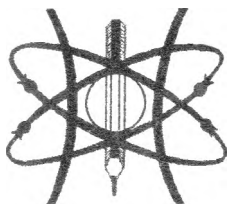


Министерство образования Республики Беларусь

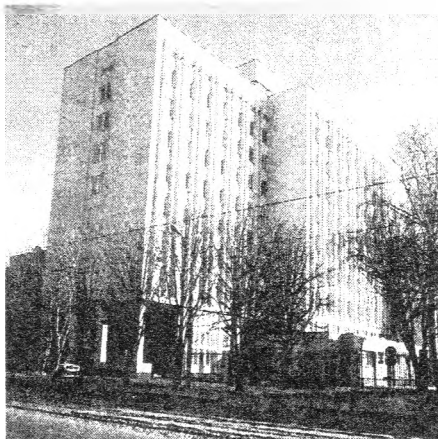
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ  
ФАКУЛЬТЕТ

# НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

МАТЕРИАЛЫ  
2-й Международной студенческой  
научно-технической конференции



МИНСК  
2009

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

---

*Приборостроительный факультет*

**НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ  
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

Материалы  
2-й Международной студенческой научно-технической  
конференции  
(22–24 апреля 2009 г.)

**Минск 2009**

УДК 681.2.002 (063)

ББК 34.9я431

Н 76

Редакционная коллегия:

В.Л. Соломахо, О.К. Гусев, Ю.М. Плескачевский, Н.В. Кулешов,  
И.Е. Зуйков, П.С. Серенков, М.Г. Киселёв, Д.С. Доманевский,  
В.А. Нифагин, Е.В. Гурина, Р.И. Воробей, Р.В. Фёдорцев

Рецензенты:

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

Издание включает материалы 2-й Международной студенческой научно-технической конференции «Новые направления развития приборостроения» по направлениям: лазерная техника и технология, информационно-измерительная техника и технологии, конструирование и производство приборов, стандартизация, метрология и информационные системы, микро- и нанотехника, экспериментальная и теоретическая физика, инженерная математика, экономика и управление научными исследованиями, проектированием и производством.

**СЕГМЕНТАЦИЯ ДАКТИЛОСКОПИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В  
БИОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ИДЕНТИФИКАЦИИ  
ЛИЧНОСТИ**

Магистрант Лавринович Д.П.,  
доктор техн. наук, профессор М.Ю. Селянинов  
*Белорусский государственный университет*

Системы, основанные на биометрических данных человека (сканирование сетчатки, радужной оболочки, отпечатков пальцев, распознавание голоса, лица) занимают особое место среди систем идентификации личности. В отличие от традиционных систем, которые основаны на знаниях (ввод пароля), владении (ключи), биометрические данные не могут быть легко изменены, подделаны и скопированы, что обеспечивает более высокий уровень безопасности. Сканирование отпечатков пальцев является наиболее распространенным способом идентификации личности, основанным на биометрических данных. Этот способ наиболее широко применяется как в технике, так и в других сферах деятельности человека.

Одной из основных проблем при автоматизации ввода отпечатков пальцев в автоматизированные дактилоскопические идентификационные системы является задача сегментации изображения – подразделение изображения на составляющие его объекты или области. Сегментация нетривиальных изображений представляет одну из самых сложных задач цифровой обработки изображений, так как от ее точности зависит конечный результат компьютерного анализа изображений.

В данной работе была произведена разработка и реализация алгоритмов сегментации. Работа велась над:

- алгоритмом сегментации с глобальным порогом на основе гистограммы изображения,
- алгоритмом на основе определения оптимального порога, минимизирующего среднюю ошибку,
- алгоритмом адаптивной пороговой обработки.

Методы с глобальной пороговой обработкой и методы на основе определения оптимального порога, минимизирующего среднюю ошибку, показали себя, как методы, работающие с высокой скоростью, но не дающие тех результатов качества, которые удастся получить при обработке полутоновых изображений методом с применением адаптивной пороговой обработки.

**ГИПЕРСПЕКТРОМЕТР С МИКРОЗЕРКАЛЬНОЙ МАТРИЦЕЙ**

Студент 5 курса Костюкевич А.Г.,  
доктор физ.-мат. наук, профессор И.М. Гулис  
*Белорусский государственный университет*

Гиперспектроскопия – метод спектрального анализа, позволяющий исследовать структуру объектов с одновременным пространственным и спектральным разрешением. В настоящее время появился новый класс спектральных приборов (гиперспектрометры), позволяющих получать спектральные характеристики всего массива точек исследуемой поверхности, т.н. «спектральный гиперкуб». В этих приборах для обеспечения высокого спектрального разрешения чаще всего используется подход, в котором на плоскость входной щели обычного дисперсионного спектрометра (например, с регистрацией на основе ПЗС-матрицы) изображается двумерная картина объекта, из которой входная щель «вырезает» узкую полосу. Смещая изображение объекта в направлении, перпендикулярном щели, получают набор спектров, соответствующий набору полос, на который разбивается изображение объекта. Очевидно, такое механическое сканирование имеет ряд серьезных ограничений, как со стороны прецизионности, так и быстродействия соответствующей механики. В связи с этим, весьма перспективным видится использование в гиперспектроскопии систем с микрозеркальными матрицами, преимуществами которых по сравнению с другими пространственными модуляторами света является высокое пространственное и временное разрешение (скорость переключения), малые потери света, а также практическое отсутствие спектральной и поляризационной селективности.

На кафедре лазерной физики и спектроскопии БГУ разработан гиперспектрометр, включающий в себя два канала: наблюдательный и спектральный, на основе микрозеркальной матрицы фирмы Texas Instruments (1024×768 микрозеркал размером 10,8×10,8 мкм каждое), формирующая реконфигурируемую входную щель прибора, имеющую высокую скорость переключения ( $\approx 30$  мкс) с высокой степенью прецизионности. Прибор обладает высоким спектральным разрешением ( $\Delta\lambda \approx 0,8$  нм) на широком спектральном диапазоне (160 нм), высокую светосилу (относительное отверстие 1:5), обеспечивает работу с входным полем размерами 11×8 мм, имеет малые габариты 530×340×280 мм. Управление прибором осуществляется компьютером, программное обеспечение позволяет оперативно варьировать режимы регистрации, а также представления результатов измерения. В докладе обсуждаются особенности оптической схемы прибора, процедура калибровки, приводятся примеры гиперспектральных изображений тестовых объектов.

## СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАССЕИВАЮЩИХ СРЕД

Студент 5 курса Кваченок С.В.,  
доктор физ.-мат. наук, профессор М.М. Кугейко  
*Белорусский государственный университет*

В ряде задач требуется одновременно определять как угловые характеристики рассеивающей среды, так и ее прозрачность, однозначно связанную с коэффициентами ослабления. К недостаткам известных измерителей данных характеристик относится наличие методических погрешностей, обусловленных нестабильностью аппаратурных констант приемников, источников излучения, изменениями в окружающей среде, загрязнениями оптических элементов и т.п. Требуется и проведение частых калибровочных измерений с использованием соответствующих эталонов, что в свою очередь затрудняет автоматизацию проведения измерений.

В докладе рассматривается способ измерения коэффициентов рассеяния оптического излучения под разными углами, индикатрисы рассеяния, прозрачности рассеивающих сред и устройство его реализующее, исключая отмеченные выше методические погрешности.

Устройство включает источники  $I_1$  и  $I_2$ , приемники  $P_1$  и  $P_2$ , блок управления посылки излучения, устройство вращения, формирователи световых потоков, блок регистрации, обработки и хранения измерительной информации.

Работает следующим образом. Источниками  $I_1$  и  $I_2$  попеременно по сигналам, поступающим с блока управления, посылаются световые потоки в исследуемую рассеивающую среду (в точку  $R$ ). Часть излучения в точке  $R$  рассеивается в направлении приемника  $P_2$ , расположенного под углом  $\varphi$  к направлению посылки излучения. часть проходит на приемник  $P_1$ , расположенный противоположно, и измеряется блоком регистрации. Формирователи обеспечивают регистрацию световых потоков с единицы длины рассеивающей трассы в единицу телесного угла.

Отсутствие в алгоритмах вычисления определяемых оптических характеристик аппаратурных констант, параметров окружающей среды говорит о том, что нестабильность их не сказывается на результате измерений, а значит, исключаются и методические погрешности, обусловленные данными факторами. При этом повышается и эксплуатационная устойчивость предлагаемого способа определения отмеченных выше оптических характеристик рассеивающих сред. Калибровочные измерения сводятся к установлению величины рассеивающего объема. Зная углы расходимости посылаемого излучения и угловые апертуры приема излучения, данные объемы легко вычисляются.

# ПИКОСЕКУНДНЫЙ БЕЗОПАСНЫЙ ДЛЯ ГЛАЗ ЛАЗЕР НА ОСНОВЕ КРИСТАЛЛА $\text{Er, Yb}^{3+}:\text{YAl}_3(\text{BO}_3)_4$

Студент гр.11324 Гулевич А.Е.,  
доктор физ.-мат. наук Н.В. Кулешов,  
кандидат физ.-мат. наук В.Э. Кисель,  
мл. науч. сотрудник Н.А. Толстик

*Белорусский национальный технический университет*

Разработка надежных и высокомошных твердотельных лазеров, генерирующих сверхкороткие импульсы излучения в спектральной области 1,5–1,6 мкм, вызывает значительный интерес с точки зрения промышленности, медицины и научных исследований. Наилучшими активными средами, для таких лазеров являются лазерные стекла, соактивированные ионами  $\text{Er}^{3+}$  и  $\text{Yb}^{3+}$ . В нашем докладе сообщается о реализации режима пассивной синхронизации мод в лазере на основе кристалла  $\text{Er, Yb}:\text{YAl}_3(\text{BO}_3)_4$  со средней выходной мощностью 270 мВт.

В данной работе лазерные эксперименты проводились в Z-образном резонаторе, изображенном на рис. 1. Накачка осуществлялась лазерным диодом с номинальной мощностью 3 Вт на длине волны 976 нм. В качестве активного элемента использовался кристалл  $\text{Er}(1\%), \text{Yb}(11\%):\text{YAB}$  толщиной 1,76 мм, на торцы которого были нанесены просветляющие покрытия для излучения накачки и генерации. В качестве пассивных затворов использовались полупроводниковые насыщающиеся зеркала на основе  $\text{InGaAsN}$ .

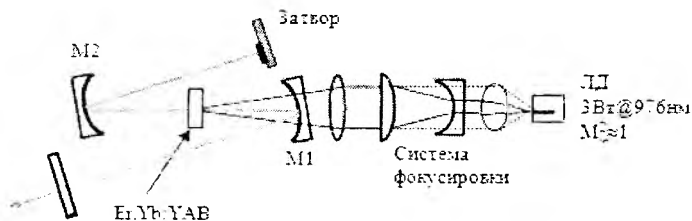


Рис.1. Схема резонатора для экспериментов

В результате были получены импульсы лазерного излучения длительностью 3,8 пс со средней выходной мощностью около 270 мВт на длине волны 1531 нм. достигнутая выходная мощность в несколько раз превосходит лучшие мировые аналоги. На длине волны 1555 нм длительность импульсов составила 5,1 пс, средняя выходная мощность – 103 мВт.

Представляется перспективной дальнейшая оптимизация параметров резонатора и пассивного затвора для создания эффективного субпикосекундного  $\text{Er, Yb}:\text{YAB}$  лазера, работающего в спектральной области 1,5–1,6 мкм с высокой выходной мощностью и более короткой длительностью импульсов.

## ДИАГНОСТИКО-ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ФОТОХИМИОТЕРАПИИ С МОЩНЫМ СВЕТОДИОДОМ

Студент <sup>1</sup>Тарасов Д.С., студентка гр. 108316 <sup>2</sup>Самцова Е.М.,

кандидат физ.-мат. наук К.Н. <sup>1</sup>Каплевский

<sup>1</sup>*Белорусский государственный университет*

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

При проведении сеансов фотохимиотерапии в методическом плане следует решить две основные задачи: во-первых, облучать опухоль светом определенного спектрального состава совпадающего с полосой поглощения фотосенсибилизатора, и, во-вторых, контролировать процессы накопления и расходования фотосенсибилизатора в опухоли после введения сенсибилизатора и во время терапевтического сеанса.

Разработанный диагностико-терапевтический комплекс позволяет эффективно решать обе задачи. В его составе в качестве терапевтического источника света использован мощный светодиод, который позволяет создавать достаточно высокую плотность мощности излучения на поверхности опухоли, сравнимую с лазерными источниками. Для оперативного наблюдения локализации опухоли и фармакокинетики проникновения и расходования сенсибилизаторов в тканях в состав комплекса входит спектрометр с оптоволоконным вводом излучения через Y-образный световод, а также маломощный полупроводниковый лазер для возбуждения флуоресценции фотосенсибилизатора.

В целом комплекс состоит из ПЭВМ и внешнего блока, в котором находятся все оптические и электронные компоненты. Связь между блоком и ПЭВМ осуществляется через шину USB, по мере совершенствования методик предполагается полностью отказаться от необходимости включения в состав комплекса ПЭВМ. На данном этапе ПЭВМ используется в первую очередь для более комфортного накопления, отображения, обработки и анализа полученной экспериментальной информации.

Комплекс имеет следующие основные характеристики:

Максимальная световая мощность терапевтическая	1 Вт
Длина волны максимума терапевтического излучения	760 нм
Максимальная световая мощность диагностического источника	30 мВт
Длина волны максимума диагностического излучения	685 нм
Анализируемый спектральный диапазон при диагностике	400–950 нм
Типовой период обновления информации в режиме диагностики	1/5 сек



## ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ С АСФЕРИЧЕСКИМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ

Студент гр.113114 Атрашкевич Р.В.,  
кандидат техн. наук, доцент В.О. Кузнечик  
*Белорусский национальный технический университет*

Значение оптико-электронных технологий, оптики, лазерной техники и фотоники в современном мире трудно переоценить. Во всех ведущих странах мира наблюдается их бурное развитие.

Основой разработок оптико-электронных приборов служат новые высоко- и наукоёмкие технологии, к которым можно отнести: асферизацию оптических деталей и их интерферометрический контроль (в 2007 году объем мирового рынка асферической оптики превысил 7,5 миллиарда евро, что составляет около 10 % от полного производства оптических деталей [1]), а также все виды оптических покрытий.

Технологический процесс изготовления оптических деталей с несферическими поверхностями включает производство высокоточных асферических оптических поверхностей как традиционными методами локальной ретуши малоразмерным инструментом, алмазного микроточения, так и методами магнитореологической полировки, ионной ретуши, УФ-отверждаемых акрилатов, и ряд других способов, и их контроль.

Вновь разработанные принципы, алгоритмическое и программное обеспечение позволили реализовать мощные потенциальные возможности эффективных методов контроля (сдвиговая интерферометрия, накопительная изофотометрия и синтезированные компьютерные голограммы) и автоматизацию производства.

В настоящее время для обеспечения автоматизированного формообразования асферических поверхностей применяется контрольно-измерительная машина, которая при цифровом обмене с обрабатывающим оборудованием образует замкнутый высокоэффективный технологический комплекс, позволяющий на одном рабочем месте осуществлять обработку несферической поверхности от операции предварительного шлифования до финишного полирования [2].

### Литература

1. <http://www.itlicorp.com/news/908>

2. Чекаль, В.Н. Применение координатно-измерительных машин для оптимизации технологии автоматизированного формообразования оптических поверхностей / В.Н. Чекаль, Ю.И. Чудаков, С.Е. Шевцов // Оптический журнал. – 2008 – Т.75, №11. – с.82–87.

## ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ КОМПАКТНЫХ СХЕМ МНОГОЗЕРКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТИВОВ

Студент гр.113115 Демеш М.П.,  
кандидат техн. наук, профессор Н.К. Артюхина  
*Белорусский национальный технический университет*

Зеркальные системы широко используются в различных областях оптического приборостроения, что связано с возможностью их работы в широком спектральном диапазоне. Известны многозеркальные системы, имеющие разнесенные вершины сферических и асферических зеркал. Актуальным направлением является разработка компактных зеркальных систем, исправленных в отношении четырех aberrаций (сферической aberrации, комы, астигматизма и кривизны изображения) [1–3].

Возможно построение объектива из двух асферических зеркал с двойным отражением от каждой зеркальной поверхности, деформации которых являются коррекционными элементами для исправления основных монохроматических aberrаций.

Сложностью габаритного расчета таких систем является выполнение определенных ограничений построения конструкции:

- равенства радиусов для четных и нечетных поверхностей ( $r_1 = r_3, r_2 = r_4$ );
- выполнения условия компактности ( $d_1 = d_3 = -d_2$ ).

В докладе представлены результаты исследования длиннофокусного анастигмата, рассчитанного при выполнении таких ограничений. Рассчитанный объектив с фокусным расстоянием  $f' = 10000$  мм, относительным отверстием  $D/f' = 1/20$ , угловым полем зрения в пространстве предметов  $2\omega = 1^\circ 30'$  имеет малые фигуры рассеяния и может использоваться в специальных оптических системах с длиннофокусными зеркальными коллиматорами ( $f_{об}' = 3 \dots 5$  м) и относительно малыми габаритными размерами.

### Литература

1. Korsh, D. Two well-corrected four-mirror telescopes/ D. Korsh // *Applied Optics*. – 1977. – Vol.13, №8 – P. 2074–2077.
2. Artyukhina, N. System of two spherical mirrors with double reflection / N. Artyukhina // *Journal of Optical Technology*. – 2005. – Vol. 72, № 10. – P. 781–783.
3. Зеркальный объектив: Патент РБ № 9022 /Артюхина Н.К., Богатко А.В., Толстик Н.А./ Оф. бюл. Изобретения. Патентные модели. Промышленные образцы.– 2007. – № 2.

## УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОПТИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

Студенты гр.113116 Климович Т.В. и Воронович С.В.,  
доктор техн. наук, профессор А.С. Козерук,  
кандидат техн. наук В.О. Кузничик  
*Белорусский национальный технический университет*

Характерной особенностью обработки прецизионных деталей в условиях свободной притирки является зависимость выходных параметров изделия от кинематических, геометрических, динамических и технологических факторов процесса. Многофакторность свободной притирки делает ее применение ограниченным и зависящим от квалификации исполнителя [1].

Предлагаемый способ управления процессом формообразования прецизионных деталей различной конфигурации позволяет формализовать действие оператора и автоматизировать процесс на финишных операциях.

Сущность способа заключается в следующем. При выявлении отклонения формы обрабатываемой поверхности от заданной устанавливают характер распределения припуска на заготовке и выражают в процентном отношении его величину, подлежащую удалению на каждой из  $n$  намеченных операций обработки. Определяют точки в диаметральном сечении заготовки с наибольшей и наименьшей толщиной припуска и угол наклона прямой, проведенной через упомянутые точки. Затем разбивают этот угол на диапазоны пропорционально процентному выражению припуска на заготовке, приходящегося на каждую из  $n-1$  намеченных операций обработки, причем коэффициенты пропорциональности определяют экспериментально. Устанавливают угловые коэффициенты прямых разбиения на диапазоны и рассчитывают значения наладочных параметров технологического оборудования, обеспечивающие необходимую точность формы после съема припуска заданной толщины. В процессе обработки детали периодически выполняют контроль толщины снятого припуска и точности формируемой поверхности. В момент достижения заданных характеристик детали ее обработку на данной операции прекращают.

### Литература

1. Справочник технолога-оптика / М.А. Окатов, Э.А. Антонов, А. Байгожин и др.; Под ред. М.А. Окатова. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехник, 2004. – 679 с.

## **ОЦЕНКА ИНФОРМАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВИДЕОСПЕКТРОМЕТРА ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ**

Магистрант Котов М.Н.,  
кандидат техн. наук, профессор Н.К. Артюхина  
*Белорусский национальный технический университет*

Одним из современных направлений развития оптико-электронных систем для дистанционного зондирования Земли из космоса является создание видеоспектрометров, позволяющих получать изображение в большом количестве узких спектральных диапазонах (гиперспектральное изображение).

В докладе рассмотрены основные задачи, которые необходимо решать при наблюдении Земли из космоса с помощью видеоспектрометра. В соответствии с этим разработаны основные требования к характеристикам оптико-электронной аппаратуры видеоспектрометра. Произведен анализ различных принципов получения гиперспектральных изображений видеоспектрометрами по способу спектрального разложения (дифракционная решетка, призма, Фурье-спектроскопия) и отмечены их основные достоинства и недостатки в соответствии с необходимыми требованиями предъявляемые к данному типу приборов наблюдения.

Для достижения поставленной задачи в работе была построена модель оптико-электронного тракта видеоспектрометра, по которой были произведены исследования по оценке качества изображения получаемое видеоспектрометром, по оценке спектрального и пространственного разрешения прибора, отношения сигнал/шум в фотоприемнике, объема получаемой информации, а также их взаимосвязь с параметрами элементов видеоспектрометра, основные из которых это проектирующий, коллиматорный и камерный объективы, диспергирующий элемент и приемник излучения.

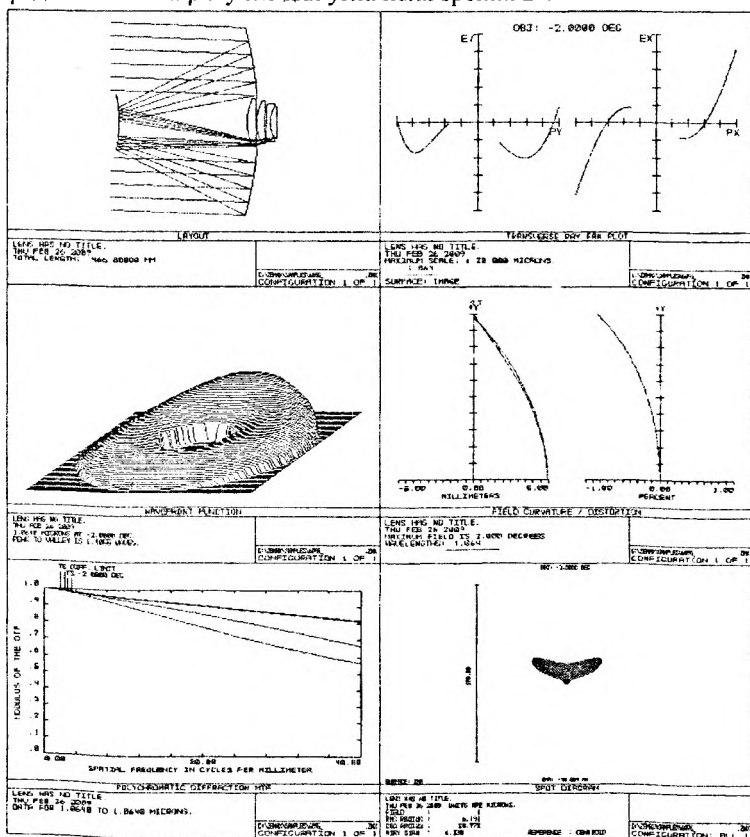
Таким образом, оценка информационных возможностей видеоспектрометра в работе производилась путем математического моделирования его оптико-электронного тракта.

Аналитический обзор и исследования, приведенные в работе необходимы для дальнейшего обоснования тактико-технических характеристик видеоспектрометра, которое необходимо при проведении опытно-конструкторских работ по созданию видеоспектрометра дистанционного зондирования Земли из космоса.

## ГРАФИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗЕРКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТИВОВ

Студент гр.113126 Малышев Д.В.,  
кандидат техн. наук, профессор Н.К. Артюхина  
ведущий программист В.А. Марчик  
*Белорусский национальный технический университет*

Оценку качества абберрационной коррекции зеркального объектива в графическом исполнении целесообразно выполнять, используя ППП ZEMAX (USA). Графики остаточных aberrаций: поперечных M и S aberrаций, кривизны поля и дисторсии, рассчитанных в ПНУ, а также диаграммы волнового фронта, графики ФПМ и диаграммы функций рассеяния представлены на рисунке для угла поля зрения  $2^\circ$ .



