешенко А.Н.</i> РИСКИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	423
<i>Терешко И.М</i> РОЛЬ ТРУДА И ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ В УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ...	424
<i>Уляй О.В.</i> ПРОБЛЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ ТРУДА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ .....	425
<i>Урбанович В.Р.</i> ДЕЛОВАЯ ИГРА КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ТВОРЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ .....	426
<i>Филипп К.Д.</i> ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ КЛАСТЕРНОГО ПОДХОДА .....	427
<i>Цыбудько В.А.</i> РЕАЛЬНЫЕ ОПЦИОНЫ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ .....	428
<i>Черепковская О.З., Борисевич Н.В., Довнар А.В.</i> СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ .....	429

<i>Черкас А.А.</i> ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ОСОБЕННОСТИ ЖЕНЩИНЫ-РУКОВОДИТЕЛЯ .....	430
<i>Чернов Д.С.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МИРОВОГО РЫНКА В СФЕРЕ РЕКЛАМЫ .....	431
<i>Шматова Н.И.</i> СТРАТЕГИЯ И ТАКТИКА АНТИИНФЛЯЦИОННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ .....	432
<i>Якубчик Е.О.</i> ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРИБЫЛИ И РЕНТАБЕЛЬНОСТИ .....	433



Научное издание

**НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ  
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

**МАТЕРИАЛЫ**  
**8-й Международной научно-технической конференции**  
**молодых ученых и студентов**

Подписано в печать 14.04.2015. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 26,97. Уч.-изд. л. 21,09. Тираж 140. Заказ 287.

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.