## РАСФОКУСИРОВАННАЯ ЗЕРКАЛЬНАЯ АФОКАЛЬНАЯ СИСТЕМА

Студент гр. 113115 Швец А.А.,  
кандидат техн. наук, профессор Н.К. <sup>1</sup>Артюхина,  
кандидат техн. наук, доцент Н.Н. <sup>2</sup>Тульеза  
<sup>1</sup>*Белорусский национальный технический университет*  
<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский университет кино и телевидения*

Современные зеркальные системы находят широкое применение в различных оптических приборах, работающих в широкой области спектра. Системы из трех зеркал обладают более широкими абберационными возможностями по сравнению с двухзеркальными. Широкое использование в настоящее время получили объективы с промежуточным изображением после системы из двух первых зеркал.

Первая схема такого объектива была достаточно компактна, но не могла иметь высокие оптические характеристики из-за конструктивных и технологических недостатков, которые устраняются при использовании дополнительных плоских зеркал.

Расфокусированные зеркальные афокальные системы могут быть использованы как базовые при создании длиннофокусных объективов [1]. Действительное промежуточное изображение в этом случае образуется за счет положительной эквивалентной оптической силы  $\varphi_1 + \varphi_2$ . Асферические профили поверхностей зеркал обеспечивают исправление сферической абберации, комы и астигматизма. Подбором оптической силы третьего зеркала  $\varphi_3$  устраняется кривизна изображения [2].

Вариант объектива, рассчитанный для  $f' = 10000$  мм,  $D/f' = 1/20$ , обеспечивает удовлетворительное качество изображения по всему полю  $2\omega = 1^\circ 30'$ . Конструкция компактна и позволяет вынести плоскость приемника изображения за пределы габаритов системы (для размещения фильтров, устройств смены приемников и т.д.).

### Литература

1. Артюхина, Н.К. Зеркальная анастигматическая система / Н.К. Артюхина // Вести НАН РБ. Серия физико-технических наук. – 2006. – № 4. – С. 57–59.

2. Решение о выдаче патента на изобретение (по заявке № 2007-0834) от 14.11.2008.

## ЛАЗЕРНЫЙ ХИРУРГИЧЕСКИЙ АППАРАТ «ДИОЛАЗ-810»

Студентка гр.113124 Шедко И.А.,  
кандидат техн. наук, доцент Р.В. Фёдорцев  
*Белорусский национальный технический университет*

Проведённые практические исследования и анализ полученных результатов показали высокую эффективность применения в медицине хирургических установок на основе высокоэнергетических импульсных твердотельных лазеров по сравнению с традиционными хирургическими инструментами [1]. Одной из последних отечественных разработок является аппарат «Диолаз», серийно выпускаемый ЧУП «ЛЭМТ» (Минск, Республика Беларусь) в двух модификациях с длиной волны 810 и 940 нм. Прибор предназначен для проведения оперативных вмешательств в хирургии и дерматологии, а также для остановки кровотечений в неотложной, эндоскопической и открытой хирургии, для фотодеструкции доброкачественных и злокачественных новообразований кожи и слизистых оболочек. Аппарат отличается от зарубежных аналогов компактной конструкцией, относительно малым весом (до 20 кг) и габаритами (420×480×220 мм), содержит матрицу с мощными полупроводниковыми излучателями (1...40 Вт). Излучение транспортируется в рабочую зону гибким моноволоконным оптическим световодом с диаметром светопроводящей жилы 0,6 мм и длиной 2,5...3 м. Включение в рабочий режим осуществляется ножной педалью.

Использование в аппарате лазера с длиной волны 810 нм позволяет получить эффект фототермического воздействия на кожу, слизистые, кровоточащие сосуды, в результате чего наступает фотокоагуляция (испарение) участка ткани. Рассечение тканей, особенно полых органов, происходит практически бескровно. Дозированное импульсное воздействие на патологический очаг обеспечивает минимальное термическое воздействие на окружающие здоровые ткани.

### Литература

1. Ляндрес, И.Г. Лазерные хирургические аппараты «Пульсар» и «Диолаз» и возможности их применения в хирургии. Протокол сдачи-приемки стандартного оборудования / И.Г. Ляндрес и [др.] / 10 с. Режим доступа [www.lambit.com.ua/doc/pulsar-diolaz.doc](http://www.lambit.com.ua/doc/pulsar-diolaz.doc).

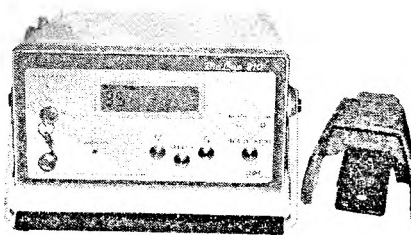


Рис.1. Внешний вид аппарата

## МИНИАТЮРНЫЙ ИТТЕРБИЕВЫЙ ЛАЗЕР С ДИОДНОЙ НАКАЧКОЙ

Аспирант Курильчик С.В.,  
кандидат физ.-мат. наук В.Э. Кисель<sup>1</sup>,  
доктор физ.-мат. наук Н.В. Кулешов<sup>1</sup>,  
инженер-конструктор С.К. Векшин<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>ОАО «Пеленг»

Твердотельные лазеры с диодной накачкой отличаются компактностью и эффективностью преобразования энергии накачки в энергию лазерного излучения. Это позволяет снизить энергопотребление и применять вместо громоздкого внешнего водяного охлаждения элементы Пельтье значительного меньшего размера. Использование в качестве активных сред материалов, эффективно поглощающих излучение накачки и излучающих на близкой частоте, обладающих высокой теплопроводностью, позволяет создавать мощные компактные твердотельные лазерные системы.

В данной работе создан макет миниатюрного лазера с диодной накачкой на основе кристалла иттрий-алюминиевого граната (YAG), легированного трехвалентными ионами иттербия.

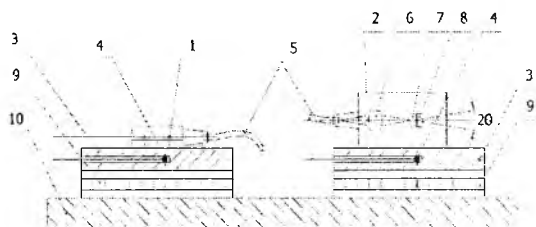


Рис. 1. Макет миниатюрного лазера:

- 1 – блок накачки; 2 – модуль иттербиевого лазера;
- 4 – термистор,
- 5 – оптическое волокно;
- 3, 10 – алюминиевые пластины; 6 – линза;
- 7 – активный элемент,
- 8 – выходное зеркало резонатора; 9 – охлаждающий элемент Пельтье

Благодаря использованию кристаллов и зеркал малого размера, а также нанесению оптических покрытий на торец активного элемента, размер лазерного резонатора не превышал нескольких миллиметров. Исследована зависимость выходных характеристик лазерного диода, используемого для накачки, в диапазоне температур от  $-40$  до  $-60^{\circ}\text{C}$ . Экспериментально определено оптимальное сочетание толщины кристалла и коэффициента пропускания выходного зеркала. Выходная мощность миниатюрного иттербиевого лазера на длине волны около  $1030$  нм составила  $1,5$  Вт при токе на лазерном диоде, не превышающем  $4$  А. Измерены расходимость и поперечное распределение лазерного пучка.

Полученные результаты предполагается использовать при создании переносных оптических приборов, работающих в полевых условиях, требующих наличия мощного компактного лазерного излучателя.



## ПАССИВНАЯ СИНХРОНИЗАЦИЯ МОД ЛАЗЕРА НА YAG:Nd НАСЫЩАЮЩИМСЯ ПОГЛОТИТЕЛЕМ НА ОСНОВЕ СТЕКЛА С КВАНТОВЫМИ ТОЧКАМИ PbS

Студент гр. 113124 Скопцов Н.А.,  
кандидат физ.-мат. наук, ст. науч. сотрудник И.А. Денисов,  
доктор физ.-мат. наук, профессор К.В. Юмашев  
*Белорусский национальный технический университет*

Лазеры с синхронизацией мод находят применение в научных исследованиях, обработке материалов, зондировании атмосферы и др. Использование в таких лазерах твердотельных насыщающихся поглотителей позволяет создавать компактные и надежные источники импульсов сверхкороткой длительности. В данной работе исследуется пассивная синхронизация мод лазера на YAG:Nd ( $\lambda_{ген} = 1,06$  нм) с насыщающимся поглотителем на основе стекла с квантовыми точками PbS.

Стекло имеет состав  $SiO_2-Al_2O_3-NaF-Na_2O-ZnO$ . Условия двухстадийной термообработки исходного стекла выбраны так, чтобы пик поглощения первого экситонного резонанса приходился на область  $\sim 1$  мкм. Средний радиус квантовых точек в образце составляет 3,6 нм. Для исследуемого стекла с квантовыми точками PbS были измерены интенсивность насыщения поглощения и время релаксации просветления, которые составили  $40$  МВт/см<sup>2</sup> и  $20$  пс, соответственно.

Схема резонатора лазера приведена на рис. 1. Насыщающийся поглотитель с начальным пропусканием  $30\%$  помещен между линзой и задним глухим зеркалом для создания в нем необходимой плотности мощности излучения. Цуг пикосекундных импульсов (рис. 2) наблюдается при параметре фокусировки излучения в пассивном затворе (отношение площадей поперечных сечений моды резонатора в активного элемента и пассивного затвора)  $\rho = 15 \dots 30$ . При меньших значениях  $\rho$  наблюдается режим модуляции добротности. В режиме синхронизации мод лазер работает в поперечной моде нулевого порядка, длительность цуга импульсов составляет  $30$  нс, энергия и длительность одного импульса составляет  $1$  мДж и  $100$  пс, соответственно.

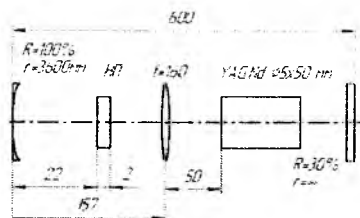


Рис. 1. Схема лазера YAG:Nd с пассивной синхронизацией мод

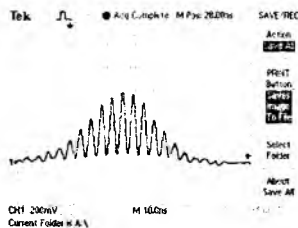


Рис. 2. Цуг УКИ, генерируемых лазером YAG:Nd

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА  
И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 519.254

**СИНТЕЗ БЫСТРЫХ АЛГОРИТМОВ ВЫЧИСЛЕНИЯ СВЕРТКИ**

Аспирант Спичкина Т.М.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент А.А. Айзикович  
*Ижевский государственный технический университет*

На сегодняшний день существует несколько подходов к генерации быстрых алгоритмов (БА) вычисления сверток дискретных сигналов, в частности, в [1] предложены алгоритмы, основанные на факторизации матриц преобразований. Каждый способ факторизации может породить БА, например, факторизация матриц методом Гуда порождает быстрые преобразования Фурье, Уолша, Хартли, Хаара.

Существуют и другие подходы к генерации БА – алгоритмы быстрых умножений чисел (БУЧ) или матриц преобразований. Так, например, может быть получен алгоритм Тоома-Кука, если к дискретному преобразованию Фурье применить один из видов БУЧ – алгоритм Карацубы. Есть и такие алгоритмы, которые сочетают в себе несколько подходов. К ним относится, например, алгоритм Винограда, созданный из алгоритмов Карацубы, китайской теоремы об остатках с эффективным восстановлением по алгоритму Гарднера и факторизации матриц.

Комбинируя существующие подходы по созданию БА, можно улучшать имеющиеся или создавать новые алгоритмы. Так, используя подходы, описанные выше, разработаны два новых БА вычисления свертки, основанные: первый – на дискретном преобразовании Фурье, второй – на теоретико-числовом преобразовании. В новых алгоритмах операции умножения полностью заменены операцией сдвига, благодаря примененным подходам БУЧ: бинарного умножения чисел и Бута, с погружением исходной задачи в систему счисления с основанием  $\omega$ , диктуемым условием задачи и заданием чисел в  $k$ -ичном коде  $M$ -разрядного представления.

**Литература**

1. Власенко, В.А. Методы синтеза быстрых алгоритмов свертки и спектрального анализа сигналов / В.А. Власенко, Ю.М. Лаппа, Л.П. Ярославский. – М.: «Наука», 1990. – 180 с.

## СКУД С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ РЕАЛЬНОГО РЕЖИМА ВРЕМЕНИ ОТОБРАЖЕНИЯ ТРЕВОЖНЫХ СОБЫТИЙ НА ГРАФИЧЕСКИХ ПЛАНАХ ОБЪЕКТА

Студент гр. 11 3015 Силин Н.Д.,  
ст. преподаватель Т.Л. Владимирова  
*Белорусский национальный технический университет*

Система контроля и управления доступом (СКУД) не устраняет необходимость контроля со стороны человека, но значительно повышает эффективность работы службы безопасности, особенно при наличии многочисленных зон риска.

Для своевременного реагирования службы безопасности на тревожные ситуации связанные с несанкционированным доступом, необходимо осуществлять их оценку в реальном режиме времени. При оценке необходимо четко представлять, где именно происходит несанкционированное действие и однозначно определить его вид, например, «взлом двери», «доступ чужой картой», «дверь открыта дольше положенного времени» и т.д.

Программное обеспечение (ПО) СКУД позволяет создавать графические планы объекта и указывать на них реальную установку оборудования (двери, турникеты, ворота и т.д.).

При возникновении тревожного события оператор системы в режиме реального времени получит извещение о событии с указанием места на плане, а также инструкцию о действиях в конкретной ситуации.

Целесообразно обеспечить возможность программирования реакции системы на различные тревожные ситуации. Например, открытие дверей аварийного выхода при срабатывании охранно-пожарной сигнализации.

Программы алармовой графики и мониторинга событий устанавливаются на посту охраны. При появлении тревоги программа автоматически выводит на монитор план этажа и выделяет на плане место, откуда поступило тревожное сообщение.

На рисунке показаны предлагаемые условные обозначения событий, возникающих в СКУД и отображаемых на поэтажных планах объекта.

ОБЪЕКТЫ	СОБЫТИЯ
 Дверь	 Взлом двери
 Турникет	 Дверь открыта дольше положенного времени
 Ворота	 Доступ чужой картой
 Штабам	 Доступ в неустановленное время
 Калитка	 Потеря связи с контроллером
 Контроллер	

## **ДАТЧИК ЗАМЯТИЯ БЛАНКА ДЛЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА**

Студент гр.113015 Баканов А.Ю.,  
кандидат техн. наук, доцент И.Н. Савелов  
*Белорусский национальный технический университет*

Одной из центральных задач современной радиоэлектроники является использование новых научно-технических идей в области разработки радиоэлектронных устройств, комплексов и систем в реальные конструкторско-технологические решения. Актуальность этой задачи постоянно растет, поскольку по мере развития электронной техники совершенствуется не только элементная база, но и применяются все более прогрессивные методы конструирования, что ведет к быстрому развитию технологии производства всего многообразия радиоэлектронных средств.

При разработке любой конструкции радиоэлектронной аппаратуры необходимо учитывать особенности областей ее применения и климатических условий местности эксплуатации, которые оказывают существенное влияние на выбор материалов элементной и конструктивной базы.

Датчик замытия бланка представляет собой устройство, срабатывающее в зависимости от скорости вращения подвижной части. Данное устройство может применяться в системах контроля и управления доступом.

При выполнении данной работы было разработано техническое задание на проведение модернизации конструкции. В соответствии с заданными техническими характеристиками и условиями эксплуатации изделия выбраны материалы деталей. Произведен расчет параметров электрических контактов, параметров упругого элемента, направляющих прямолинейного движения на тепловое заклинивание и перекос.

Конструкция датчика имеет степень защиты IP66 и применяется в климатическом районе УХЛ 5.1, т.е. в помещениях с повышенной влажностью в качестве встроенных элементов внутри комплектных изделий, конструкция которых исключает возможность конденсации влаги на встроенных элементах. Поэтому для предотвращения воздействия агрессивной окружающей среды предусмотрена герметизация соединений с помощью защитных резиновых уплотнительных прокладок, а также защитных покрытий на внешние поверхности датчика.

С помощью САПР Autocad и SolidWorks разработаны сборочный чертеж конструкции, рабочие чертежи деталей и твердотельная модель датчика замытия бланка.

## **МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА (ОПО)**

Соискатель Нуруллин И.Н.,

доктор техн. наук, профессор Г.А. Цветков

*Пермский государственный технический университет*

В докладе рассматриваются вопросы совершенствования оперативного управления эксплуатацией ОПО, формулируется проблема создания модели формирования автоматизированной системы управления безопасной эксплуатацией объекта на примере термообработки (сушки) древесины в электромагнитном поле сверхвысоких частот (СВЧ).

Показано, что современные ОПО во время эксплуатации работают в сложных меняющихся условиях, подвергаются воздействию различных внешних и внутренних факторов. В результате этих воздействий развиваются деградационные процессы (износ, разрушение, уход характеристик) ухудшаются параметры, приводящие к снижению работоспособности, изменению технического состояния и отказу.

Таким образом, при оценке работоспособности возникает необходимость разработки различных моделей и критериев формирования исходных данных для расчета остаточного ресурса, повышения наблюдаемости и обнаружения опасных отклонений развития аварийных ситуаций. Обеспечение безопасности в режиме эксплуатации и функционирования ОПО на всех стадиях жизненного цикла является сложной научно-технической проблемой.

Разработанный алгоритм управления безопасной эксплуатацией ОПО при термообработке древесины в поле СВЧ построен на использовании современных информационных технологий, основывается на преобразовании средств информационного обеспечения функционирования объекта, характеристик потока информационных задач в значения показателей, характеризующих влияние изменения уровня автоматизации системы управления на безопасность, быстрдействие и безошибочность функционирования ОПО. Преобразование осуществляется посредством применения разработанных моделей представляющих последовательность обработки информации, построенные на основе этих последовательностей зависимости выражают оценку безопасности функционирования. Математическая модель для этой цели представляется в виде оценок качества конструирования, технологии изготовления, материала, условий эксплуатации, отображает функциональную структуру объекта, производимые действия и связи между ними (конструкторско-технологические, физико-механические параметры, дефекты производства, параметры внешних факторов).

Новое методологическое обеспечение технологий проектирования обеспечивает высокую метрологическую точность расчетов, безопасность и управление эксплуатацией ОПО путем обнаружения опасных отклонений режимов функционирования, позволяет анализировать развитие аварийных процессов, синтез оптимальных параметров автоматизированной системы управления опасных производственных объектов.

В данной работе детально описана модернизированная установка для термообработки древесины в электромагнитном поле СВЧ, технология проводимых измерений абсолютных величин масс, размеров, времени при устойчивой работе магнетрона.

## ПИРОМЕТР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ БУКСОВЫХ УЗЛОВ РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА

Студент гр. 113454 Бабич О.А.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент П.Г. Кривицкий  
*Белорусский национальный технический университет*

Тема безопасности движения поездов стала особенно актуальной с ростом железнодорожных перевозок. Увеличение интенсивности и скорости движения, длины и веса поездов повлекло ужесточение требований к техническому состоянию вагонов и локомотивов. Среди проблем технического состояния особое значение имеет состояние буксовых подшипников, поскольку при недостаточности смазки, заклинивании и других дефектах, ведущих к нагреванию подшипника, разрушение буск происходит довольно быстро. Это в свою очередь приводит к перелому шейки оси и опрокидыванию вагона.

Для контроля температуры буксовых узлов рельсового транспорта наиболее целесообразно применять бесконтактный измеритель температуры – пирометр. Основными составляющими пирометра являются: тепловой датчик (пиродатчик) на базе пироэлектрического модуля ПМ-4; микроконтроллер C8051F500-IQ; ЖК-панель с контроллером HD44780; последовательный интерфейс RS-485; блок стабилизатора; измерительный усилитель; датчик объекта; температурный датчик AD590, для измерения температуры пирометра.

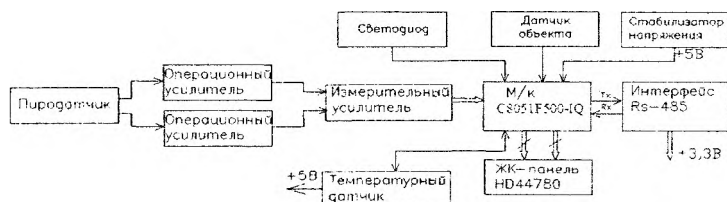


Рис. 1. Блок-схема пирометра

При прохождении тепловоза срабатывает датчик объекта. В результате чего, пиродатчик ПМ-4 реагирует на изменение энергии, излучаемой нагретым буксовым узлом. Электрический сигнал, проходя через операционные и измерительный усилители, поступает на микроконтроллер, где выполняется его преобразование в цифровой вид и вычисление температуры, которая выводится на ЖК-панель в виде, удобном для восприятия оператором. В пирометре также находится светодиод, который включается при регистрации температуры, превышающей норму, то есть при перегреве буск.

## СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СПОРТСМЕНОВ

Аспирант Хорлоогийн А.С.,  
доктор техн. наук, профессор О.К. Гусев  
*Белорусский национальный технический университет*

Управление тренировочным процессом – система воздействий на спортсмена с целью перевода его с одного (исходного) уровня спортивной подготовленности на некоторый заданный другой уровень для достижения намеченных спортивных результатов. Чтобы управлять тренировочным процессом полностью контролируя весь тренировочный макроцикл, нужно получать информацию о ходе и результатах выполнения тренировочных и соревновательных упражнений, о состоянии спортсмена, об окружающих условиях. Это информация обратной связи. Без нее невозможно управление сколько-нибудь сложной системой, процессом.

Данный контроль над тренировочным процессом возможен с помощью применения аппаратно-программных средств диагностики физического развития спортсмена, который представляет собой снятие и обработку параметров функциональной подготовленности спортсмена во время выполнения физического упражнения на тренажере. Управление тренажером и обработка данных, полученных от измерительной системы, осуществляются на компьютере с помощью соответствующего программного обеспечения, позволяющего в наглядной форме оценить показатели спортивной подготовленности.

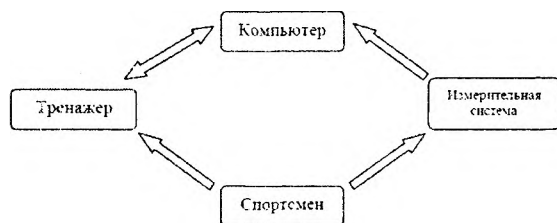


Рис. 1. Схема взаимодействия компонентов системы диагностики физического развития спортсмена.

Количество показателей спортивной подготовленности, подлежащих включению в планы подготовки спортсменов и типовые программы их комплексных обследований, может быть различным в зависимости от целей и уровня спортивного совершенствования.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ УГЛОВЫХ ОТКЛОНЕНИЙ

Студент гр. ИВК 04-2 Егоров М.А.,  
доктор техн. наук, профессор Г.А. Цветков  
*Пермский государственный технический университет*

В настоящее время возрастают конструкторские требования к точным характеристикам контроля углов отклонения разрабатываемых изделий как в процессе производства, так и в процессе прочностных температурных испытаний. Поэтому остается актуальной задача повышения точности измерения углов отклонения контрольных площадок, жестко связанных с изделиями.

Существующие способы контроля можно разбить на несколько видов:

1. Методы основанные на измерении отклонения маятника или жидкостного уровня в гравитационном поле;
2. Оптические методы;
3. Методы, основанные на измерении частоты колебаний инерционной массы в зависимости от величины действующего ускорения.

Вышеизложенные методы не удовлетворяют всем требованиям и точностным характеристикам контроля разрабатываемых изделий.

В докладе рассматриваются пути и способы совершенствования систем контроля, способ обработки информации.

В результате проведенных исследований выявились основные тенденции развития данного вида техники:

1. Исключение трения по оси подвеса ЧЭ;
2. Повышение чувствительности электронной схемы;
3. Применение микро-ЭВМ для обработки результатов измерения.

Разрабатываемый прибор предназначен для измерения пространственных углов отклонения контрольных площадок объекта в следующих диапазонах углов наклона от 0 до 1 уг. сек., от 0 до 3 уг. сек., от 0 до 30 уг. мин. погрешность измерения величины диапазон рабочих температур от  $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

В основу разрабатываемого устройства предлагается способ, заключающийся в том, что одноосный наклонер с подвесом чувствительного элемента на газодинамической опоре размещается на платформе, которая может вращаться вокруг вертикальной оси. Измеряем период обращения платформы и направление выхода наклонера в моменты времени  $t = 0$  и  $T/4$ , где  $T$  – период обращения платформы,  $t$  – время.

Прибор содержит механический блок, состоящий из одноосного наклонера с подвесом чувствительного элемента на газодинамической опоре и съемом выходного сигнала с помощью индуктивного датчика и устройство разворота основания, содержащее платформу и привод вращения платформы.

За основу для разработки одноосного наклонера могут быть взяты технические решения, защищенные а.с. № 566185, а.с. № 240199.

По результатам проведенных исследований, разработан двухкоординатный датчик наклона, который позволяет обеспечить проведение контрольных операций в заданном диапазоне измеряемых температур, чувствительность 0,3 уг. сек., погрешность 2 % от измеряемой величины. Разработки защищены авторскими свидетельствами.



## ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ РАЗМАГНИЧИВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ИЗ МАГНИТОМЯГКИХ СТАЛЕЙ

Студентка гр. 113454 Какошко Е.Ю.,  
доктор техн. наук, доцент В.Ф. Матюк

*Белорусский национальный технический университет*

Актуальность вопроса размагничивания ферромагнитных объектов обусловлена тем, что наличие остаточной намагниченности приводит к ряду негативных последствий при их дальнейшей эксплуатации (ускоренному износу обрабатывающего инструмента, ложности показаний средств измерения и недостоверности результатов контроля).

На практике широко применяются термический, статический, динамический и импульсный методы размагничивания. Выбор метода зависит от многих факторов [1], однако наиболее эффективным и экономичным с точки зрения энергопотребления является импульсный метод, основанный на воздействии на изделие знакопеременных импульсных магнитных полей с затухающей амплитудой.

Были определены параметры импульсных магнитных полей, необходимые для эффективного размагничивания, а именно амплитуда импульсов  $H$  и их длительность  $t$ . Максимальная амплитуда поля  $H_m$  для магнитомягких сталей должна быть более 110000 А/м, а конечная амплитуда  $H_k$  – менее 0,5 А/м. Уменьшение амплитуды должно быть плавным, так чтобы число импульсов было не менее 100. Длительность  $t$  импульсов была выбрана с учетом влияния на глубину проникновения магнитного поля внутрь изделия скин-эффекта и составила 6,8 с.

Основными элементами размагничивающего устройства, электрическая схема которого представлена в докладе, являются: зарядное устройство (транзистор), батарея конденсаторов, разрядное устройство (транзисторный мост), блок управления, соленоид и блок питания.

Принцип работы устройства заключается в заряде батареи конденсаторов через зарядный транзистор до определенного напряжения, значение которого задается блоком управления (причем это значение постоянно уменьшается на заданную величину) и последующем его разряде через транзисторный мост на соленоид. В результате этого формируется импульсное магнитное поле, полярность которого зависит от того, через какие плечи моста происходит разряд батареи конденсаторов.

### Литература

1. Щербинин, В.Е. Магнитный контроль качества металлов / В.Е. Щербинин, Э.С. Горкунов. – Екатеринбург: УрОРАН, 1996. – 266 с.

## МОДУЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА КОНВЕЙЕРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Курсанты 31, 32 взводов Валуийских А.Г., Грачулин А.В.,  
кандидат техн. наук, доцент О.О. Смилоненко

*Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь*

В настоящее время все большее применение находят стационарные и передвижные роботизированные комплексы, которые обеспечивают автоматическую пожарную сигнализацию защищаемой зоны, определяют координаты загорания и производят автоматическое тушение мелкодисперсной распыленной водой, пеной, порошком или газом.

Область применения рассматриваемых устройств ограничена авариями локального характера. Предлагаемая нами установка пожаротушения предназначена для тушения местных очагов возгораний электротехнических изделий при конвейерном способе производства (технологические операции сборки, пайки, испытаний изделий). Ведь по статистике каждый четвёртый пожар происходит в результате возгорания электрооборудования, а в процессе производства их частота ещё более возрастает.

При тушении возгораний электронной техники или приборов под напряжением, наиболее эффективен метод газового углекислотного пожаротушения. Такой метод не повреждает электронику и не становится причиной дальнейшего короткого замыкания. Углекислотный газовый метод пожаротушения не оставляет следов на поверхности, развевая в воздухе углекислый газ.

Разрабатываемая установка состоит из несущего движущегося модуля, который оборудован системой пожарной сигнализации, системой видеонаблюдения, расположенной непосредственно на самой установке и по контуру помещения, снабжен ИК-датчиком, и системой пожаротушения. Входящие в состав установки пожаротушения система пожарной сигнализации и система теленаблюдения предназначены для обнаружения пожара на ранней стадии развития, передачи сигнала о пожаре в помещенные охраны (пожарного поста) и формирования сигнала на запуск установки пожаротушения и оперативного наблюдения за развитием ситуации в зоне очага пожара соответственно.

Опыт использования роботизированных пожарных комплексов свидетельствует о возможности их применения для защиты предприятий и технологических установок в условиях, когда присутствие людей в защищаемых установками зонах представляет повышенную опасность, а использование традиционных установок пожаротушения может быть малоэффективно.

## **ВИБРАЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗВИТИЯ МЫШЦ ПЛЕЧЕВОГО ПОЯСА**

Студентка гр.113814 Калиниченко И.Г.,  
доктор пед. наук, первый зам. директора НИИ ФКС А.А. Михеев  
*Белорусский национальный технический университет*

Координационные, скоростные и силовые качества мышц плечевого пояса играют важную, а зачастую, и предопределяющую роль во всех трудовых и обучающих процессах в достижении спортивных результатов и возможности полноценной самореализации. Существует множество видов спорта, в которых скоростно-силовые качества мышц рук играют важную роль (все виды единоборств, игровые виды спорта, стрельба, лыжи, плавание и т.д.). Во всех перечисленных видах спорта очень часто травмируются мышцы плечевого пояса.

Таким образом, возникает необходимость в создании такого устройства, с помощью которого можно было бы развивать скоростно-силовые качества мышц рук и плечевого пояса, а также восстанавливать подвижность плечевых суставов после различных травм.

Данное вибрационное устройство предназначено для использования в физкультурно-оздоровительных целях и применяется для совершенствования физической подготовки человека, увеличения подвижности суставов, силы и изменения тонуса мышц тела. Вибрационное устройство используется для оперативной и контролируемой стимуляции биологической активности мышц плечевого пояса.

Стимуляция биологической активности – это легковоспроизводимый, немедикаментозный метод, предполагающий выполнение физических упражнений на фоне вибрации с частотой 28–30 Гц при амплитуде 4 мм и ускорении 0,7 g [1].

Такое устройство применяется в области физической культуры и спорта, а также в мероприятиях профессиональной посттравматической реабилитации. Использование вибрационного устройства наиболее эффективно в ходе физических тренировок с целью увеличения эффективности силовой подготовки или физического развития [2].

### **Литература**

1. Михеев, А.А. Стимуляция биологической активности как метод управления развитием физических качеств спортсменов / А.А. Михеев. – Мн., 1999.
2. Михеев, А.А. Биологические основы дозированной вибрационной тренировки спортсменов / А.А. Михеев. – Мн., 2006.

## РЕШЕНИЕ СИСТЕМ $m$ -РАЗНОСТНЫХ УРАВНЕНИЙ В СЛУЧАЕ ПРОСТЫХ КОМПЛЕКСНО-СОПРЯЖЕННЫХ СОБСТВЕННЫХ ЧИСЕЛ МАТРИЦЫ СИСТЕМЫ

Аспирант Спичкин Д.Н.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент А.А. Айзикович  
*Ижевский государственный технический университет*

Одним из методов обработки сигналов является использование радиотехнических цепей. Новым видом цепей являются  $m$ -цепи [1], в которых в качестве сдвига аргумента понимается  $m$ -сдвиг  $x \ominus_l$  – поразрядная разность двух целых неотрицательных чисел  $x$  и  $l$  при их  $m$ -ичном  $n$ -разрядном представлении. Новые  $m$ -цепи описываются линейными  $m$ -разностными уравнениями ( $m$ -РУ) [1].

Линейное  $m$ -разностное уравнение первого порядка имеет вид

$$y(x \ominus 1) + k_1 y(x) = 0. \quad (1)$$

Решениями линейных  $m$ -РУ являются функции Виленкина-Крестенсона (ВКФ), записываемые в форме Пэли [1]

$$\text{Pal}(p, x) = \exp\left(i(2\pi/m) \sum_{j=1}^n p_{n-1-j} x_j\right), \quad (2)$$

где  $x$  – аргумент,  $p$  – параметр, причем  $x$  и  $p$  имеют  $m$ -ичное  $n$ -разрядное представление,  $i$  – мнимая единица. При решении  $m$ -РУ часть разрядов параметра  $p$  фиксируется, а часть остается произвольной [1].

**Теорема.** Пусть в системе линейных  $m$ -РУ

$$\bar{y}(x \ominus 1) = A \bar{y}(x) \quad (3)$$

матрица  $A$  – постоянная, вещественная и имеющая два простых комплексно-сопряженных собственных значения  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  таких, что  $|\lambda_j| = 1$ , а  $\bar{h}_j$  ( $j=1,2$ ) – соответствующие данным собственным значениям собственные векторы.

Тогда существует два линейно независимых решения системы (3)

$$\bar{y}_j(x) = \alpha_j(x) \bar{h}_j,$$

где  $\alpha_j(x)$  есть решения  $m$ -РУ (1) при  $k_1 = -\lambda_j$ ,  $j=1,2$ .

### Литература

1. Трахтман, А.М. Основы теории дискретных сигналов на конечных интервалах/ А.М. Трахтман. – М.: «Сов. радио», 1975. – 239 с.

## СИСТЕМА ЭЛЕКТРОННОЙ ОТМЕТКИ ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ И СОРЕВНОВАНИЙ ПО СПОРТИВНОМУ ОРИЕНТИРОВАНИЮ

Студент гр.113815 Колибаба М.О.,  
кандидат пед. наук, доцент С.Г. Ковель  
*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время на официальных соревнованиях мирового уровня, Чемпионатах и Кубках Республики Беларусь по спортивному ориентированию на контрольных пунктах (КП) используются современные системы электронной отметки. Эти системы многофункциональны, просты и удобны для использования спортсменами во время тренировок, и спортивными судьями при проведении соревнований. Фиксируют итоговые результаты и время прохождения отрезков всех спортсменов по дистанции, что существенно увеличивает информативность и оперативность отображения результатов, быстроту работы судейской бригады.

Система электронной отметки реализуется с помощью: устройства электронной отметки, станции для отметки КП, мастер-станции и принтера. Устройства электронной отметки созданы на основе SI-card 5. Существует несколько модификаций таких устройств (SI-card 5, SI-card 6, SI-card 7). Отличие этих устройств друг от друга в том, что они имеют разную энергонезависимую флэш-память, фиксируют до 64 отметок КП, позволяют запрограммировать в памяти личную информацию участника (фамилию и инициалы, дату рождения, номер, пол, страну и клуб), стартовый номер, сохраняют информацию более 20 лет, создают возможность загрузки полного описания движения спортсмена по дистанции, имеют базу данных, совместимую с компьютером и т.д. Так как эти устройства небольшие по размеру их прикрепляют непосредственно к пальцу спортсмена.

Станции для отметки на КП предназначены для записи в устройство электронной отметки спортсмена времени и номера КП, имеют световые и звуковые индикаторы для сигнализации отметки. Мастер-станция считывает информацию с электронных устройств, данные об отметках на станциях КП, программирует режимы работы станций КП.

Таким образом, современные системы электронной отметки являются удобными в тренировочном процессе и позволяют при проведении соревнований уменьшить возможность судейской ошибки, ускорить процесс проверки правильности отметки на финише, выявить участников, нарушивших порядок прохождения КП, сделать соревнования более динамичными и зрелищными.

## АКУСТИЧЕСКАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА

Аспирант Каван Д.М., студент гр. 463002 Корольков Я.В.,  
науч. сотрудник А.В. Потапович  
*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

Обеспечение защиты речевой информации в выделенном помещении может осуществляться как пассивными методами за счёт повышения характеристик звукоизоляции помещения, так и активными методами, путём создания в ограждающих элементах конструкций помещения маскирующих сигналов.

В ограждающих элементах конструкций могут быть дефекты строительного характера (это наличие акустических щелей, возле труб коммуникаций, электрической проводки, дверных тамбурах вентиляционных каналов), что значительно снижает характеристики звукоизоляции помещений. Для повышения звукоизоляции конструктивным способом, необходимо иметь звуковой портрет ограждающих элементов конструкций, который можно получить с использованием акустических антенных решёток.

Для этих целей было предложено использовать двумерную эквидистантную дискретную антенную решётку с шагом  $d = 100$  мм. Отношение шага решётки к длине волны составило 0,29. Число микрофонов антенной решётки составляло 25 штук.

В качестве микрофонов использовались миниатюрные электретные микрофоны с чувствительностью на частоте 1000 Гц не менее 10 мВ/Па. Были рассчитаны диаграммы направленности антенной решётки для зоны Фраунгофера, а также для зоны Френеля на частоте 1000 Гц.

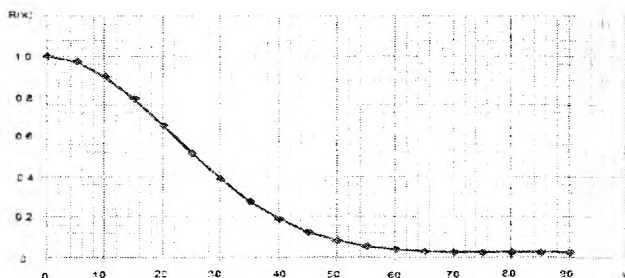


Рис. 1. Диаграмма направленности антенной решётки для зоны Френеля

По оси абсцисс откладывается угол. Акустическая антенная решётка обеспечивает дистанционность контроля, обработку информации в реальном масштабе времени, высокую точность определения мест утечек с высокой производительностью.

## GPS-КОНТРОЛЛЕР СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ ЗА АВТОТРАНСПОРТОМ

Магистрант Кудасов Ю.В.,  
зав. каф. «ИИТТ», доктор физ.-мат. наук, профессор И.Е. Зуйков  
*Белорусский национальный технический университет*

Проект представляет собой устройство системы GPS-мониторинга подвижных объектов. GPS-контроллер основан на 12-канальном GPS-приемнике, который позволяет принимать координаты местоположения со спутников NASA для определения координат объектов с погрешностью до 5 метров и передачи их в центр управления.

Контроллер поддерживает подключение датчиков грузов, расхода топлива, скорости, перемещения, зажигания для полного контроля за состоянием автомобиля, возможность подключения приборов голосовой связи с диспетчером и системы сигнализации автомобиля. Структурная схема контроллера показана на рисунке.



Контроллер позволяет работать в режиме реального времени и автономно. Связь с центром управления реализуется при использовании стандартов GSM/GPRS. Для работы в автономном режиме имеется встроенная память на 100 000 координат и источник автономного питания. Устройство программируется на различные виды датчиков.

Основные особенности контроллера:

- возможность работы в режиме реального времени;
- настройка подключения специализированных датчиков;
- хранение 100 тыс. событий в памяти контроллера;
- оповещение о несоответствии местоположения автомобиля заданному пути следования.

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ

Студент гр. 410201 Морудо Д.С.,  
В.Ф. Холенков

*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

Датчики давления, изготавливаемые по полупроводниковой технологии в настоящее время широко применяются в различных измерительных системах. Совершенствование технологии изготовления, с учётом реализации интегрированных решений их конструкции, открывают широкие возможности функционального использования.

Основой датчика давления является чувствительный элемент, представляющий собой кристалл кремния со сформированной упругой мембраной, на которой ионной имплантацией получены тензорезисторы.

Мембрана изготавливается методом глубокого травления. Защита планарной стороны производится с помощью оснастки, основной функцией которой является как защита, так и возможность контроля толщины мембраны с помощью ИК излучения.

Нами была разработана технология для обеспечения травления единичного чувствительного элемента. Оснастка для защиты изготавливается из герметика ОС1 (HI-TEMP RTV), устойчивого к воздействию травителя и температуры травления (100 °С). Внутри оснастки помещается ИК диск (марки АЛ 107) предназначенный для контроля толщины.

### Литература

1. Ваганов, В.И. Интегральные тензопреобразователи / В.И. Ваганов/ М.: Энергоавтомиздат.– 1983.
2. Петерсон, К.Э. Кремний как механический материал / К.Э. Петерсон // ТИИЭР. – 1982. – том 70, №5.



## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ КАЛИЙНОЙ РУДЫ

аспирант кафедры ТОЭ Олиферович Д.С.,  
доктор техн. наук, профессор Л.Ю. Шилин  
*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

На Солигорском калийном комбинате используется флотационный метод получения хлористого калия. Калийная руда, прошедшая стадии добычи и доставки, подвергается флотации – совокупности операций по разделению компонентов измельченной руды. Метод основан на различной способности компонентов удерживаться на границе раздела фаз в жидкой среде. Флотационные реагенты позволяют изменить смачиваемость минеральных поверхностей, которые увлекаются пузырьками воздуха к поверхности воды и образуют там минерализованную пену.

Высокая производительность комбината обеспечивается благодаря наличию девяти флотационных машин. Доставленная руда разделяется на несколько потоков, которые параллельно обрабатываются флотационными машинами. Для организации равномерной засыпки каждая машина снабжается двумя бункерами, которые, в свою очередь, заполняются рудой с помощью конвейера и подвижного устройства подачи. Установка последнего над определенным бункером осуществляет его заполнение.

Для автоматизации и контроля технологического процесса обогащения калийных руд предлагается использовать систему технического зрения основанную на системе соединенных датчиков. Информация от сенсоров поступает в управляющую машину, где происходит обработка информации в соответствии с заданным алгоритмом управления.

В данной работе создан алгоритм и программа адаптивной системы управления технологическим процессом с учетом качества поступающего сырья; разработаны математические модели, алгоритмы и программы автоматизированной системы для регулирования расхода реагентов; синтезирована адаптивная система автоматизированного управления технологическим процессом.

### Литература

1. Козин, В.З. Автоматизация производственных процессов на обогащательных фабриках / В.З. Козин, А.Е. Троп, А.Я. Комаров. – М.: Недра, 1980. – 336 с.
2. Сорокер, Л.В. Управление параметрами флотации / Л.В. Сорокер, А.А. Швиденко. – М.: Недра, 1979. – 232 с.

## ЭЛЕКТРОННАЯ ЦИФРОВАЯ ПОДПИСЬ В СИСТЕМЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕНДЕРНЫХ ТОРГОВ

Студент гр. 113024 Короткевич О.С.,  
кандидат техн. наук, доцент В.А. Артамонов  
*Белорусский национальный технический университет*

Создание системы электронных конкурсных торгов предполагает адекватную техническую реализацию правовых отношений между заказчиками и поставщиками товаров и услуг. Техническая реализация некоторых специфических моментов правовых отношений, основана на использовании инфраструктуры открытого ключа (PKI).

Защита информации в PKI (public key infrastructure) основана на методе асимметричного шифрования с использованием пары ключей: открытого и закрытого, и их использовании в механизме электронной цифровой подписи (ЭЦП). ЭЦП — это реквизит электронного документа, который с высокой степенью достоверности свидетельствует о неизменности подписанного документа, гарантирует его аутентичность и неотрекаемость от подписи.

Опираясь на специально созданный профиль защиты электронной тендерной площадки, учитывающий разнообразные предположения угрозы безопасности системы, была разработана защищенная электронная система организации конкурсных торгов. Система представляет собой связанную совокупность программных средств, в которую входят:

- интернет площадка проведения торгов (web-портал, размещенный в интернет и свободно доступный для использования);
- клиентское криптографическое приложение (программа, предназначенная для генерации ключевой информации и выполнения функций асимметричного шифрования, создания и верификации цифровой подписи);
- система администрирования (web-приложение с ограниченным доступом, предназначенное для конфигурации и управления системой, выступающее в качестве удостоверяющего центра PKI).

Основной интерес представляет предлагаемая подсистема безопасности, построенная на основе архитектуры PKI и обеспечивающая информационную безопасность проведения торгов. Разработанная система является универсальной, т.е. реализует как технологию ЭЦП, так и конфиденциальную передачу информации, а так же имеет собственный способ генерации ключевой пары и включает свой набор криптоалгоритмов на основе RSA (ЭЦП и асимметричное шифрование), MD5 (хэширование) и AES(Rijndael) (симметричное шифрование).

# ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ $N \times M$ РАЗРЯДНЫЙ УМНОЖИТЕЛЬ И СХЕМА ФОРМИРОВАНИЯ БИТА ОКРУГЛЕНИЯ

Студент гр.610701 Петровский Н.А.  
кандидат техн. наук, доцент М.В. Качинский  
*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

К системам приборостроения реального времени предъявляются высокие требования, как по производительности, так и по потребляемой мощности. В общем случае, умножитель является ключевым компонентом в данных системах и доминирует в величине производительности и в занимаемой площади на кристалле системы обработки данных. Для достижения высокой скорости работы применяются параллельные умножители, которые характеризуются большими затратами оборудования [1]. Поэтому, важной является задача адаптации структуры параллельного умножителя к требованиям встраиваемых систем приборостроения реального времени.

Целью доклада является разработка и исследование структур параллельных умножителей в дополнительном коде со схемой формирования бита округления на ПЛИС.

Решения базируются на том факте, что операция умножения, используемая во многих измерительных приложениях, обычно имеют сокращённый формат: входные операнды и выходной продукт умножения имеют одинаковое количество бит  $N$ . В общем случае продукт умножения (1) состоит из значимой части (MSP), бита коррекции (IC) и незначимой части (LSP). Следовательно, можно попытаться сократить матрицу сумматоров параллельного умножителя до  $M=N$  разрядов и сформировать бит переноса дополнительной комбинационной схемой.

$$P = MSP + IC + LSP = \sum_{i=1}^{n-1} P_i 2^{-(i-1)} + P_n 2^{-(n-1)} + \sum_{i=n+1}^{2n-1} P_i 2^{-(i-1)} \quad (1)$$

Комбинационная схема формируется таким образом, чтобы округлённый продукт умножения в статистическом смысле имел минимальную ошибку по сравнению с полной матрицей сумматоров. Для уменьшения погрешности продукта умножения, необходимо увеличивать разрядность матрицы сумматоров. Исходя из экспериментальных данных, наилучшее соотношение аппаратных затрат к величине погрешности проявляется при  $M = N + 2$ . Таким образом при сокращении аппаратных затрат и потребляемой мощности почти вдвое, точность остаётся высокой.

## Литература

1. Lan-Da Van. Desing of Lower Error Fixed-Width Multiplier / Lan-Da Van // IEEE Trans. on Circuits and Systems II. – 2000. – Vol. 47, №10. – P. 1112–1118.

**СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМИОГРАМ СПОРТСМЕНОВ**

Селех Д.В. , Тихонович А.А. , Хурсан М.И., Савченко Н.С.,  
Давыдов М.В., Осипов А.Н.

*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

Электромиография – метод диагностики, основанный на регистрации и анализе биоэлектрических потенциалов мышц и периферических нервов. В данной работе проведены исследования спектральных параметров электромиограм у спортсменов в возрасте от 18 до 22 лет, имеющих регулярную физическую нагрузку на мышцы. Целью работы было выявление спортсменов с большим мышечным потенциалом.

Всего в исследовании приняли участие 20 человек. Объектом исследования были следующие мышцы: *rectus femoris*, *tibiales anterior*, *biceps femoris*, *gastrocnemius (capul mediale)*, *soleus*. Эти мышцы характеризуются легкодоступностью, чёткостью контуров. Снятие электромиограм осуществлялось аппаратно-программным комплексом, в который входит: электромиограф, металлические электроды прямоугольной формы с фиксатором, персональный компьютер. Для уменьшения сопротивления между электродами и поверхностью кожи применялась токопроводящая паста. Проведён спектральный анализ электромиограм, построены их спектрограммы. По полученным спектрограммам следующие параметры: время установления сигнала ( $\Delta T_{нач}$ ), время спада сигнала ( $\Delta T_{зав}$ ), верхнюю ( $F_{эм.в}$ ) и нижнюю ( $F_{эм.н}$ ) частоту сигнала, максимальную амплитуду ( $A_{мг}$ ) и частоту ( $F_{мг}$ ) на которой эта амплитуда была получена. Далее приведены усреднённые значения по всем мышцам в целом. Время установления сигнала  $\Delta T_{нач}$  равняется 0,33 с, время спада сигнала ( $\Delta T_{зав}$ ) равняется 0,4 с, значение верхней частоты сигнала равняется 504 Гц, нижняя частота 24 Гц, максимальная амплитуда равняется -52 дБ, при частоте 109 Гц. Проведя сравнительный анализ полученных результатов с нормой можно сделать вывод, что у спортсменов с большим мышечным потенциалом частотный диапазон шире и амплитуда сигнала больше, остальные параметры не имеют явных различий.

Таким образом, спектральный анализ электромиограм позволяет проводить тестирование спортсменов для выявления наиболее перспективных, что позволяет повысить уровень их подготовки.

**Литература**

1. Теоретическая и клиническая электромиография / под ред. Б.М. Гехт. – Л.: Наука, 1990. – 229 с.

# РАЗРАБОТКА ТРЕХКООРДИНАТНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ УСТАНОВКИ СКАНИРОВАНИЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Пастухов М.В.

доктор техн. наук, профессор А.Л. Жарин

*Белорусский национальный технический университет*

Установка разработана на базе механизмов, на основе шагового двигателя ТНК KR20. На базе контроллера SSXYZXA01PA управлением шаговых двигателей фирма «Simple Step» разработано программное обеспечение для системы трехкоординатного перемещения установки сканирования прецизионных поверхностей. Система команд контроллера представляет собой набор строковых переменных, включающих в себя префикс, задающий собственно команду, и дополнительных опций для ее детализации. Управляющие команды передаются от управляющего компьютера (IBM PC) через интерфейс RS232. Для управляющего компьютера разработана программа, позволяющая графически отображать координаты зонда на поверхности. Программа разработана с использованием пакетов программирования Visual Studio 2005 в паре с пакетом Measurement Studio 8.5 фирмы National Instruments. Для обслуживания интерфейса RS232 и контроллера фирмы «Simple Step» использовался ActiveX модуль указанной фирмы.

Разработанное программное обеспечение позволяет перемещать зонд в указанную с помощью манипулятора «мышь» точку на графическом поле положения зонда. Кроме того позволяет перемещать зонд в позицию, набранную в численном виде по трем координатам. А также позволяет просканировать выделенный участок поверхности для последующего анализа поверхности зондовыми методами, в частности зондом Кельвина.

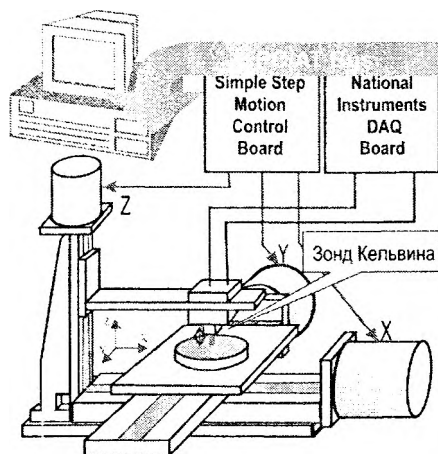


Рис. 1. Блок схема трехкоординатного перемещения установки сканирования прецизионных поверхностей

## **АСПИРАЦИОННЫЙ СПОСОБ РЕГИСТРАЦИИ ПОЖАРА И ПРИМЕНЕНИЕ ЕГО НА ПРАКТИКЕ**

Курсанты 41 взвода Сотников Д.А., Шкутник В.А.,  
И.Ю. Аушев

*Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь*

Аспирационный метод основан на принудительный отборе воздуха из защищаемого объема с мониторингом ультрачувствительными лазерными дымовыми извещателями, что обеспечивает сверхраннее обнаружение критической ситуации и позволяет защитить объекты, в которых невозможно непосредственно разместить пожарный извещатель.

Аспирационный дымовой пожарный извещатель состоит из системы труб с отверстиями диаметром 2–3 мм через которые воздух из контролируемой зоны поступает в центральный блок, где установлены дымовые пожарные извещатели и турбина для обеспечения потока воздуха. Формирование направленных воздушных потоков в защищаемом объеме значительно снижает влияние кондиционеров, расслоения воздуха, уменьшения удельной оптической плотности в помещениях с высокими потолками по сравнению с точечными дымовыми извещателями. Длина труб ограничивается временем транспортировки и может достигать 75 метров, что позволяет защищать помещения с большими площадями.

Лазерные аспирационные системы LASD идеальны для архивов, музеев, складов, серверных, коммутаторных помещений электронных узлов связи, центров управления, «чистых» производственных зон, больничных помещений с высокотехнологичным диагностическим оборудованием, телевизионных центров и радиовещательных станций, компьютерных залов и других помещений с дорогостоящим оборудованием. На таких объектах крайне важно достоверно обнаружить и ликвидировать очаг на самой ранней стадии развития, на этапе тления – задолго до появления открытого огня, либо при возникновении перегрева отдельных компонент электронного устройства. При этом, учитывая, что такие зоны обычно оснащены системой контроля температуры и влажности, в них производится фильтрация воздуха, имеется возможность значительно увеличить чувствительность пожарного извещателя, избежав при этом ложных срабатываний.

Нами разработан проект оснащения аспирационными дымовыми пожарными извещателями помещений с массовым пребыванием людей Командно-инженерного института МЧС РБ.

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ СПАМА

Студент гр. 113025 Шило А.В.,  
кандидат техн. наук, доцент В.А. Артамонов  
*Белорусский национальный технический университет*

В последние годы проблема борьбы со спамом стала одной из самых существенных для большинства пользователей Интернета, поскольку, по статистике, более 80% всей получаемой корреспонденции является спамом. Борьба с ним осложняется тем, что спамеры непрерывно совершенствуют свои технологии и разрабатывают новые методики обхода фильтров. Кроме того, существует большая категория писем, которые с равным успехом можно отнести как к спаму, так и к полезной корреспонденции.

Все современные методики борьбы со спамом можно условно разделить на следующие категории:

1. методы, основанные на анализе письма;
2. детекторы массовой рассылки;
3. методы, основанные на признании отправителя письма в качестве спамера;
4. методы, основанные на верификации обратного адреса отправителя и его домена;
5. методика, основанная на эмуляции устранимой ошибки пересылки почты на SMTP-сервере.

Самый надежный способ борьбы со спамом – не позволять спамерам узнать электронный адрес. Это очень трудная задача, при решении которой можно предпринять лишь некоторые меры предосторожности, которые, однако, не дают полной гарантии того, что спамер не узнает электронный адрес.

В результате этого приходится прибегать к другим методам защиты от спама. Таким методом является автоматическая фильтрация. Наиболее распространенными являются программы автоматической фильтрации, использующие статистический анализ содержания письма для принятия решения, является ли оно спамом. Наибольшего успеха удалось достичь с помощью алгоритмов, основанных на теореме Байеса. Залог надежной работы байесовского метода – постоянное дообучение фильтра и указание ему на совершаемые ошибки. В почтовых программах для этого вводится возможность ручной пометки сообщения «спам/не спам», а в почтовых сервисах в интернете – кнопка «пожаловаться на спам».

Так же для защиты от спама применяются черные и серые списки.

В идеале эффективная защита от спама предполагает использование всех доступных методов в совокупности.

## СИНТЕЗАТОР РЕЧЕПОДОБНЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Студент гр. 412501 Старков С.В.,  
науч. сотрудник А.В. Потапович

*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

Под речеподобным сигналом следует понимать акустические сигналы, по своим временным и спектральным характеристикам, а так же по восприятию на слух напоминающие речь, но не содержащие смысловой информации ни в каком виде [1]. Данный вид сигналов нашел широкое применение в активном способе защиты информации, основанном на маскировании полезных сигналов виброакустическими помехами. Используя аллофонную модель формирования речеподобных сигналов и модифицированный слоговый метод синтеза текста, была создана компьютерная модель формирования речеподобных сигналов, на основе которой было реализовано рассматриваемое устройство [2].

Разработанное устройство создает с помощью микропроцессора сигнал речеподобной формы, сформированный по случайному закону и отвечающий всем формальным требованиям речи, что позволяет существенно снизить вероятность очистки речевого сигнала.

Синтезатор состоит из следующих блоков:

- микроконтроллер, для выполнения программы формирования речеподобных сигналов;
- внешняя память для хранения статистических данных, а так же базы данных аллофонов диктора;
- цифро-аналоговый преобразователь для перевода записей аллофонов из цифрового в аналоговый вид;
- усилитель мощности для усиления полученного сигнала до приемлемого уровня.

Устройство осуществляет формирование выходного суммарного речеподобного сигнала и «белого шума» с различным соотношением речеподобный сигнал – «белый» шум.

### Литература

1. Воробьев, В.И. Синтез речеподобных сигналов / В.И. Воробьев, А.Г. Давыдов // Труды XI Сессии РАО, т. 3, Акустика речи, медицинская и биологическая акустика. – М.: ГЕОС, 2001. – С. 83–87.

2. Давыдов, Г.В. Защита речевой информации шумовым речеподобным сигналом / Г.В. Давыдов, А.В. Потапович // Известия Белорусской инженерной академии № 1(9)/1, 2000. – 123–125 с.



## УЧЕБНЫЕ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА

Студент магистратуры Тарасевич Е.В.<sup>1</sup>,  
кандидат техн. наук С.В. Здорозцев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*  
<sup>2</sup> *ОАО «МНИПИ»*

При подготовке специалистов по инженерным специальностям важной задачей является поэтапное освоение практических навыков подготовки проведения эксперимента при выполнении лабораторных практикумов по различным техническим дисциплинам:

1. Выбор оборудования для проведения эксперимента;
2. Приобретение навыков самостоятельной работы с измерительным оборудованием;
3. Планирование и постановка инженерного эксперимента;
4. Обработка и объяснение результатов эксперимента;
5. Сопоставление результатов теоретического анализа с экспериментальными данными.

Для эффективной реализации этой задачи в настоящее время все более широкое применение находит аппаратно-программный подход, который, опираясь на современные аппаратно-программные средства измерения, позволяет исследовать характеристики различных лабораторных объектов. При этом студент исследует реальные физические процессы с помощью измерительного оборудования, объединенного в универсальный аппаратно-программный комплекс (УАПК).

В работе рассмотрены принципы построения УАПК, предназначенных для исследования параметров и характеристик радиоэлектронных устройств различного функционального назначения. УАПК имеет универсальное построение и состоит из информационно-измерительного блока и исследуемых лабораторных модулей. Информационно - измерительный блок в свою очередь состоит из двух основных частей:

- 1) блок управления, позволяющий устанавливать и изменять рабочие режимы исследуемых объектов – лабораторных модулей;
- 2) собственно измерительный блок, в составе которого используются измерительные модули и приборы, которые могут быть подключены к ПК для выполнения функций управления, автоматического измерения и обработки результатов исследований.

Областью применения таких УАПК являются высшие и средние специальные учебные заведения технического профиля. Очевидно, что для качественной подготовки специалистов для работы в наукоемких отраслях важную роль играет лабораторный практикум, формирующий практические навыки работы с современным электронным оборудованием.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ PIS-КОНТРОЛЛЕРОВ

Студенты гр. 113126 Горбаченя К.Н., Кондалев А.В.  
*Белорусский национальный технический университет*

По мнению ряда ведущих специалистов как отечественных, так и зарубежных PIS-контроллеры в настоящее время наилучшим образом ориентированы на реализацию алгоритмов обработки массивов цифровой информации.

В работе исследованы архитектурные решения PIS-контроллеров, организация памяти программ и данных. Приводятся схемотехнические решения и характеристики различных типов PIS-контроллеров, в том числе и масочные микроконтроллеры. Приводится структура PIS-контроллеров и принцип их работы. Показано назначение регистров различного типа микроконтроллера и назначение интерфейсных схем, использующих в системах включения микроконтроллера. Приводятся алгоритмы функционирования. Дается описание портов ввода/вывода, модулей таймеров и функционирование с периферийной памятью данных. Особое внимание уделяется исследованию организации памяти PIS- контроллеров.

Исследованы особенности микроконтроллеров PIS 12C5XX. Были рассмотрены вопросы защиты кода программы.

### **Литература**

1. Куприянов, М.С. Цифровая обработки сигналов: процессоры, алгоритмы, средства проектирования / М.С. Куприянов, Б.Д. Матюшкин. – СПб.: Политехника, 2000.
2. Ремизевич, Т.В. Микроконтроллеры для встраиваемых приложений / Т.В. Ремизевич. – М.: Додэка, 2000.

## БЛОК УСИЛЕНИЯ СИГНАЛА ЭЛЕКТРОНИСТАГМОГРАФИИ

Тихонович А.А., Хурсан М.И., Меженная М.М., Савченко Н.С.,  
Давыдов М.В., Осипов А.Н.

*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

Электронистагмография (ЭНГ) – метод исследования нистагма, основанный на регистрации изменений биопотенциалов глазного яблока. Подергивание глазных яблок может быть обусловлено различными причинами, но наибольшее значение имеет вестибулярный нистагм. Анализ нистагма позволяет диагностировать поражение вестибулярной системы.

Целью разработки является внедрение современных технологий сбора и обработки информации в методики анализа электронистагмограмм. Регистрация электронистагмограммы включает в себя несколько этапов: получение сигнала, усиление, оцифровка, и обработка результатов на ПК. Сигнал с биообъекта снимается с помощью специально изготовленной маски с электродами, и поступает на вход блока усиления. Он включает в себя: каскад предварительного усиления, фильтр высоких частот, операционный усилитель, ограничитель выходного напряжения. Полученный сигнал с биообъекта поступает на вход каскада предварительного усиления, который состоит из инструментального усилителя и компенсационной обратной связи. Обратная связь представляет собой операционный усилитель, собранный по инвертирующей схеме. После каскада предварительного усиления сигнал поступает на ФВЧ, который пропускает сигнал с частотой выше 0,1 Гц, для фильтрации постоянной составляющей с выхода инструментального усилителя. Далее сигнал поступает на операционный усилитель, включенный по не инвертирующей схеме. Для защиты входов АЦП, после усилителя реализован ограничитель напряжения (максимальная амплитуда сигнала не превышает 1,4 В.

Данный блок позволяет обработать полученный сигнал с биообъекта для дальнейшей его оцифровки и передачи на компьютер. Для отображения электронистагмограмм на мониторе ПК, используется специализированное программное обеспечение, позволяющее записывать и сохранять полученный сигнал, а так же строить спектрограмму сигнала.

### Литература

1. Барабанщиков, В.А. Методы окулографии в исследовании познавательных процессов и деятельности / В.А. Барабанщиков, М.М. Милад / М.: Институт психологии РАН, 1994. – 88 с.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КРЕМНИЕВЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ДИОДОВ С ПРИМЕСЬЮ ЗОЛОТА

студент гр. 113314 Попов Ю.С.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент В.И. Сопряков  
*Белорусский национальный технический университет*

Известно, что примеси с глубокими уровнями используются для уменьшения времени восстановления обратного сопротивления ( $\tau_B$ ) импульсных диодов, однако их введение может приводить и к отрицательным последствиям.

В работе исследовались диодные структуры на основе эпитаксиального кремния  $n$ -типа с концентрацией мелких доноров  $5 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$  и удельным сопротивлением  $\rho = 1 \text{ Ом}\cdot\text{см}$ . Исходный кремний содержал примесь золота, введённого диффузией при температурах 950, 1000, 1050 °С. Измерения показали, что при приближении концентрации электрически активного золота к значению  $5 \cdot 10^{15}$ , что соответствует температуре диффузии 1050 °С, величина  $\tau_B$  резко падает.

На основе кремния, полученного при оптимальной температуре диффузии Au – 1050 °С, эпитаксиально-планарной технологией были изготовлены диоды малой площади, которые можно разделить на три серии. В контрольной (К) серии наблюдалось минимальное  $\tau_B < 5 \text{ нс}$  и ёмкость при нулевом смещении ( $C_0 = 1 \dots 2 \text{ пф}$ ). У бракованных диодов (серия Б) показатели были в два раза выше. Диоды S-серии имели S-образную вольт-амперную характеристику (ВАХ), что не позволяло их использовать по прямому назначению.

Результаты ёмкостных измерений показали, что вариация концентрации Au в диодах Б-серии составляет  $(1,5 \dots 4,0) \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$ , что мало влияет на исходное  $\rho = 1 \text{ Ом}\cdot\text{см}$ , тогда, как в диодах К-серии  $\rho = (0,5 \dots 1,1) \cdot 10^{16} \text{ Ом}\cdot\text{см}$ . Высокая концентрация Au в К-серии обнаруживается также в результате измерения генерационно-рекомбинационного тока ( $15 \dots 20 \text{ мкА}$ ) при прямом смещении 0,3...0,4 В (рис. 1, кривые К и Б). В S-диодах возникает глубокая компенсация базовой области и её превращение в изолятор, что приводит к возникновению ВАХ S-типа с двумя устойчивыми участками (рис. 1, кривая S).

Полученные результаты показывают, что стабильные параметры импульсных диодов могут быть достигнуты при использовании точной технологии и однородных структурно- совершенных материалов.

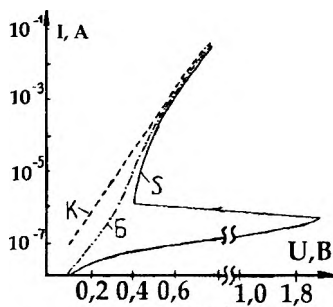


Рис. 1. ВАХ  $p^+-n$ -диодов

## СИСТЕМА ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНИСТАГМОГРАФА

Хурсан М.И., Тихонович А.А., Меженная М.М., Савченко Н.С.,  
Давыдов М.В., Осипов А.Н.

*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

По своей природе нистагмографический сигнал имеет маленькую амплитуду (до 10 мкВ) и находится в диапазоне инфранизких частот (от десятых долей до единиц герц). Исходя из этих требований, разработана система электродов, которая снимает полезный сигнал и передает его в устройство обработки, а затем отображения и хранения информации.

Критерии, предъявляемые к электродам: надежность и простота крепления на пациенте, высокая помехозащищённость в заданном диапазоне частот, отсутствие ощущения дискомфорта в процессе проведения исследования и раздражения кожи пациента, миниатюрность и легкость конструкции. Для достижения поставленной задачи изготовили основание очков из оргстекла шириной 160 мм и радиусом кривизны 120 мм, что соответствует пропорциям лица взрослого человека. Чтобы получить плотное прилегание, электроды подпружинены и имеют свободный ход 2,5 мм, что делает более надежным контакт с кожей пациента. Система электродов крепится к голове пациента с помощью резиновой ленты, сила натяжения которой регулируется. Защита сигнала от помех обеспечена путем экранирования мест пайки и уменьшения длины сигнального провода. Для увеличения комфорта, контакты электродов имеют полусферическую форму и изготовлены из нержавеющей стали. Вес готового изделия не превышает 60 г. Система электродов позволяет снимать вертикальную и горизонтальную составляющую движения глазного яблока. Также предусмотрено коммутирующее устройство, которое позволяет снимать вертикальные или горизонтальные составляющие с двух глаз одновременно, или обе составляющие с правого или левого глаза по выбору.

В комплексе с аппаратурой электронистагмографии, разработанная система электродов позволяет проводить диагностику вестибулярного аппарата. По полученной информации можно судить о заболеваниях, проводить тесты для оценки работы центральной нервной системы.

### Литература

1. Барабанщиков, В.А. Методы окулографии в исследовании познавательных процессов и деятельности / В.А. Барабанщиков, М.М. Милад. М.: Институт психологии РАН, 1994. – 88 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗОНДА КЕЛЬВИНА

Ананчиков И.А.

кандидат техн. наук, доцент К.Л. Тявловский

*Белорусский национальный технический университет*

При измерении параметров пространственного распределения электрического потенциала поверхности требуется выполнить измерения в большом количестве точек, поэтому актуальной является задача сокращения времени измерений в каждой точке.

Для анализа динамических характеристик измерительного преобразователя зонда Кельвина использована программа чередования «темновых» и «световых» режимов с выдержкой, задаваемой пользователем. Также использовался источник электрического напряжения, создававший скачок потенциала на поверхности объекта. В качестве объекта контроля использовался металл, для которого процессы перезарядки поверхности, вследствие высокой электрической проводимости, имели заведомо малые характерные времена. Экспериментально определенная величина постоянной времени изменения измеряемого значения поверхностного потенциала более нескольких секунд неприемлема для ряда измерений.

Анализ принципиальной схемы измерительного преобразователя выявил узлы, ограничивающие его быстродействие. Уменьшение постоянной времени интегратора в цепи обратной связи с 7 до 0,5 с показало, что измерительная система сохраняет достаточную устойчивость. Анализ шумовых характеристик показал, что шум не связан с такими типичными источниками, как питающая сеть, импульсы напряжения питания шаговых двигателей и т. д. Для уменьшения случайной составляющей погрешности результатов измерений реализовано многократное измерение с вычислением среднего  $n$  результатов, что легко реализуется программным путем. Исходя из приемлемого времени измерения в каждой точке не более 1 с, обеспечиваемого характеристиками механического сканирования системы, было принято  $n = 20$ . Поскольку шум является случайной величиной, погрешность при этом уменьшается в  $\sqrt{n}$  раз. Контрольные измерения показали возможность уменьшения времени установления компенсирующего напряжения в цепи обратной связи измерителя без увеличения погрешности измерения поверхностного потенциала.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОММЕРЧЕСКОГО ВЕБ-САЙТА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАЧ БЕЗОПАСНОСТИ ДАННОГО ОБЪЕКТА

Студент гр. 113024 Тупчик Р.А.,  
кандидат техн. наук, доцент В.А. Артамонов  
*Белорусский национальный технический университет*

Совершенствование систем информационной безопасности в настоящее время обуславливается не столько необходимостью соответствия законодательным требованиям, сколько стремлением защитить торговую марку и деловую репутацию организации, что требует серьезных мер в области информационной безопасности.

Неотъемлемым инструментом любого конкурентоспособного предприятия является его коммерческий веб-сайт – место в сети Интернет для размещения информации о предоставлении услуг или выполнении работ. Автоматизированная электронная система коммерческого веб-сайта призвана организовать безопасное общение между продавцом и покупателем.

На основании идентифицированных локальных и сетевых угроз коммерческого веб-сайта были определены задачи безопасности самого сайта и его среды, а также спроектирована структура данного объекта. Коммерческий веб-сайт представляет собой связанную совокупность следующих программных и аппаратных средств:

- интернет площадка сайта (web-портал, разработанный с помощью технологий PHP и MySQL, размещенный в интернет и свободно доступный для использования);
- сервер на платформе RedHat ES Linux (CentOS) ;
- PHP: 5.2.x, GD;
- СУБД: MySQL 5.0;
- поддержка шифрования SSL (HTTPS);
- распределенная высоконадежная почтовая система (кластер);
- доступ к почтовому ящику через POP3, IMAP, SMTP;
- многоуровневая защита от спама и вирусов.

Ключевым моментом разработанной системы является ее соответствие уровню гарантии N4 (УГО4) по СТБ 34.101.3 – 2004. Для упрощения администрирования большого числа пользователей и различных ресурсов коммерческого веб-сайта применено ролевое управление доступом RBAC.

Выбранные технические и программные средства для проектирования коммерческого веб-сайта в полной мере удовлетворяют всем требованиям, изложенным в разработанном профиле защиты данной системы.

## **КОНЦЕНТРАТОР ОБМЕНА ДАННЫХ В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ УЧЁТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

студент гр. 583123 Цынгель А.В.,  
доцент Ю.А. Родионов

*Институт информационных технологий при БГУИР*

АСКУЭ (Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии) предназначена для автоматизированного контроля и учета электроэнергии в жилом секторе. Применение АСКУЭ позволяет уменьшить неучтенное потребление электроэнергии, дает возможность потребителю снизить плату за электроэнергию за счет многотарифного учета. Возможности АСКУЭ: оперативный контроль состояния счетчиков; оперативное обнаружение фактов несанкционированного доступа к счетчикам; выдача квитанций на оплату потребленной электроэнергии органами Энергонадзора; снижение потребления электроэнергии неплательщиками до любого уровня, вплоть до отключения, путем записи в счетчик допустимого лимита потребляемой мощности.

Концентратор предназначен для эксплуатации в составе автоматизированной системы контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ) и обеспечивает автоматизированный сбор данных учета от группы всех подключенных к нему счетчиков; хранение всех необработанных данных учета по каждому счетчику в своей базе данных; передачу данных учета из своей необработанной базы данных на верхний уровень АСКУЭ; синхронизацию хода часов всех подключенных к нему счетчиков.

Нами предложена установка в концентратор системы АСКУЭ BLUETOOTH адаптера, позволяющего организовать работу энергетика с использованием минимального количества дополнительных устройств (синхронизация с концентратором осуществляется за счёт использования любого коммуникатора, поддерживающего ОС Windows). Благодаря сокращению количества используемых дополнительных устройств обмена данными между концентратором и верхним уровнем АСКУЭ достигается экономическая выгода и целесообразность использования данного адаптера.



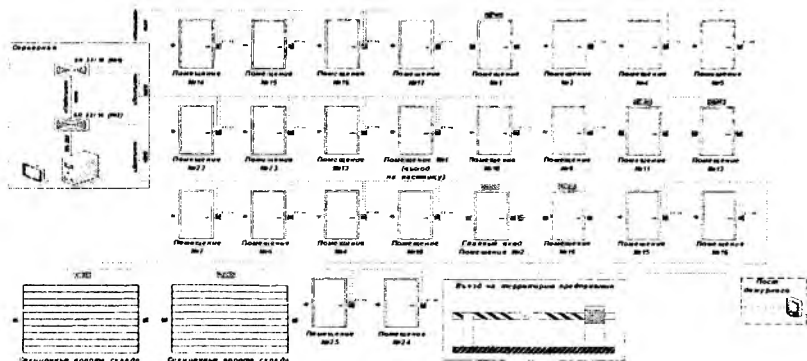
## СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДОСТУПА НА ОБЪЕКТ ОФИСНОГО ТИПА РАСПОЛОЖЕННОГО В ОТДЕЛЬНО СТОЯЩЕМ ЗДАНИИ

Студентка гр. 113015 Комса А.В.,  
ст. преподаватель Т.Л. Владимирова

*Белорусский национальный технический университет*

Объекты офисного типа могут располагаться в отдельно стоящем здании, занимать часть здания или часть этажа. Их расположение влияет на конфигурацию устанавливаемой системы контроля и управления доступом (СКУД), ее состав, используемый идентификатор и т.д.

На рисунке приведена структура объекта офисного типа, расположенного на открытой замкнутой территории. Въезд на данную территорию ограничивается шлагбаумом и контролируется службой охраны. Офис имеет два гаража, въезд в которые ограничивается воротами роллетного типа. Контроль въезда в гараж осуществляется автоматически СКУД, для чего ворота оборудованы считывающими устройствами. Вход сотрудников осуществляется через внешние точки доступа (двери) с предъявлением персонального идентификатора и контролируется СКУД. Вход посетителей осуществляется под контролем службы безопасности, для чего внешняя точка доступа оборудована домофонной системой.



В качестве идентификатора доступа используется проксимити-технология. Для своевременного реагирования службы безопасности на несанкционированный доступ, реализовано специальное рабочее место оператора на которое выводятся в реальном режиме времени с использованием алармовой графики возникшие в системе тревожные события с указанием места на плане.

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МНОГОРЕЖИМНЫХ БЕСПРОВОДНЫХ ДАТЧИКОВ

Аспирант Юзефович С.В.,  
кандидат физ.-мат. наук С.И. Сиротко  
*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

В работе рассматриваются оконечные устройства для систем сбора и обработки данных с беспроводным доступом. Устройства рассчитаны на взаимодействие с центральным узлом, играющим роль концентратора данных и «контроллера» системы.

В зависимости от условий применения, должны выполняться считывание показаний датчиков с различной частотой, хранение отсчетов, а также предварительная обработка данных. При проектировании устройства следует предусмотреть возможность поддержки различных режимов и конфигураций без значительных изменений в аппаратных и программных средствах. Практически это достигается использованием управляющего микропроцессора (микроконтроллера) и модульного набора периферийных узлов: интерфейс подключения датчиков, интерфейс коммуникаций, память данных и параметров, индикатор и пр.

Наличие трудновыполнимых или противоречивых требований, включая минимальное энергопотребление, не позволяет воспользоваться готовыми универсальными решениями. Спроектирован прототип устройства на основе микроконтроллера семейства TI MSP 430 и радиомодуля стандарта IEEE 802.15.4/ZigBee DIGI XBee, поддерживающий несколько типов датчиков. Особенности аппаратной платформы и ограниченность ресурсов требует и специализированного программного обеспечения, оптимизированного для заданных применений, но достаточно гибкого и универсального, поддерживающего разнообразие режимов и конфигураций.

Можно выделить три основные группы функций встроенного ПО: прикладные алгоритмы (сбор, накопление и передача данных, протоколы управления и обмена); взаимодействие с отдельными аппаратными узлами («драйверы»); общее управление. Служебные функции относительно независимы от прикладных алгоритмов и, в общем, типичны для системного ПО. Фактически необходимо реализовать отдельные элементы операционной системы в рамках заданных требований и ограничений.

Для прототипа устройства разработана структура ПО и основные служебные модули: монитор на основе очереди заданий и таймеров, диспетчер внутренних шин устройства, драйверы основных подсистем и узлов: интерфейса датчиков, радиомодуля, памяти, встроенных часов реального времени (RTC). Также разработаны экспериментальные версии протокола взаимодействия с устройством, конфигурации и логики верхнего уровня.

## ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДОСТУПА НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА «КОДОС»

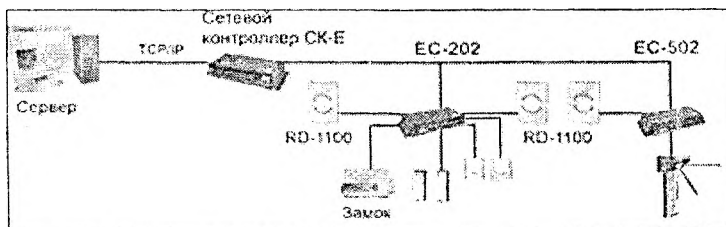
Студент гр. 113014 Новицкий К.В.,  
зав. каф. «ИИТТ», доктор физ.-мат. наук, профессор И.Е. Зуйков,  
ст. преподаватель Т.Л. Владимирова

*Белорусский национальный технический университет*

Обучающая системы контроля и управления доступом (СКУД) на базе аппаратуры «КОДОС» (далее «КОДОС») предназначена для обучения студентов специальности «Технологии безопасности» и освоении принципов работы и особенностей организации сетевых СКУД на базе оборудования и программного обеспечения (далее ПО) «КОДОС». Дает возможность получения студентами практических навыков работы с аппаратурой «КОДОС».

СКУД «КОДОС» (производство РФ) отличается простотой установки, предназначена для малых и больших объектов, способна контролировать от десятков до сотен пользователей, а также содержит многофункциональное программное обеспечение. ПО включающее в себя базовый комплект и ряд дополнительных программных модулей: модуль учета рабочего времени, модуль обмена данными с системами учета «1С», модуль присутствия, модуль персонализации доступа и печати пропусков, модуль учета и выдачи карт посетителям, программа дизайна пропусков, программа «Бюро пропусков», программа «Проходная», программа «Автопарковка» и т.д.

Внешний вид обучающей системы приведен на рисунке.



Обучающая система включает в себя стенд, на котором расположено оборудование «КОДОС»: контроллеры «КОДОС ЕС», сетевой контроллер «КОДОС СКЕ», считыватели «КОДОС RD-30», блок питания и т.д.

Считыватели «КОДОС» предназначены для приема, обработки и передачи бесконтактных электронных кодоносителей EM-MagIn (модификация RD-1100) и HID MagIn (модификация RD-1040) в линию связи с управляющими устройствами и устройствами работающими по протоколу «WIEGAND 26». Стенд подключается к ПЭВМ, на которой установлено программное обеспечение.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ ПРИЕМНИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПО УРОВНЮ ИНТЕНСИВНОСТИ

Магистрант гр. М404-2 Богдан О.П.,  
доктор техн. наук, профессор О.В. Коробейникова  
*Ижевский государственный технический университет*

Ультразвуковые (УЗ) методы широко распространены в медицине, в неразрушающем контроле. Важной характеристикой применения ультразвука в этих областях является интенсивность излучения  $I$ , уровень которой строго установлен нормами: диагностика – интенсивность максимальная в пространстве, средняя во времени  $I_{SPTA} < 720 \text{ мВт/см}^2$  (по FDA); УЗ контроль – виброскорость на корпусе датчика  $V < 1,6 \text{ см/с}$  (по СанПиН 2.2.4/2.1.8.582-96 на частотах 1–31,5 МГц). Поверку уровня интенсивности УЗ излучения производят методами: взаимности, термоакустическим, оптоакустическим, измерения радиационного давления, каждый из которых нуждается в калибровке приемника ультразвука, для калибровки которых используют емкостные и пьезодатчики, лазерные интерферометры, имеющие свои достоинства и недостатки.

Для калибровки приемников УЗ излучения разработан имитатор, представляющий собой электромагнитоакустический преобразователь, позволяющий достоверно рассчитать виброскорость излучения  $V$  в широком диапазоне частот. Возбуждение УЗ колебаний происходит под действием силы Ампера  $\vec{F}_A$ , возникающей при взаимодействии магнитного поля  $\vec{B}$  и тока в катушке  $\vec{i}$  ( $\vec{F}_A \sim [\vec{i}; \vec{B}]$ ) и пропорциональной виброскорости  $\vec{V}$ .

Предложена новая методика калибровки чувствительности приемника ультразвука по виброскорости (рис. 1) заключающаяся в определении электрического напряжения  $U$ , регистрируемого с приемника УЗ колебаний, возникающего при подаче импульса тока  $i$  на имитатор виброскорости и последующей оценки чувствительности по виброскорости  $S_V = U/V$ . Виброскорость связана с интенсивностью излучения  $I = V^2 \rho c / 2$  ( $\rho c$  – акустический импеданс среды), поэтому чувствительность приемника УЗ излучения по уровню интенсивности может быть определена как  $S_I = U^2 / I$ .

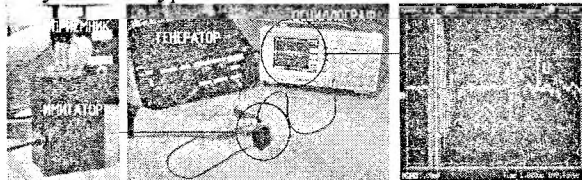


Рис. 1. Схема калибровки приемника УЗ колебаний

Результаты калибровки разработанного приемника УЗ колебаний составили на частоте 5 МГц:  $S_V = 2,4 \text{ (В·с)/м}$ ,  $S_I = 7,7 \cdot 10^{-6} \text{ (В}^2 \cdot \text{м}^2\text{)/Вт}$ .

## СИСТЕМА РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА С ТОЧКАМИ ДОСТУПА РАЗНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Студент гр. 113014 Стаськевич А.Г.,  
зав. каф. «ИИТТ», доктор физ.-мат. наук, профессор И.Е. Зуйков,  
ст. преподаватель Т.Л. Владимирова

*Белорусский национальный технический университет*

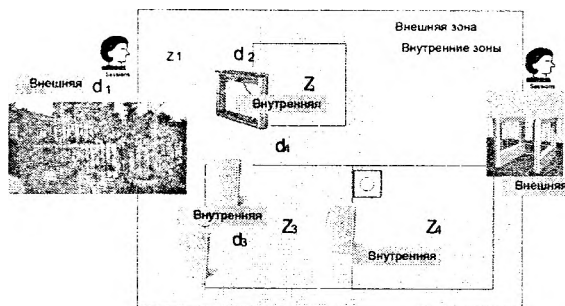
Точка доступа (далее ТД) – это часть объекта оборудованная соответствующими средствами: контроллер (устройство управления), устройство преграждающее управляемое (турникет, шлагбаум, ворота и т.п.), устройство неконтролируемого управления (кнопка управления выходом), устройство ввода идентификационных признаков (считыватель), исполнительное устройство (электромеханический замок, электромагнитный замок и т.д.), доводчик двери.

По расположению на контролируемом объекте ТД могут быть внешние (перемещение из зоны свободного доступа в зону контролируемого доступа) и внутренние (субъект не покидает пределов зон контролируемого или ограниченного по времени доступа). По характеру взаимодействия друг с другом ТД бывают связанные (алгоритм работы одной точки доступа зависит от алгоритма работы другой точки) и несвязанные. По направлению ТД делятся на однонаправленные и ненаправленные. По способу контроля направления перемещения ТД бывают с односторонним контролем и двухсторонним контролем.

В зависимости от назначения данной ТД к ней предъявляются определенные требования, что влияет на выбор оборудования и его расположение, на выбор базовой системы контроля доступа и программного обеспечения, а также на проведение ряда организационных мероприятий (обучение персонала обслуживающего систему и т.д.).

Отдельно рассматриваются особенности, возникающие при оборудовании эвакуационных точек доступа.

На рисунке приведены варианты организации и оборудования внешних и внутренних точек доступа.

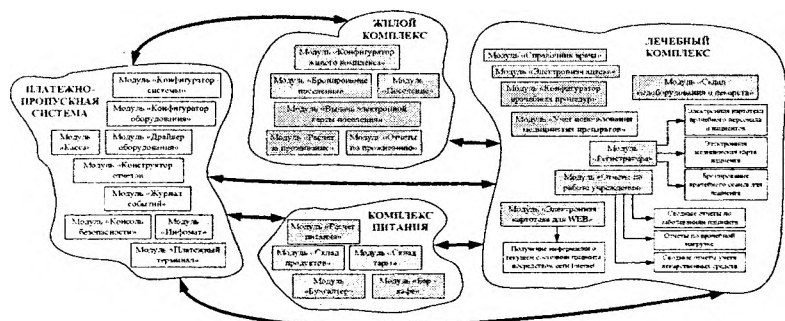


# СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ОПЛАТЫ И ОТПУСКА МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ НА БАЗЕ ПЛАТЕЖНО-ПРОПУСКНОЙ СИСТЕМЫ

Магистрант Гапутин А.С.,

зав. каф. «ИИТТ», доктор физ.-мат. наук, профессор И.Е. Зуйков  
*Белорусский национальный технический университет*

В работе осуществлена попытка интеграции СКУД с платежно-пропускной системой и системой управления медицинским учреждением. Цель интеграции – объединить медицинские учреждения и сопутствующие им структуры в единую интегрированную систему, позволяющую оптимизировать управление финансовой и лечебной деятельностью всех ее участников.



Система обеспечивает контроль деятельности лечебного комплекса, жилого комплекса и комплекса питания путем налаживания информационных потоков между участниками. Передача финансовых данных в платежно-пропускную систему позволяет организовать централизованную оплату всех оказанных пациенту услуг.

Основные особенности системы:

- для **лечебного комплекса**: передача данных по режиму питания пациентов комплексу питания, формирование сведений об оказанных медицинских услугах и передача данных в платежно-пропускную систему;
- для **жилого комплекса**: передача лечебному корпусу данных о новых пациентах при их регистрации, расчет стоимости проживания и передача данных в платежно-пропускную систему;
- для **комплекса питания**: расчет стоимости питания и передача данных в платежно-пропускную систему;
- для **платежно-пропускной системы**: возможность организации дополнительных платных услуг, формирование итоговой стоимости всех оказанных пациенту услуг на основании полученных данных.

## К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ СТЕРЖНЕВОЙ ВОЛНЫ

Аспирант Платунов А.В.

*Ижевский государственный технический университет*

При акустическом контроле физико-механических свойств материалов используют их связь со скоростью упругих волн, точность определения которой, не превышает 0,1 %. Повышение точности измерений может быть достигнуто за счет увеличения базы прозвучивания и использования метода многократных отражений. При этом препятствием для объемных волн является сложность создания образцов больших размеров и существенное ослабление волн вследствие затухания и расхождения.

Разработан способ измерения скорости стержневой волны Похгаммера, распространяющейся в проволоке малого диаметра (0,3 мм). Низкое затухание и отсутствие расхождения позволяет многократно увеличить базу прозвучивания по сравнению с объемными волнами. Использование бесконтактного электромагнито-акустического (ЭМА) способа ввода и приема акустических волн позволяет отстроиться от качества акустического контакта, во многом определяющего точность метода. На рис. 1. представлена функциональная схема экспериментальной установки. С целью повышения точности эхо-импульсного метода на проволоке 1 устанавливаются два отражателя 9 на расстояниях  $l = 50$  мм от ЭМА-преобразователей, обеспечивающие многократные переотражения сигнала. Амплитуда сигнала  $U$  при отражении меняется по закону  $U = U_0 R^{2N} \exp(-\delta(L + N(4l + 2L)))$ , где  $U_0$  - амплитуда начального импульса ( $U_0 = 80$  мВ),  $R$  - коэффициент отражения от отражателя ( $R = 0,8$ ),  $N$  - число наблюдаемых переотражений,  $\delta$  - коэффициент затухания ( $\delta = 0,15$  м<sup>-1</sup>).

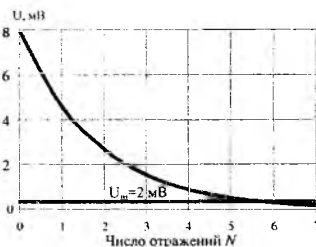
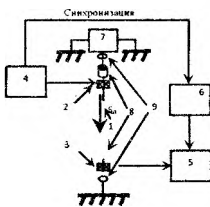


Рис. 1. Функциональная схема экспериментальной установки: 1 – проволока (викаллой), 2 – ЭМА-излучатель, 3 – ЭМА-приемник, 4 – генератор электрических импульсов, 5 – усилитель, 6 – осциллограф, 7 – устройство натяжения, 8 – постоянные магниты, 9 – отражатели

Максимально возможное число отражений ограничено шумами и составляет  $N = 4$  при условии превышения уровня сигналов над уровнем шумов в 3 раза, что соответствует увеличению базы прозвучивания с 250 мм до 3000 мм. Использование цифрового осциллографа позволяет повысить точность измерения скорости при использовании отражателей с  $\sim 0,5$  м/с (0,01 %) на базе прозвучивания 250 мм до  $\sim 0,035$  м/с (0,0007 %).

## СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТРЕНАЖЕРА КИСТЕВОГО

Аспирант Хорлоогийн А.С.,  
доктор техн. наук, профессор О.К. Гусев  
*Белорусский национальный технический университет*

Проектируемая система состоит из нескольких элементов, каждый из которых выполняет определенную функцию. В свою очередь все элементы можно разбить на две группы:

- блок контроля параметров функционального состояния занимающегося;
- блок контроля параметров тренажера на силовое воздействие.

Измерения параметров функционального состояния занимающегося осуществляется с помощью датчиков ЧСС и давления, которые могут подсоединяться к компьютеру тренажера. Соединение может происходить как по беспроводной связи, так и по проводной.

Электрическая схема устройства контроля параметров тренажера на силовое воздействие состоит из следующих основных компонентов:

- датчик угловой скорости;
- микроконтроллер;
- источник питания;
- ЖКИ.

Датчик угловой скорости выдает цифровой сигнал, который является информативным параметром о контролируемой величине. В качестве таких датчиков используется датчик ADXL202E с точностью измерения 0,5 С в SOT-23 корпусе. Блок питания представлен соединением трансформатора, стабилизатора напряжения и диодного моста, параметры которых рассчитаны так, чтобы выходной величиной было напряжение необходимое для питания всех элементов схемы. Микроконтроллер выполняет опрос датчиков и записывает данные, которые поступают с них. Далее он производит необходимую обработку полученных данных и передает их на ЖКИ. ЖКИ выполняет функцию устройства вывода информации, которую он получает от микроконтроллера.

Сила вращения рукоятки вычисляется по формуле, заложенной в программном коде микроконтроллера схемы панели управления. Данная формула была получена в результате анализа системы вращения рукоятки и приложенной к ней силы вращения. Для выделения из этой системы собственно силы вращения рукоятки использовалась теорема об изменении главного момента количества движения системы (теоремы моментов).



## СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ОПОРНЫХ РЕАКЦИЙ ТЯЖЕЛОАТЛЕТА

Магистрант Полховский С.А.,  
доктор техн. наук, профессор О.К. Гусев  
*Белорусский национальный технический университет*

Важную роль в процессе подготовки спортсменов высокой квалификации является методика скоростно-силовой подготовки, как главная составляющая часть тренировочного процесса. Наряду с обновлением спортивных рекордов должно внимание необходимо уделять средствам измерений параметров опорных реакций спортсмена для усовершенствования методов подготовки спортсменов высокой квалификации к международным соревнованиям. Для современного этапа характерно оснащение тренажерных устройств различными приспособлениями, позволяющими получать количественные и качественные оценки выполняемых упражнений. Срочная информация и экспресс-анализ обеспечивают возможности для реализации в массовом порядке общих схем обучения движениям при индивидуальном подходе к каждому занимающемуся.

Проектируемая система измерения опорных реакций представляет собой тяжелоатлетический помост со встроенной тензометрической платформой. Тензометрическая платформа имеет размер  $2,5 \times 2,5$  м с рабочей площадью  $2 \times 2$  м. Конструкция платформы состоит из рамы, находящейся на четырех тензобалках, покрытой сверху буковой фанерой. Таким образом, общий вес платформы в рабочем состоянии составляет около 200 кг. Платформа регистрирует усилия по 3 взаимно перпендикулярным осям. Запись значений вертикальных усилий и горизонтальных усилий обеспечивается благодаря тому, что сконструированная балка имеет изгиб, обеспечивающий запись горизонтальных усилий по двум направлениям. Тензометрические мосты составляются отдельно для каждого направления действующих сил, и затем производится последовательное суммирование сигнала на выходах. Благодаря этому обеспечивается точность при уравнивании отдельных измерительных мостов. Чтобы обеспечить требуемую точность записи горизонтальных усилий независимо от точки их приложения, необходимо минимизировать крутящий момент. Эта задача была решена за счет расположения тензоэлемента, имеющего ширину 10 мм с базой  $L = 400$  Ом.

Основные отличия проектируемой системы измерения опорных реакций тяжелоатлета:

- запись значений опорных реакций тяжелоатлета при выполнении упражнений с естественной амплитудой движений в любых динамических ситуациях;
- независимость показаний от места приложения усилий;
- требуемая точность регистрирующей части.

## КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ ЖИДКИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД

Студентка гр. 113454 Яскевич А.Н.,

кандидат техн. наук, доцент Р.И. Воробей

*Белорусский национальный технический университет*

В современном мире при огромном ассортименте продукции перерабатывающей промышленности главнейшим критерием выбора является качество. Соответственно, требования к качеству продукции постоянно растут, тем самым, создавая необходимость повышения точности при контроле параметров технологических сред. Особенно остро стоит вопрос повышения точности измерений при контроле концентрации моющих растворов, поскольку эти измерения являются определяющими для обеспечения санитарной безопасности производства пищевой продукции.

Для организации технологического процесса необходимо постоянно контролировать тип и концентрацию вещества, находящегося в заданном участке трубопровода в данный момент времени. Наиболее распространенным промышленным методом контроля концентрации моющих растворов в трубопроводах перерабатывающих предприятий является кондуктометрия. Кондуктометрический метод основан на измерении удельной электрической проводимости технологической среды [1]. На основе результата измерений по определенной функциональной зависимости автоматически вычисляется концентрация моющего раствора. Однако требуемая точность контроля концентрации не обеспечивается, т.к. форма функциональной зависимости определяется типом раствора (кислота или щелочь), и ошибочное ее задание приводит к большим методическим погрешностям измерения концентрации. Для снижения величины методических погрешностей и, следовательно, для повышения точности контроля концентрации необходимо организовать одновременное определение типа раствора и его концентрации. Это можно сделать путем построения схемы измерительного преобразователя на микроконтроллерах, позволяющих управлять формой и амплитудой подаваемого на кондуктометрическую ячейку сигнала. Таким образом, подавая на электроды кондуктометрической ячейки наряду с синусоидальным сигналом (определение концентрации растворов) и линейно возрастающее напряжение, можно получить динамические ВАХ растворов, по виду которых можно определить тип раствора в трубопроводе.

Таким образом, меняя с помощью микроконтроллера форму и амплитуду подаваемого на электроды кондуктометрической ячейки сигнала, можно определять и тип раствора, и его концентрацию.

### Литература

1. Брусиловский, Л.П. Приборы технологического контроля в молочной промышленности / Л.П. Брусиловский, А.Я. Вайнберг / Справочник – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 288 с.: ил.

# ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОВЕРХНОСТИ

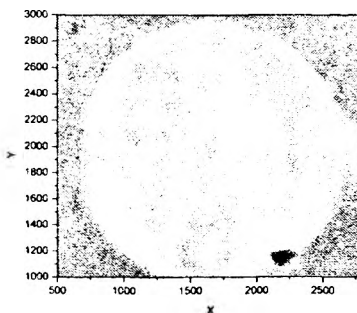
Лещинский Я.Ю.,  
кандидат техн. наук, доцент А.К. Тявловский  
*Белорусский национальный технический университет*

Решаемая задача заключалась в визуализации пространственного распределения контактной разности потенциалов (к.р.п.) по поверхности проводящего объекта. Получение исходных данных о значениях к.р.п. в дискретных точках поверхности обеспечивает измерительная система ИС КПП, управляемая микроконтроллером. Результаты измерений автоматически заносятся в текстовый файл в кодировке ASCII, который содержит следующие данные, разбитые по столбцам: координаты  $X$  и  $Y$  точки; значения «темновой» и «световой» (т.е. при освещении образца белым светом) к.р.п.; разность «темнового» и «светового» значений, которая характеризует изгиб энергетических зон полупроводника.

Для преобразования текстового файла в графическое изображение использовалась программная среда OriginPro 7.5. Для этого потребовалось составить программный текст (скрипт) на языке LabTalk, интегрированном в среду OriginPro. Скрипт объемом 3,51 КБ обеспечивает выполнение следующих действий:

- импорт ASCII файла в таблицу OriginPro 7.5;
- очистку таблицы от ненужной информации (знаков разделения столбцов текстового файла, неполных строк, строк с нечисловой информацией);
- форматирование таблицы с определением  $X$ ,  $Y$  и  $Z$ -столбцов;
- т.н. «гриддинг», т.е. преобразование  $Z$ -столбцов неупорядоченной таблицы в упорядоченные двумерные матрицы значений к.р.п. и изгиба зон;
- сохранение результата «гриддинга» в формате Excel для возможной дальнейшей обработки;
- построение графического изображения на основе упорядоченной матрицы.

Пример результата выполнения скрипта приведен на рисунке. Объектом являлась полупроводниковая пластина – заготовка для изготовления микросхем. Дополнительные секции программного кода обеспечивают построение цветного изображения и изображения в виде контурной карты с линиями уровня.



## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АВТОКОЛЕБАНИЯМИ МАЯТНИКОВОГО ГРАВИМЕТРА

Студент гр.113454 Воробей А.В.

доктор физ.-мат. наук, профессор И.З. Джиладари  
*Белорусский национальный технический университет*

Измерение ускорения свободного падения играет важную роль в измерительной технике. С его помощью можно исследовать месторождения залежей руды, нефти и газа [1]. Поэтому методы и средства измерения данного параметра должны обладать простотой реализации и высокой точностью полученного результата. Целью данной работы и являлось разработка прибора с такими характеристиками.

Одним из перспективных способов измерения ускорения свободного падения является маятниковый способ. Для повышения его точности, необходимо большое время измерения. Обычные маятники, совершающие свободные колебания не позволяют это осуществить вследствие затухания колебаний из-за наличия трения, и измерения всегда ограничены во времени.

Нами предложен режим колебаний, когда потери энергии на трение будут компенсироваться внешней энергией подкачки, позволит решить данную проблему. Это – режим автоколебаний, в котором время измерения будет практически не ограничено, что позволит значительно уменьшить погрешность измерений. Однако здесь существует проблема, связанная с нестабильностью амплитуды колебаний, которая приводит к изменению периода [2].

Для стабилизации амплитуды нами предложено дополнить систему подкачки системой «отсечки», т.е. ввести следящую систему, ограничивающую амплитуду колебаний. Всякий раз, когда амплитуда превышает заданное значение, эта система отключает импульс подкачки. Данная система отсечки, так же позволяет снизить влияние внешней подкачки на результат измерений.

Нами была реализована специальная оптоэлектронная система и проведены эксперименты, доказывающие ее работоспособность.

### Литература

1. Торге, В. Гравиметрия / В. Торге. – пер. с англ. Шанурова Г.А. – М.: «МИР», 1999. – 432 с.
2. Юзефович, А.П. Гравиметрия / А.П. Юзефович, Л.В. Огородова. – М.: «Недра», 1980. – 319 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАТУХАНИЙ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ МАЯТНИКА С ОПОРОЙ КАЧЕНИЯ

Студент гр.113454 Воробей А.В.

доктор физ.-мат. наук, профессор И.З. Джилавдари  
*Белорусский национальный технический университет*

В современной гравиметрии при измерении ускорения свободного падения методом свободных колебаний физического маятника, необходимо учитывать зависимость периода колебаний  $T$  от амплитуды  $\alpha$ . Решение дифференциального уравнения идеального математического маятника при малых  $\alpha$  дает параболическую зависимость периода от амплитуды колебаний.

$$T \approx T_0 \left( 1 + \frac{1}{16} \alpha^2 \right)$$

где  $T_0$  – это период колебаний физического маятника с бесконечно малой амплитудой [1].

Однако на практике обнаруживаются индивидуальные особенности этой зависимости у различных маятников. Поэтому поправка требует своей корректировки для каждого физического маятника, что, в свою очередь, требует проведения специальных дополнительных исследований зависимости периода от амплитуды [2].

В наших опытах, в качестве маятника использовался диск со смещенным центром тяжести. Опора маятника была выполнена в виде двух стальных шариков диаметром 0,05 см. Оказалось, что в этом случае зависимость  $T(\alpha)$  существенно отличалась от теоретической и была близкой к линейной.

Измерения в течение нескольких дней показали наличие процесса приработки, в котором зависимость скорости затухания амплитуды существенно изменялась, так же как и зависимость изменения периода от времени. Однако при повторных измерениях скорость затухания амплитуды была постоянна, и менялась она не значительно. Период, в тоже время, претерпевал значительные изменения.

### Литература

1. Юзефович, А.П. Гравиметрия / А.П. Юзефович, Л.В. Огородова. – М.: «Недра», 1980. – 319 с.

2. Джилавдари, И.З. Влияние трения на точность маятникового гравиметра // *Материалы международной научно-технической конференции* Мн. 2000. – 209 с.

## ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДОСТУПА НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА «СКАТ»

Студент гр. 113014 Раловец Е.К.,  
зав. каф. «ИИТТ», доктор физ.-мат. наук, профессор И.Е. Зуйков,  
ст. преподаватель Т.Л. Владимирова

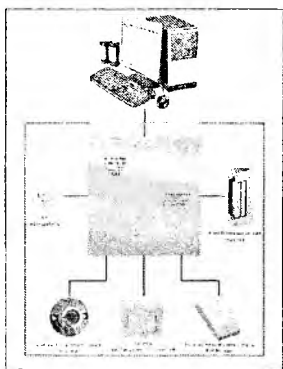
*Белорусский национальный технический университет*

Обучающая система контроля доступа (СКД) на базе контроллера «СКАТ» (далее «СКАТ») предназначена для обучения студентов специальности «Технологии безопасности» и освоения принципов работы и особенностей организации автономных СКД.

В процессе работы с системой студент научится конфигурировать СКД, формировать временные интервалы доступа, группы доступа, записывать в память контроллера код идентификатора, получать отчеты о проходах и т.п.

«СКАТ» (производство РБ) предназначен для организации мероприятий, направленных на санкционирование доступа людей в (из) помещения, здания, зоны. Контроль доступа обеспечивается посредством контроля состояния преграждающих устройств, выдачей команд управления исполнительным устройствам при санкционированном доступе и выдаче сигналов тревоги при попытке несанкционированного доступа. Идентификация производится посредством считывателей, работающих по протоколам TouchMemory и Wiegand 26.

«СКАТ» может работать в автономном режиме (с возможностью подключения к ПЭВМ для программирования и просмотра журнала событий) и в сетевом режиме с количеством устройств в сети до 127.



«СКАТ» поддерживает ряд конфигураций: «Четыре двери»; «Две двери»; «Два турникета»; «Турникет и дверь»; «Турникет и две двери» и т.д.

Внешний вид обучающей системы приведен на рисунке.

Обучающая система включает в себя стенд, на котором расположены «СКАТ», считыватель электронных ключей, бесконтактный считыватель, кнопка дистанционного выхода, электромагнитная защелка, МКИ.

Стенд подключается к ПЭВМ, на которой установлено программное обеспечение: конфигуратор СКД; модуль мониторинга, позволяющий отображать события от контроллера; драйвер, обеспечивающий связь с контроллером; управляющая программа.

## ОБ ИЗМЕРЕНИИ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ МЕТОДОМ ОТРЫВА ЦИЛИНДРА

Студентка гр.113315 Артамонова М.С.,  
доктор физ.-мат. наук, профессор И.З. Джилавдари  
*Белорусский национальный технический университет*

Поверхностное натяжение – одна из важнейших термодинамических характеристик поверхности раздела фаз. Среди всех методов измерения поверхностного натяжения жидкости метод отрыва полого цилиндра отличается высокой чувствительностью и простотой реализации. В существующем виде он сводится к измерению силы отрыва от поверхности исследуемой жидкости, и его точность уступает другим методам. В первую очередь, это связано с необходимостью калибровки силы отрыва, с весом жидкости прилипающей к кольцу после отрыва, а также влиянием угла смачивания.

В данной работе предлагаются метод и установка, позволяющие существенно увеличить точность и чувствительность измерения коэффициента поверхностного натяжения на основе метода отрыва тонкостенного цилиндра. В этом методе поверхностное натяжение определяется путём измерения высоты мениска, поднимающегося вслед за цилиндром.

В общем случае форма и объем поднятой жидкости, зависят от толщины стенки цилиндра и угла смачивания. Высота  $h$  отрыва мениска от цилиндра зависит от эффективной толщины  $l_{\text{эф}}$  стенки цилиндра, которая определяется геометрической толщиной стенки цилиндра и величиной краевого угла  $\theta$ :

$$l_{\text{эф}} = l/N(\theta),$$

$$\text{где } N(\theta) = 4 \left( \frac{1}{\sqrt{2}} - \sin \frac{\theta}{2} \right) + \ln \frac{(1 + \sin \frac{\theta}{2})[\sqrt{2}-1]}{(1 - \sin \frac{\theta}{2})[\sqrt{2}+1]}$$

Наши исследования показали, что при предельно малой толщине стенки цилиндра, параметры мениска не зависят от угла смачивания, и тогда коэффициент поверхностного натяжения  $\sigma$  связан с  $h$  следующей формулой  $\sigma = (\rho g k^2) / (2 (1 - k/R + \sqrt{(2l/k)})$ , где  $R$  – радиус цилиндра,  $\rho$  – плотность жидкости,  $g$  – ускорение свободного падения.

Установлено, что погрешность измерения данного метода менее 0,8 %, тогда как в стандартной методике отрыва кольца реализуется с погрешностью 3 %. Исследования показали, что метод отрыва тонкого цилиндра позволяет существенно увеличить точность, т.к. он не требует калибровки и сводится к измерению длины.

## АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ МЕТОДОМ КОНТАКТНОЙ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ

Лукинов К.А.,

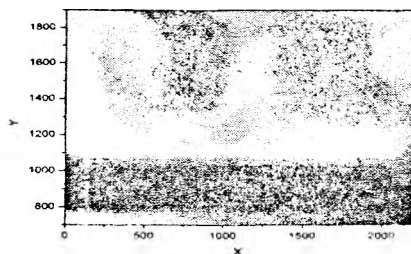
кандидат техн. наук, доцент А.И. Свистун

*Белорусский национальный технический университет*

Измерение контактной разности потенциалов (к.р.п.) позволяет непосредственно получать информацию о состоянии поверхности проводящего объекта, характеризуемом работой выхода электрона. Это дает возможность определить наличие дефектов кристаллической структуры, связанных с механическими деформациями, неоднородностями состава, поверхностными загрязнениями и т.п. Однако неоднозначность интерпретации результатов измерений до настоящего времени препятствовала широкому распространению данного метода для контроля качества поверхности.

Повысить информативность метода можно, перейдя к относительным измерениям. В этом случае для целей диагностики используется изменение к.р.п. между различными точками поверхности, а не абсолютные ее значения в этих точках. Наиболее удобно при этом использовать графическое представление результатов измерений в виде двумерной карты распределения к.р.п., где значения самой к.р.п. кодируются яркостью или условным цветом отдельных областей.

На рисунке приведен результат исследования распределения к.р.п. по поверхности стальной детали в районе сварного шва. Координата  $Y=1050$



соответствует нижнему краю детали, черный цвет ниже этой координаты соответствует «зашкаливанию» сигнала датчика к.р.п. вне пределов детали. Сварной шов расположен вертикально в районе координаты  $X=1200$ . Видно, что состояние поверхности металла по оси шва соответствует состоянию поверхности в районе краев детали (яркость изображения практически

одинакова по шву и по краям). При этом по обе стороны от шва наблюдается существенное изменение значений к.р.п., постепенно спадающее к левому и правому краям контролируемой области. Очевидно, затемненные области рисунка можно соотнести с остаточными термическими напряжениями в детали от сварки. Характерно, что дальние от шва края областей деформации являются неровными, размытыми. Особо следует отметить, что место сварного шва на контролируемой детали было тщательно зашлифовано, и визуально никак не идентифицировалось. Таким образом, можно сделать вывод, что контроль изменения к.р.п. по поверхности металлических объектов позволяет обнаруживать скрытые дефекты, причем такой метод является полностью неразрушающим.



## ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ВЕЛОСИПЕДА

Студент гр.113315 Семенов В.Г.,  
ст. преподаватель А.В. Исаев

*Белорусский национальный технический университет*

Объектом исследования является цифровая система для велосипеда, представляющая собой устройство, устанавливаемое на велосипед для измерения скорости и пройденного пути с выводом на ЖКИ дисплей, а также записи пройденного пути в энергонезависимую память данных с целью продолжения дальнейшего измерения (исследования). При необходимости, путем доработки схемы и программного обеспечения, в данную систему можно добавить опцию расчета выполненной работы, что является актуальным в современных велотренажерах.



Рис. 1. Структурная схема устройства

Проектируемая система состоит из нескольких блоков, выполняющих различные функции. Основным элементом системы является микроконтроллер МК. Также система включает в себя датчик Холла, устанавливаемый на раму велосипеда, жидкокристаллический модуль для отображения информации, часы реального времени МС часов, источник питания и интерфейс для возможности подключения устройства к персональному компьютеру.

Для измерения скорости и расстояния в систему вводится значение длины окружности колеса (радиус или диаметр) с возможностью последующей корректировки для применения системы на велосипедах с различным диаметром колеса.

В основном режиме работы устройства на экране отображается текущая скорость и пройденное расстояние (полное и промежуточное). Дополнительно выводятся сведения о текущем времени и времени работы.

## ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА ПОИСКА

Студентка гр.113315 Артамонова М.С.,  
ст. преподаватель А.В. Исаев

*Белорусский национальный технический университет*

В современных устройствах и системах поиска и позиционирования широко используются такие системы глобального позиционирования как: GPS (Global Positioning System), GALILEO и ГЛОНАСС. Глобальные навигационные системы предназначены для передачи навигационных сигналов. На сегодняшний день существует огромное количество таких навигаторов – от самых простых и миниатюрных до сверхточных стационарных.

Такие устройства все чаще и чаще находят применение в повседневной жизни. Конечно же, точные глобальные координаты места нахождения предметов в обычной жизни не нужны, однако место расположения некоторых из них, зачастую играет большую роль.

Целью данной работы является создание портативного устройства цифровой системы поиска (ЦСП), позволяющей в любой момент времени эффективно осуществлять поиск объектов.

ЦСП предназначена для определения места положения объектов, на которых расположен маячок-ответчик. В качестве объекта поиска могут выступать любые объекты, единственным условием является, возможность крепления маячка на объекте.

Принцип работы ЦПС заключается в определении положения маячка-ответчика, установленного на объекте, относительно пульта-приемника. Для этого в пульте-приемнике оборудуется один или несколько излучателей, передающих и принимающих сигналы от маячков-ответчиков.

Процедура поиска осуществляется следующим образом: на пульте-приемнике из списка, отображаемого на ЖК-панели выбирается нужные объекты, которые предварительно были занесены в память устройства пользователем, затем пульт-приемник активирует необходимые излучатели и посылает информативный сигнал маячкам-ответчикам. По параметрам этих сигналов блок обработки маячка-ответчика определяет громкость звукового сигнала-отклика, а так же какой или какие именно маячки должны откликаться.

ЦСП находится еще в стадии разработки, но уже очевидны ее достоинства: низкая стоимость компонентов, простота эксплуатации и насущность решаемой с ее помощью задачи. Все это говорит о том, что воплощение ее в реальность будет лишь вопросом времени.

## СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ПУЛЬСА ДЛЯ ТРЕНАЖЕРА-МАССАЖЕРА

Магистрантка Титова И.В.,  
доцент П.Г Кривицкий, ст. преподаватель А.Г. Куклицкая  
*Белорусский национальный технический университет*

В развитии современной спортивной техники в настоящее время произошёл огромный прогресс. Практически нет не одного из технических устройств, которое бы не было оснащено информационной системой, так называемой, обратной связью «тренажер – занимающийся». В данном тренажере обратная связь представлена системой контроля частоты сердечных сокращений, которая основывается на датчике пульса.

Датчик пульса в системе представляет собой соединение трех составляющих. Чувствительный элемент-микрофон ASIC Tjatte2 ROP1013059/1. Снятые им показания поступают на усилитель LMH6550, так как первоначально являются малыми для проведения преобразования аналогового сигнала в цифровой. С усилителя сигнал поступает на компаратор MAX903, который сравнивает сигнал с условно «0» уровнем и передает либо 0 при импульсе ниже уровня условного нуля, либо 1 при импульсе больше уровня условного нуля на сам микроконтроллер. Третьим элементом датчика пульса является компаратор. Быстродействующий, экономичный, компаратор напряжения MAX903 имеет дифференциальные аналоговые входы и выходы с логическими TTL -уровнями.

Датчик пульса является чувствительной частью схемы. Датчик помещается на тренирующегося, у которого надо измерить пульс. С выхода датчика снимается цифровой сигнал, величина которого является информативным параметром о контролируемой величине.

Микроконтроллер ATmega48 выполняет опрос датчика и считает количество импульсов, которые поступают с него за 10 секунд. 10-ти секундные интервалы задают часы, подключенные по интерфейсу I2C. Далее он производит умножение количества импульсов на 6 и передаёт частоту сердечных сокращений в минуту на ЖКИ. 10-ти секундные интервалы являются оптимальными, так как это время является достаточным для включения обратной связи и в тоже время незначительно влияет на погрешность.

ЖКИ выполняет функцию устройства вывода информации, которую он получает от микроконтроллера. Жидкокристаллический модуль MT-16S2D состоит из БИС контроллера управления и ЖК панели.

## ЦИФРОВОЙ ГИТАРНЫЙ ТЮНЕР

Студент гр.113315 Долидович Р.Р.,

ст. преподаватель А.В. Исаев

*Белорусский национальный технический университет*

В данной работе рассматривается конструкция цифрового электронного устройства на основе микроконтроллера семейства MCS-51, позволяющего определить тон входного сигнала, и таким образом, скорректировать настройку музыкального инструмента. Данное устройство ориентировано как на акустические, так и электроинструменты: гитару и бас-гитару.



ис. 1. Структурная схема

В тюнере реализовано два аналоговых входа и один выход: 1) микрофон, который преобразует энергию колебания звуковых волн в электрические импульсы; 2) линейный звуковой вход для подключения электрогитары с помощью 6,35 мм разъема; 3) выход используется для подключения тюнера к гитарному усилителю, т.е. возможно отслеживать настройку электроинструмента во время игры. Переключение между входами осуществляется автоматически при помощи аналогового мультиплексора. В каждом входном каскаде используется операционный усилитель для повышения уровня входного сигнала до значения, достаточного для проведения измерений. Далее используются периферийные устройства микроконтроллера. Входной сигнал поступает на вход встроенного компаратора, преобразуется в цифровые импульсы, которые подсчитываются счетчиком микроконтроллера в течение определенного интервала времени, получая сведения о частоте звукового сигнала. Далее система соотносит полученное значение частоты сигнала с символьным обозначением ближайшего по частоте музыкального тона, а также указывает отклонение от этого тона. Данная информация выводится на 10-разрядный символьный жидкокристаллический индикатор. Питание устройства автоматически отключается, если оно не используется в течение программно задаваемого промежутка времени.

Цифровой гитарный тюнер, описанный в данной работе – это универсальное устройство, удобное в эксплуатации, позволяющее музыканту быстро и точно настроить инструмент даже во время выступления на сцене.

## РАЗРАБОТКА ИЗМЕРИТЕЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ШИНАХ АВТОМОБИЛЯ

Студенты гр.113455 Оброжек О.А., Александрович Е.А.  
кандидат физ.-мат. наук, доцент П.Г. Кривицкий  
*Белорусский национальный технический университет*

Несмотря на совершенство современной техники, контроль и управление условиями эксплуатации позволяют улучшить стабильность и надежность огромного количества устройств и их компонентов. В данной работе рассмотрено одно из актуальных применений цифрового измерителя температуры, а именно – измеритель температуры воздуха внутри автомобильных шин.

Повышенная температура внутри шины может говорить как о недостаточности давления, так и неисправности тормозной системы, такой как перегрев колодок и дисков, что может привести к серьезному ухудшению управляемости автомобиля.

Для построения цифрового измерителя был использован температурный датчик DS60 фирмы «Dallas Semiconductor», который позволяет производить измерение температуры в пределах от  $-40$  до  $+125$  °С с точностью  $\pm 2$  °С. Для отображения цифрового значения результата измерений использован четырехсимвольный семисегментный светодиодный индикатор. Измеритель согласуется с взаимодействующими устройствами при помощи полнодуплексного скоростного синхронного трехпроводного интерфейса SPI.

Цифровой измеритель температуры разрабатывается на базе микросхемы типа PSoC. Приборы PSoC представляют собой однокристалльные системы для встраиваемых приложений с возможностью программирования функций. Одна микросхема PSoC заменяет несколько компонентов схемы, построенной на стандартных микроконтроллерах. Все функции, внутренние соединения, внутренняя конфигурация, и даже контакты ввода вывода перепрограммируются пользователем.

Создание рабочего приложения осуществлено в пакете PSoC Designer. Данная программа имеет каталог приборов (драйверов), которые используются для получения реальных устройств. После создания проекта PSoC Express позволяет провести моделирование его работы и программирование микросхемы целевого устройства. Следует отметить, что разработка приложения на базе PSoC Designer не требует от разработчика ни одной строчки кода.

## ИЗМЕРИТЕЛЬ УСКОРЕНИЯ ДЛЯ АВТОСПОРТА

Студенты гр.113815 Кривута Ю.Ф., Шестак В.Г.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент П.Г. Кривицкий  
*Белорусский национальный технический университет*

Датчики ускорения широко применяются в автомобильной электронике для измерения ускорения автомобиля в различных направлениях, для измерения вибраций в системах контроля состояния шасси, в АБС, в системах защиты от опрокидывания и в противоугонных устройствах [1]. Акселерометры находят применение в регистраторах ударов и вибраций, в спортивных диагностирующих приборах, в ударных выключателях [2].

Полупроводниковые акселерометры содержат емкостной чувствительный элемент и интегрированную на кристалле измерительную цепь, выполненную по КМОП – технологии (рис. 1).

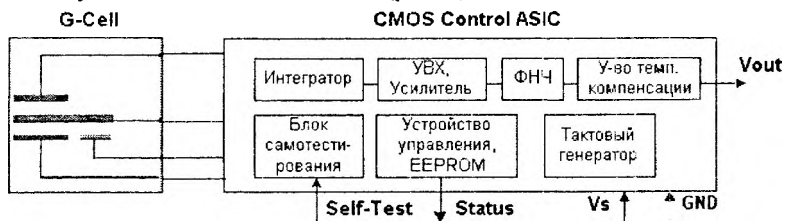


Рис. 1. Функциональная схема датчика ускорения

Встроенная измерительная цепь выполнена на переключающихся конденсаторах и содержит интегратор, усилитель, ФНЧ, устройство температурной компенсации, тактовый генератор.

Разработанная система измерения ускорений на базе микросхемы типа «программируемая система на кристалле» позволяет производить экспресс-контроль динамических нагрузок на узлы транспортного средства и непосредственно на организм его водителя. Встроенная Flash-память прибора позволяет накапливать результаты измерений за время тренировок (соревнований), а средства индикации дают возможность спортсмену корректировать режим вождения в реальном времени.

### Литература

1. Шандров, Б.В. Технические средства автоматизации / Б.В. Шандров, А.Д. Чулаков. – учеб. для студ. высш. учеб. завед. – М.: Академия, 2007.
2. Фрайден, Дж. Современные датчики. Справочник / Дж. Фрайден, М.: Техносфера, 2005.

## ОХРАННАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЯ

Студент гр. 313315 Шатун К.А.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент П.Г. Кривицкий  
*Белорусский национальный технический университет*

Представленная автомобильная сигнализация по своим функциональным возможностям не уступает аналогичным отечественным и зарубежным сигнализациям среднего ценового диапазона [1].

Сигнализация имеет следующие функции: энергонезависимая память, автовозврат в режим охраны, система индикации работы системы, блокировка двигателя, управление пейджером.

Одним из достоинств сигнализации является наличие пейджера. При большом количестве машин на улицах и стоянках, в условиях городского шума пейджер становится актуальной принадлежностью, так как из-за частых ложных срабатываний сигнализации на соседних машинах, бдительность водителя притупляется.

Обработку поступающей информации и выдачу команд осуществляет микроконтроллер, входящий в состав микросхемы СУ8С29466.

Микроконтроллер выполняет функцию приема, обработки информации, и выработки команд передаваемых в последующем на исполнительные устройства. Информация о состоянии датчика удара, датчика контроля коробки передач, датчика оборотов, датчика ручного тормоза, датчиков дверей, капота и багажника, датчика зажигания, поступают на порты ввода-вывода P0[1], P0[3], P0[5], P0[7], P2[3], P2[5], P2[7]. К портам P0[0], P0[2], P0[4], P0[6] подключен блок приема-передатчика А1, который по радио каналу обменивается информацией с пейджером, и передает ее на контроллер DD3.

При срабатывании датчика удара замыкается цепь и на микросхему DA2:1 поступает 12В, соответственно на выходе – сигнал уровня логического нуля. Сигнал уровня логического нуля поступает на микросхему DD1:1 и инвертируется. На порт микроконтроллера P0[1], приходит сигнал, обрабатывается, после чего микроконтроллер выдает команду, на микросхемы DA5–DA7, через которые коммутируются реле и включается блокировка двигателя, сирена и габаритные огни. Одновременно с этим микроконтроллер выдает команду блоку А1, который по радиоканалу передает информацию на пейджер о срабатывании датчика удара.

### Литература

1. Адрианов, В.И. Автомобильные охранные системы /В.И. Адрианов, А.В. Соколов. – справочное пособие. – СПб., БХВ -- Санкт-Петербург, Арлит, 2000.

## УСТРОЙСТВО ДЕКОДИРОВАНИЯ ДВОИЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Студент гр. 113016 Комашко Д.Л.,  
ст. преподаватель Т.Л. Владимирова

*Белорусский национальный технический университет*

Устройство декодирования двоичной информации предназначено для восстановления значения переданной информации согласно закону ее кодирования.

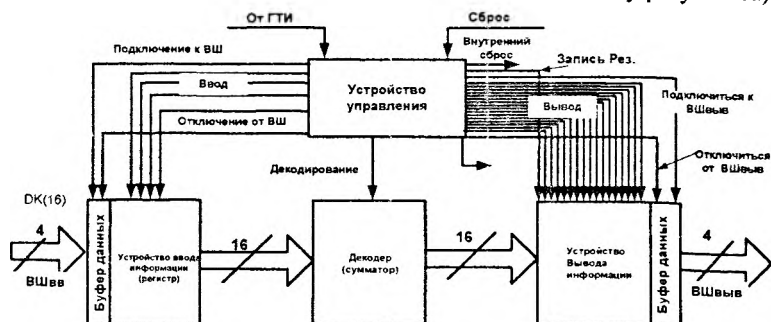
Существует ряд кодов позволяющих как закодировать информацию, так и обнаружить возникшую при передаче ошибку.

Промышленностью выпускается ряд микросхем преобразующих, например, двоичный код в десятичный и наоборот. Если необходимо обеспечить уникальное кодирование, то это выполняется путем разработки специальных устройств реализующих алгоритм кодирования на передающей стороне и декодирования на приемной.

Предлагаемое устройство декодирования обеспечивает восстановление начального значения информации закодированной дополнительным кодом. Дополнительный код (дополнение до 2) используется при работе с отрицательными числами, однако его можно использовать и при простейшей кодировке значения числа, например,  $[X]_{пр} = [0]1001_2(9_{10})$ ,  $[X]_{обр} = [1]0110_2(-10_{10})$ ,  $[X]_{доп} = [1]0111_2(-9_{10})$ .

Рассматривается устройство декодирования информации с использованием дополнительного кода.

Структурная схема устройства представлена на рисунке. Устройство состоит из следующих основных узлов: устройство управления (осуществляет выработку требуемых сигналов управления в заданной последовательности), устройство ввода (обеспечивает подключение к внешней шине данных, ввод кодированного числа и его передачу в модуль декодирования), непосредственно декодер информации, устройство вывода (обеспечивает подключение к внешней шине данных и выдачу результата).





## УСТРОЙСТВО КОДИРОВАНИЯ ДВОИЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Студент гр. 113016 Кожан А.А.,  
ст. преподаватель Т.Л. Владимирова

*Белорусский национальный технический университет*

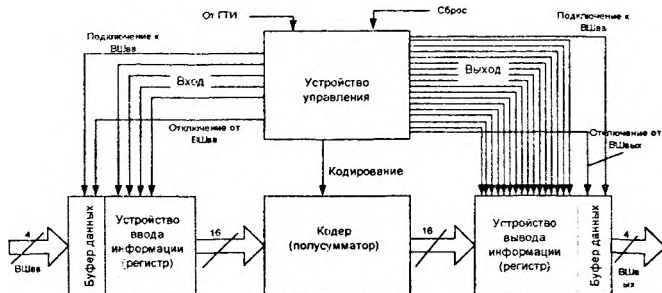
Кодирование двоичной информации необходимо в ряде случаев, например, избыточные коды могут использоваться для увеличения достоверности передаваемой информации и для того, чтобы на приемной стороне можно было бы определить, была ли ошибка во время передачи информации; могут использоваться коды, позволяющие на передающей стороне закодировать информацию согласно заданному алгоритму в устройстве кодирования, а на приемной стороне восстановить информацию с помощью устройства декодирования.

Для работы с отрицательными или положительными цифрами используется так называемый знаковый разряд (старший разряд). Положительное число кодируется 0 в знаковом разряде (00102). Отрицательное число – 1. Для упрощения выполнения операций над отрицательными двоичными числами используются прямой, обратный и дополнительный коды.

Дополнительный код отрицательного числа формируется по следующему принципу: младший разряд обратного кода складывается с 1.

Рассматривается устройство кодирования информации с использованием дополнительного кода.

Структурная схема устройства представлена на рисунке. Устройство состоит из следующих основных узлов: устройство управления (осуществляет выработку требуемых сигналов управления в заданной последовательности), устройство ввода (обеспечивает подключение к внешней шине данных, ввод числа и его передачу в модуль кодирования), непосредственно кодер информации обеспечивает получение дополнительного кода, устройство вывода (обеспечивает подключение к внешней шине данных и передачу закодированной информации приемному устройству).



## ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ГАЗОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Студентка гр. 113014 Василевич О.Н.,  
ст. преподаватель А.Г. Василевский

*Белорусский национальный технический университет*

Одной из мер снижения числа жертв и ущерба от пожаров на современных объектах является применение технических средств пожарной автоматики.

Многообразие условий горения и тушения пожара на защищаемых объектах требует при выборе установки пожаротушения, ее проектировании, монтаже и эксплуатации не только применять действующие нормы и общие правила, но и учитывать индивидуальные особенности объекта: объемно-планировочное решение, характер пожарной нагрузки, огнестойкость строительных конструкций и т.п. При этом также необходимо учитывать возможные скорости развития пожара и его характеристики.

Установки газового пожаротушения (УГП) предназначены для создания не поддерживающей горение среды в защищаемом объеме путем снижения концентрации кислорода ниже предельных значений.

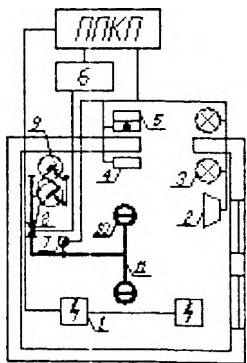
По распространению УГП стоят на третьем месте после водяных и пенных установок и составляют пятую часть общего количества установок пожаротушения.

Основное достоинство УГП заключается в том, что они не причиняют ущерба защищаемому объекту, а также пригодны для защиты электрооборудования под напряжением. Поэтому УГП широко применяются для вычислительных центров и телефонных узлов, архивов, музеев, и др.

Различают следующие схемы газового пожаротушения: централизованная УГП, модульная УГП, УГП с изотермическим резервуаром для защиты помещений большого объема.

Принципиальная схема модульной УГП приведена на рисунке, где 1 – пожарный извещатель, 2 – звуковой оповещатель, 3 – световой оповещатель, 4 – датчик положения двери, 5 – устройство дистанционного пуска и сигнализации, 6 – прибор управления, 7 – сигнализатор давления, 8 – запорно-пусковое устройство, 9 – баллон с газом, 10 – насадок, 11 – трубопровод.

В большинстве случаев данная схема организации пожаротушения является наиболее оптимальным решением.



## РАСПОЗНАВАНИЕ ТИПА МОДУЛЯЦИИ ПРИНИМАЕМОГО СИГНАЛА МЕТОДОМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Студент гр. 8-28-1 Дейнека А.С.

*Ижевский государственный технический университет*

Распознавание вида модуляции принимаемого сигнала – актуальная проблема технического анализа, проводимого при измерениях радиоэфира.

Нейронная сеть предоставляет современные эффективные средства решения задач классификации [1].

Известны универсальные параметры для классификации сигналов по типам модуляции [2-3], на основе которых составлено пространство признаков.

Предложена нейронная сеть – универсальный классификатор сигналов по типам модуляции. Ее структура приведена на рис. 1.

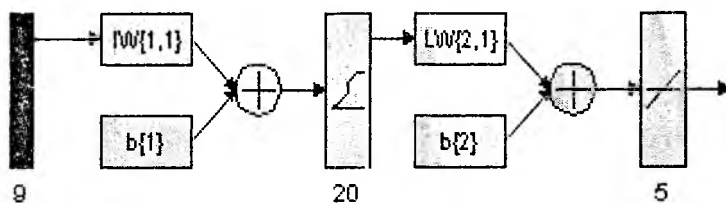


Рис.1. Структурная схема нейронной сети

Проведено исследование надежности распознавания некоторых сигналов на предложенной нейронной сети.

### Литература

1. Круглов, В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов. – 2-е изд. – Минск: Горячая линия-Телеком, 2002. – 382 с.
2. Attar, A.R. A new method for communication system recognition / A.R. Attar, A. Sheikhi, H. Abiri, A. Mallahzaden // Iranian Journal of Science & Technology. – Vol. 30, № B6.
3. Azzouz, E.E. Algorithms for Automatic Modulation Recognition of Communication Signals / E.E. Azzouz, Asoke K. Nandi // IEEE transactions on communications. – 1998. – vol. 46, №4.

## РЕАБИЛИТАЦИОННЫЙ ВЕЛОТРЕНАЖЁР

Студент гр. 113814 Бальшевич В.А.

кандидат техн. наук, доцент И.Н. Савелов

*Белорусский национальный технический университет*

Существующие конструкции велотренажёров не всегда обеспечивают возможность проведения тренировок лицами с нарушением осанки, различными травмами и заболеваниями позвоночного столба.

Объектом данного исследования являлась разработка конструкции велотренажера с горизонтальным расположением тела занимающегося. Такая компоновка тренажёра позволит подобрать оптимальную рабочую позу тренирующегося, поддерживать в тонусе мышцы нижних конечностей при минимальной нагрузке на остальные группы мышц человека, практически полностью снять нагрузку с мышц позвоночного столба, а также для тренировки сердечной мышцы.

Отличительными особенностями велотренажера является, система бесступенчатой регулировки усилия вращения педалей, позволяющая точно дозировать необходимую нагрузку. Конструкцией тренажёра предусмотрено электромагнитное нагружение. Механическая часть конструкции, обеспечивает размещение тренирующегося лёжа на ортопедической скамье, в соответствии с его антропометрическими данными.

Условия эксплуатации тренажера предполагают его использование в помещениях с искусственно регулируемыми условиями при отсутствии воздействия атмосферных осадков, песка, пыли, и конденсации влаги.

Были выбраны материалы конструктивных частей тренажера, в соответствии с климатическими условиями эксплуатации. Проведены расчеты основных элементов велотренажера: болтовых соединений на растяжение и силу затяжки, осей и валов блока нагружения на кручение. Выбраны сечения металлических профилей несущей части велотренажера, с необходимым запасом прочности и обеспечивающими минимальные массогабаритные параметры конструкции.

С помощью систем автоматизированного проектирования Autocad и SolidWorks были разработаны рабочие чертежи деталей, сборочный чертеж конструкции велотренажера и трёхмерная модель тренажёра, полностью имитирующая его физико-механические свойства.

Разработаны электрические принципиальная и функциональная схемы регулировки усилия вращения на базе микроконтроллера, в зависимости от функционального состояния тренирующегося.

Предложенная конструкция реабилитационного велотренажера обеспечивает комфортное положение тренирующегося и точную необходимую нагрузку. Может использоваться при реабилитации спортсменов, а также лиц, восстанавливающихся после инсультов и травм позвоночника.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТИЛЕЙ КОНТАКТНЫХ ПЛОЩАДОК ПРИ ОФОРМЛЕНИИ ЧЕРТЕЖЕЙ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ В САПР AutoCAD

Студент гр.512601 Лысенко А.В., гр.412601 Баты С.П.

кандидат техн. наук, доцент В.И. Журавлёв,

доцент В.С. Колбун

*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

Проектирование печатной платы не заканчивается ее трассировкой, достаточно трудоемким остается процесс оформления конструкторской документации (КД), пригодной для производства. Результаты опросов разработчиков печатных плат показывают, что в среднем 20 % их рабочего времени тратится на создание документации [1].

В комплект КД на печатную плату в соответствии с ГОСТ 2.123-93 включается чертеж детали (чертеж печатной платы). P-CAD не имеет собственных средств оформления КД на печатную плату в соответствии с ЕСКД. В связи с этим при оформлении чертежей применяется другие программы, предназначенные для разработки графической КД, чаще всего AutoCAD. Передача данных из P-CAD в AutoCAD посредством DXF формата и оформления чертежей в этом редакторе подробно рассмотрена в работе [2]. Однако автор не предлагает решения задачи условного обозначения отверстий в соответствии с ГОСТ 2.307-68. В [3] описывается методика замены блоков условных изображений отверстий (Drill Symbols), созданных средствами редактора P-CAD PCB, на изображения, соответствующие стандартам. К сожалению, данный вариант не предполагает автоматизации и непригоден при наличии на плате площадок с отверстиями одного диаметра, но различной формы или размеров.

Данную задачу можно решить, если информацию о форме и размерах контактной площадки записывать в ее название. Например, если требуется создать контактную площадку диаметром 1,8 мм круглой формы с отверстием 1,0 мм, ее имя может выглядеть следующим образом: c18h10; что буквально обозначает следующее: c18 (от англ. circle – круг) – круглая диаметром 1,8 мм, h10 (от англ. hole – отверстие) – отверстие диаметром 1,0 мм. Тогда переопределение блоков с такими именами позволяет однозначно идентифицировать контактные площадки в виде условных обозначений, соответствующих всем комбинациям формы и размеров площадок.

### Литература

1. Потапов Ю. Оформление документации средствами BluePrint-PCB // EDA EXPERT. 2006. №3. С.72-73.
2. Уваров А. С. P-CAD 2002 и SPECCTRA. Проектирование печатных плат. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 544 с.
3. Татаринсв В. Оформление чертежей печатных плат, проектируемых в P-CAD 2004 // EDA EXPERT. 2006. № 14. С. 4-9.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ ТРЕНАЖЕРНОГО ЗАЛА

студент гр.113814 Жавнерко П.С.

кандидат техн. наук, доцент И.Н. Савелов

*Белорусский национальный технический университет*

Занятия физической культурой и спортом могут нанести вред здоровью, если они проводятся в спортивных сооружениях, не соответствующих нормам и правилам техники безопасности, а также санитарно-гигиеническим нормам и правилам.

Объективная оценка воздушной среды мест занятий и содержания оборудования выявила существенные отклонения от гигиенических норм: температуры, влажности, содержания углекислоты в воздухе, бактериальную загрязненность оборудования.

Целью данной работы является разработка оптимальной схемы реконструкции тренажерного зала и оснащения его системой контроля и поддержания требуемого микроклимата в помещении для обеспечения комфортных условий для занятий.

В тренажерном зале осуществляется приточно-вытяжная вентиляция с естественным и искусственным побудителем перемещения воздуха. Произведены расчеты основных элементов вентиляции и освещения. Главная задача расчета вентиляции заключалась в определении количества приточных и вытяжных каналов, необходимых для хорошего воздухообмена, количества вентиляторов, диаметра и длины труб воздухопровода. Также путем расчетов определены высота вытяжных труб, площадь поперечного сечения вытяжных и приточных каналов, мощность и производительность вентиляторов и др. Расчет освещения производился исходя из комфорта для проведения тренировки. Определена площадь остекления и количество окон, необходимое для получения нужного естественного освещения, количество и мощность ламп для искусственного освещения.

Разработана информационно-измерительная система для постоянного мониторинга микроклимата в тренажерном зале. Система построена на базе микропроцессора MCS-51 и обеспечивает контроль температуры и давления воздуха с точностью 0,5 °С и 3 % соответственно. Для вывода информации применяется жидкокристаллический модуль MT-16S1A.

С помощью систем автоматизированного проектирования Autocad и SolidWorks разработана пространственная модель спортивного зала и оптимизированы зоны размещения тренажеров в соответствии с тренируемыми группами мышц, что позволит позволяет осуществлять тренировочный процесс с максимальной отдачей и комфортом.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ЗАПУТЫВАЮЩЕГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ИСПОЛНЯЕМЫХ ФАЙЛОВ

Магистрант Мазько К.А.

*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

С развитием индустрии создания и распространения программного обеспечения (ПО) обостряются проблемы его несанкционированного использования, поэтому одним из актуальных вопросов для производителей ПО является его защита от незаконного копирования; присвоения алгоритмов или их частей для использования в конкурирующих продуктах; несанкционированной модификации.

Объектом исследования является программное обеспечение. Предметом исследования являются методы технической защиты программного обеспечения.

Целью работы является разработка эффективных методов защиты ПО от обратного проектирования и несанкционированного исследования.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

– проведен анализ существующих методов защиты ПО от угроз несанкционированного исследования и обратного проектирования;

– разработаны методы запутывающего преобразования, затрудняющие статический анализ исполняемых файлов платформы Win32: перемешивание машинных команд и настройка новых переходов между ними («спагетти-код»); добавление конструкций, затрудняющих дизассемблирование; удаление важных для исполнения программы данных и их расчет в процессе выполнения с помощью математических алгоритмов; локальное шифрование отдельных блоков машинного кода;

– разработаны методы запутывающего преобразования, затрудняющие динамический анализ (отладку) исполняемых файлов платформы Win32: защита от отладчиков с изменением потока выполнения программы; добавление дополнительных блоков машинных команд, которые за счет сложности собственного анализа увеличивают сложность всего запутанного кода.

Результатом работы стало программное средство, реализующее разработанные алгоритмы для исполняемых файлов операционных систем семейства Win32 (процессорная архитектура IA-32). В связи с сильным влиянием запутывающего преобразования на объем и скорость исполняемого кода, степень запутанности может гибко настраиваться для отдельных участков кода. Реализация алгоритмов дала возможность оценить их влияние на защищенность реального ПО и сделать положительные выводы о возможности применения. В дальнейшем планируется реализация алгоритмов для других аппаратных платформ.

## **ВЕНТИЛЬ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ДЛЯ СИСТЕМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ**

Студент гр.113015 Перегуд К.Н.,  
кандидат техн. наук, доцент И.Н. Савёлов  
*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время проблема предотвращения пожаров на производстве и в быту актуальна. Поиск новых идей и подходов для решения этой проблемы не прекращается.

Одним из методов решения проблемы быстрого и безотлагательного тушения пожара на самых первых стадиях его распространения является применение систем пожаротушения, обеспечивающих изоляцию очага возгорания от притока кислорода, поддерживающего горение. При обнаружении возгорания электромагнитный вентиль обеспечивает подачу инертного газа в охраняемое помещение.

Предложена модернизированная конструкция электромагнитного вентиля для применения в макроклиматическом районе, соответствующем УХЛ 3.1. Конструкция предназначена для размещения в нерегулярно отапливаемых закрытых помещениях без искусственного регулирования температуры при отсутствии прямого солнечного излучения, воздействия осадков и ветра. Для работы вентиля со сжатым газом обеспечена необходимая герметизация в соответствии со степенью защиты конструкции IP45.

При выполнении данной работы были выбраны материалы конструкции, обеспечивающие надёжную эксплуатацию вентиля в заданных условиях эксплуатации. Рассчитаны параметры электрических контактов сигнального устройства, обеспечивающего контроль за работоспособностью вентиля. Определены параметры упругого элемента, обеспечивающего прекращение подачи инертного газа. Установлены оптимальные величины зазора между направляющими прямолинейного движения.

Для защиты конструкции вентиля от агрессивного воздействия окружающей среды предусмотрено наличие силиконовых уплотнителей торцовых соединений, а также нанесение на наружные конструктивные части вентиля защитных лакокрасочных и металлических покрытий.

При помощи систем автоматизированного проектирования Autocad и SolidWorks разработаны сборочный чертеж конструкции вентиля электромагнитного, рабочие чертежи деталей и их аксонометрические проекции с указанием технологических параметров изготовления. Разработана объёмная модель позволяет визуализировать конструктивные формы внутренних элементов электромагнитного вентиля.



## МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО КЛАПАНА

Студент гр. 113015 Старостенко А.О.  
кандидат техн. наук, доцент И.Н. Савелов  
*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время проблема гибели людей при пожарах – это предмет особого беспокойства. Катастрофические последствия пожаров приводят к тяжелейшим материальным, социальным и экологическим потерям. Этому бедствию очень непросто противостоять, однако снизить его разрушительный потенциал и максимально обезопасить окружающих с помощью современных организационных и технических средств защиты, вполне реально.

Одним из методов быстрого тушения пожара на самых первых стадиях его распространения является подача нейтрального газа к очагу возгорания. Этот метод реализуется при использовании в системах пожаротушения электропневматического клапана. При поступлении сигнала о возгорании, клапан обеспечивает подачу нейтрального газа в охраняемое помещение. Это приводит к прекращению возгорания и сохранению имущества, находящегося в помещении.

При выполнении данной работы было разработано техническое задание на проведение модернизации конструкции электропневматического клапана, применявшегося ранее в различных промышленных пневматических системах.

Целью данного исследования являлось создание простого по конструкции и надежного в работе выпускного клапана предназначенного для подачи в очаг возгорания нейтрального газа.

Модернизированная конструкция электропневматического клапана допускает его применение в климатическом районе УХЛ 4 и предназначена для размещения в помещениях с искусственно регулируемыми условиями (закрытые отапливаемые помещения). Степень защиты конструкции от внешних воздействий – IP34.

Были выбраны материалы конструкции, обеспечивающие её эксплуатацию в заданных условиях. Модернизацией предусмотрено наличие в конструкции электрических контактов, которые обеспечивают контроль за срабатыванием клапана.

Произведен расчет параметров электрических контактов, параметров упругого элемента, направляющих частей конструкции на тепловое заклинивание и перекося. С помощью САПР Autocad и SolidWorks разработаны сборочный чертеж конструкции электропневматического клапана, рабочие чертежи деталей и их аксонометрические проекции.

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ КЛАПАН ДЛЯ СИСТЕМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Студент гр. 113015 Щербаков И.А.

кандидат техн. наук, доцент И.Н. Савелов

*Белорусский национальный технический университет*

Системы пожаротушения, с использованием нейтральных газов применяются для предупреждения и ликвидации очагов возгораний, на объектах нефтегазового комплекса, на химических, нефтехимических и других предприятиях.

Одним из основных исполнительных элементов таких систем является электромагнитный клапан. Он предназначен для полного перекрытия или возобновления потока нейтрального газа в помещение, обеспечивая герметичность, как на затворе, так и по отношению к внешней среде. Клапан устанавливается совместно с электромагнитным вентилем, который формирует рабочий сигнал, обеспечивающий срабатывание системы.

В ходе конструирования электромагнитного клапана выбраны материалы деталей в соответствии с требованиями к конструкции и условиям эксплуатации, произведены расчеты параметров основных элементов конструкции: электрических контактов и возвратной пружины. Определены форма поверхности контактов (сфера-сфера) и вид опорных витков пружины сжатия. Определены оптимальные значения допусков линейных размеров и посадок для направляющих, обеспечивающих прямолинейное движение клапана.

Для обеспечения работоспособности электромагнитного клапана в климатических условиях УХЛ 3.1 и степени защиты конструкции IP 45 предусмотрены защитные лакокрасочные и металлические покрытия, внешних поверхностей деталей конструкции. Для предотвращения самоствинчивания резьбовых соединений и обеспечения их герметичности предполагается нанесение на поверхность резьбы силиконового герметика.

Защита внутреннего объёма клапана от воздействия окружающей среды обеспечивается герметизацией торцевых соединений с использованием прокладок из паронита и силикона.

При разработке конструкторской документации электромагнитного клапана применялись системы автоматизированного проектирования: AutoCAD – для выполнения сборочного чертежа конструкции и рабочих чертежей деталей; SolidWorks – для разработки твердотельной модели, полностью имитирующей физико-механические свойства электропневматического клапана. Созданное трёхмерное изображение позволяет визуализировать конструктивные формы клапана и формы внутренних элементов конструкции с любой точки обзора.

## **КОНСТРУКЦИЯ КОНЕЧНОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ ДЛЯ ТРЕНАЖЕРНЫХ УСТРОЙСТВ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ НА ОТКРЫТОМ ВОЗДУХЕ**

Студент гр.113815 Еровченко Н.С.,  
кандидат техн. наук, доцент И.Н. Савелов  
*Белорусский национальный технический университет*

Спортивные залы в большинстве случаев занимают недостаточную площадь для проведения общефизической и специальной подготовки спортсменов. Комплексы тренажеров целесообразно размещать на открытом воздухе, вблизи постоянных мест тренировок или на загородных базах, где они могут использоваться, как при подготовке квалифицированных спортсменов, так и для массовых занятий физкультурой в зонах здоровья и отдыха.

Одним из основных элементов, применяемых в полесвых тренажерных устройствах, является конечный выключатель. Он предназначен для контроля достижения спортсменом определённого положения: касание рукой, воздействие весом на платформу и т.д. Применение устройства основано на размыкании замыкающихся контактов и замыкании размыкающихся при воздействии внешней силы на шток, который возвращается в исходное состояние с помощью пружинного механизма сразу после снятия нагрузки.

В ходе выполнения работы рассмотрена существующая конструкция конечного выключателя и разработан оптимальный вариант для тренажерных устройств, эксплуатируемых на открытом воздухе. Были выбраны материалы конструкции в соответствии с требованиями к конструкции и условиями эксплуатации. Произведен расчет параметров электрических контактов, параметров упругого элемента, направляющих частей конструкции на тепловое заклинивание и перекос.

Использование конструкции конечного выключателя может производиться при рабочем значении температуры от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха 75 %. Для защиты конструкции выключателя от агрессивного воздействия окружающей среды предусмотрено наличие силиконовых уплотнителей, а также нанесение на наружные конструктивные части защитно-декоративных лакокрасочных покрытий.

С помощью систем автоматизированного проектирования Autocad и SolidWorks разработаны сборочный чертеж конструкции, рабочие чертежи деталей и трехмерная модель конструкции конечного выключателя. Созданное трёхмерное изображение позволяет визуализировать конструктивные формы выключателя и формы внутренних элементов конструкции с любой стороны.

## ТЕСТЕР ТЕЛЕФОННЫЙ

Студент гр. 583122-21 Музыченко С.И.  
доцент кафедры систем управления Ю.А. Родионов  
*Институт информационных технологий при БГУИР*

В настоящее время большинство предприятий, производящие телефонные аппараты, нуждаются в приобретении недорогих тестеров, рассчитанных на отечественный стандарт. Существующая на сегодняшний день аппаратура такого назначения, как правило, иностранного производства, сложна и, что не маловажно, стоит немалых денег. Представленный нами тестер телефонный предназначен для автоматизированного контроля электроакустических параметров телефонных аппаратов общего применения. Он обеспечивает измерение и проверку частотных характеристик и показателей громкостей телефонных аппаратов на «чистом тоне» в соответствии с рекомендациями Международного консультативного комитета по телеграфии и телефонии.

Работой тестера управляет персональная ЭВМ типа IBM PC, оснащенная соответствующим программным обеспечением.

Тестер обеспечивает проведение измерений в лабораторных или производственных условиях.

С целью усовершенствования телефонного тестера нами реализовано: был усовершенствован корпус устройства, ненадежные в реальной эксплуатации радиоэлементы были заменены на более совершенные и долговечные отечественного производства.

### Литература

1. «Брюль и Кьер Электронная аппаратура» Каталог 1989/90 г. Дания.
2. Инструкция по эксплуатации тестера телефонных аппаратов «ТЕМПЗ» -Тесла 1990.
3. Справочная библиотека по радиоэлементам – Министерство электронной промышленности СССР. 1982.

## МЕТОД ЭЛЕКТРОННОЙ АУСКУЛЬТАЦИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ АКУСТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ СИСТЕМЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Магистрант гр. М404-2 Кулешова Д.С.,  
доктор техн. наук, профессор О.В. Коробейникова  
*Ижевский государственный технический университет*

Среди физикальных методов диагностики заболеваний органов дыхания наиболее эффективным и объективным в современной медицине является способ электронной аускультации. Поэтому актуальной задачей на сегодняшний момент является создание метода исследования акустических полей органов дыхания способом электронной аускультации, который позволит производить анализ и интерпретацию всех информативных параметров, присущих большинству основных и дополнительных дыхательных шумов.

Для осуществления метода был разработан и изготовлен опытный образец акустического датчика, подключаемого через усилитель к 16 разрядной звуковой карте Revolution 5.1 персонального компьютера. Объединение в едином корпусе пьезоэлектрического датчика и первого каскада усилителя позволяет уменьшить помехи и наводки, подать на вход основного усилителя более мощный и информативный сигнал. Для устранения мешающих акустических шумов организма в усилителе предусмотрена система фильтров. Датчик обладает достаточной чувствительностью  $S = 15,5$  мВ/Па, высокой помехоустойчивостью и широкой полосой частот от 50 Гц до 20 кГц.

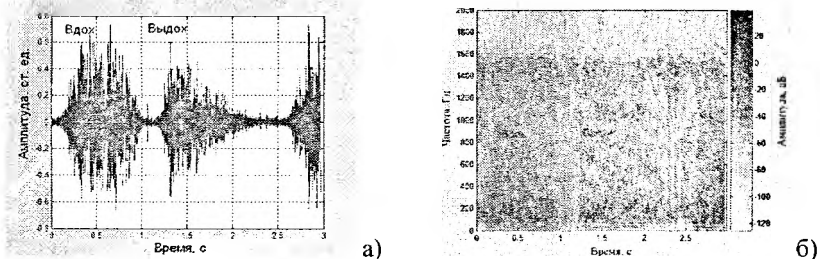


Рис. 1. Осциллограмма (а) и спектрограмма (б) здорового человека.

Полученные с помощью разработанного устройства и обработанные в программной среде Matlab осциллограмма и спектрограмма здорового пациента представлены на рис. 1. Информативными параметрами аускультативных сигналов являются: – время между фазами вдоха и выдоха; – частотный диапазон и амплитуда дыхательных движений. В случае заболевания органов дыхания (бронхит, пневмония) возможно появление дополнительных высокочастотных составляющих на спектрограмме.

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ГЕНЕРАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Магистрант гр. 4-105 Скворцов Я.А.

*Ижевский государственный технический университет*

Синхронные системы передачи получили широкое распространение. На качество их функционирования во многом влияет неидеальность генераторного оборудования. Часто эта неидеальность имеет индивидуальные особенности, поэтому их исследование является актуальной задачей.

При проектировании информационно-измерительной системы для исследования реальных экземпляров генераторного оборудования необходимо оценить погрешности измерения, в частности методические.

Для измерения длительности и периода не очень коротких импульсов целесообразно использовать известный метод заполнения [1]. Моделирование процесса измерения произведено в среде GPSS\_World-Student-4.3.5 [2].

На модели была проверена возможность использования простых генераторов счетных импульсов, к которым не предъявляются повышенные требования к стабильности. Генераторам измеряющих импульсов задана высокая величина нестабильности. В модели генерировались импульсы идеальной длительности, а в качестве измеряющих использовались неидеальные импульсы с различными параметрами нестабильности, включая и различные законы распределения.

При моделировании измерялись длительности идеальных импульсов не только одной определенной заданной длины, а моделировался поток битов с 50 % вероятностью появления «0» и «1» и измерялись длины одной и более следующих подряд единиц.

Моделирование наглядно подтвердило слабую зависимость погрешностей измерения как от закона распределения длительностей счетных импульсов, так и от закона распределения длительностей измеряемых импульсов при условии, что частота следования счетных импульсов значительно превышает частоту следования измеряемых импульсов.

### Литература

1. Дворяшин, Б.В. Основы метрологии и радиоизмерения / Б.В. Дворяшин. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.
2. Боев, В.Д. Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS World./ В.Д. Боев. – С-Пб: БХВ, 2004. – 368 с.

## ТЕРМОГРАФИЯ ПРИ ФИЗИОТЕРАПИИ В СПОРТЕ

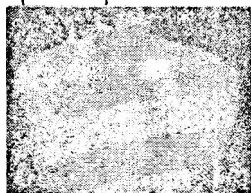
Студент гр. 113814 Матюшевич Е.Г., студент гр. 113815 Колибаба М.О.,  
ст. преподаватель А.Г. Куклицкая

*Белорусский национальный технический университет*

Спорт высоких достижений предъявляет повышенные требования к бесконтактности методов диагностики и уменьшению стороннего воздействия на организм спортсмена. Эти задачи возможно решить с помощью термографической диагностики. Главным преимуществом обследования является неинвазивность.

В работе исследовался характер изменения микроциркуляции в поверхностно расположенных тканях тела человека под воздействием низкочастотного магнитного поля (НЧМП) (аппарат «АУМАТ») и локального гипобарического (ЛГБ) воздействия (макет аппарата ЛГБ-терапии, разработанный в БНТУ).

Влияния ЛГБ и НЧМП воздействий исследовалось на добровольце-студенте специальности «Спортивная медицина» (К.), кандидате в мастера спорта, 21 года. В ходе экспериментов применялись одновременное воздействие обоими факторами на зоны, расположенные паравертебрально в верхней трети спины в течение 10 минут (рис. 1, а, б).



а – на 1-й минуте после  
воздействия



б – на 4-й минуте после  
воздействия

Рис. 1. Определение температур по термограммам при одновременном воздействии ЛГБ и НЧМП, испытуемый К.

ЛГБ вызывает выраженное снижение температуры в зоне воздействия, а в течение 5–7 мин после прекращения действия происходит постепенный подъем температуры, достигающий 2 °С. НЧМП наоборот, вызывает значительный разогрев зоны воздействия (до 40 °С), а затем интактные участки медленно снижают температуру.

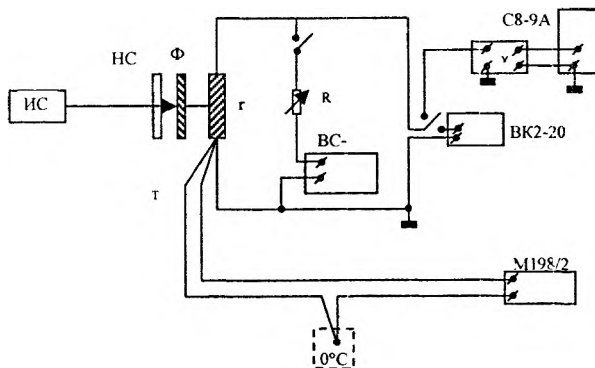
Результаты исследования показали выраженную разницу эффектов воздействия на микроциркуляцию, что делает перспективным проведение исследований в области сочетанного или комбинированного их применения в физиотерапии.

## ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ЖИЗНИ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА

Студент гр. 113314 Селянтьев В.А.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент Л.И. Шадурская,  
аспирантка Яржембицкая Н.В.

*Белорусский национальный технический университет*

Время жизни является одним из основных параметров, определяющих быстродействие, усиление и другие показатели полупроводниковых приборов. Их конструирование возможно при развитии надежных методов контроля времени жизни и уровня инжекции, для чего в данной работе исследовалась фотопроводимость (ФП). Блок-схема системы для измерения ФП в зависимости от интенсивности излучения приведена на рис. 1.



ИС – источник света, НС – нейтральный светофильтр,  $\Phi$  – германиевый фильтр,  
 $r$  – образец, Т – термопара, У – предварительный усилитель

Рис. 1. Блок-схема измерения стационарной фотопроводимости в зависимости от интенсивности возбуждения

Источником излучения, в зависимости от задаваемого диапазона интенсивностей света, служила либо импульсная ксеноновая лампа ИФП-2000 с энергией вспышки порядка 2000 Дж либо галогенная лампа накаливания мощностью 100 Вт. Длительность импульса излучения всегда значительно превышала время жизни неравновесных носителей заряда, и наблюдаемые амплитудные значения сигнала фотопроводимости соответствовали стационарным значениям.

Интенсивность излучения измерялась с помощью набора нейтральных светофильтров. Объемное возбуждение обеспечивалось за счет помещения на пути светового потока германиевого светофильтра, поддерживаемого при той же температуре, что и образец.



## ФОТОПРИЕМНИК ИК-ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГЕРМАНИЯ С ГЛУБОКИМИ ЦЕНТРАМИ РАДИАЦИОННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Студент гр.113314 Дронь А.И.,  
аспирантка Яржембицкая Н.В.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент Л.И. Шадурская  
*Белорусский национальный технический университет*

Фотоприемники на основе германия используются в технике детектирования ИК-излучения и позволяют, при использовании соответствующего набора примесей, перекрыть спектральный диапазон от 0,6 мкм до 16 мкм. При этом германиевые приборы по обнаружительной способности приближаются к теоретически предельной величине этого параметра. Это является достоинством германиевых фотоприемников и стимулирует поиск и совершенствование технологии их изготовления. Наибольшей чувствительностью характеризуются фоторезисторы на основе компенсированного материала, содержащего, кроме мелких доноров, глубокие акцепторы с большой асимметрией сечений захвата для электронов и дырок. Однако техника диффузионного легирования не гарантирует достаточной

воспроизводимости степени компенсации ( $K = \frac{N_a}{N_d}$ ,  $N_a$  – концентрация

акцепторной примеси,  $N_d$  – концентрация донорной примеси). Представляет интерес создание детектора на основе материала, компенсированного радиационными дефектами, вводимыми, например, при облучении  $\gamma$ -квантами. В данной работе исследовались фотоэлектрические свойства фоторезисторов на основе германия, компенсированного при облучении  $\gamma$ -квантами, рассчитанные на область спектра из полосы собственного поглощения германия. Использовалось облучение  $\gamma$ -квантами  $Co^{60}$  дозой  $\Phi = 10^{10} \div 10^{15} \text{ см}^{-2}$  собственного германия ( $\rho \sim 49 \text{ Ом}\cdot\text{см}$  при  $T = 300 \text{ К}$ ) специально нелегированного. Критерием качества образцов служила кратность фотоответа (отношение фототока к темновому току при калиброванной плотности мощности излучения). Исследовалась спектральная зависимость обнаружительной способности, измеренная на частоте 9 Гц. В максимуме чувствительности ( $\lambda = 1,4 \text{ мкм}$ ) обнаружительная способность достигала  $2 \cdot 10^9 \text{ см}\cdot\text{Гц}^{1/2}\cdot\text{Вт}^{-1}$ . Очевидно, что по величине этого параметра фоторезисторы на основе германия, облученного  $\gamma$ -квантами, могут конкурировать с примесными фоторезисторами на основе данного материала. Преимуществом исследуемых фоторезисторов является простота изготовления, хотя их применение требует дополнительных исследований надежностных характеристик.

## СИСТЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ МЕТРОПОЛИТЕНА

Курсанты 35 взвода Лупандин А.Е., Максов Ю.М.,  
И.Ю. Аушев

*Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь*

Минский метрополитен представляет собой сложный инженерно-технический комплекс и одновременно огромное специализированное производственное предприятие, главной целью которого является удовлетворение потребностей г. Минска в пассажирских перевозках. Большое скопление людей и то обстоятельство, что все объекты метрополитена расположены под землей, приводят к тому, что даже самые незначительные по масштабу загорания в условиях метро могут привести к серьезным негативным последствиям. Согласно действующим в Республике Беларусь ТНПА подземные помещения станций должны оборудоваться автоматическими системами пожарной сигнализации и пожаротушения.

Для охраны столичного метрополитена используется комплексная система охранно-пожарной безопасности (КСОПБ) разработанная ООО «Класском» при участии ОАО «Минскметропроект», и впервые смонтированная на станции «Могилевская» Минского метрополитена.

Подсистема пожарной сигнализации разработана на базе адресной системы пожарной сигнализации (АСПС) «Эстафета», и предназначена для обнаружения факторов пожара с указанием адреса пожарного извещателя, сбора, обработки, регистрации, формирования и передачи в заданном виде сигналов о пожаре и другой информации.

АСПС - система большой емкости с гибким алгоритмом управления, она позволяет осуществлять контроль пожарной обстановки и управление техническими средствами противопожарной защиты. Основа АСПС – адресные приемно-контрольные приборы (до 16-ти в одной системе), в каждый из которых может подключаться до 8 кольцевых шлейфов. Кольцевой шлейф – информационная двухпроводная линия, в разрыв которой может подключаться до 128 адресных модулей.

Сегодня все вагоны Московского метро оборудованы системой «Игла». Данная система предназначена для обнаружения, тушения и контроля за эффективностью тушения пожаров в защищаемых объемах вагонов подвижного состава метрополитена.

В данной работе рассмотрены системы противопожарной защиты метрополитена г. Минска, а так же других городов стран СНГ. Дана качественная сравнительная характеристика данных систем, указаны их достоинства и недостатки, исходя из чего сделаны выводы и выбраны перспективные направления развития данной тематики.

## ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ КАНАЛ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ БОРТОВОЙ НАУЧНОЙ АППАРАТУРЫ

Студент гр. 113314 <sup>2</sup>Селянтьев В.А.,  
инженер С.С. Гришин<sup>1</sup>

кандидат техн. наук, профессор В.П. Мельников <sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси*

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

В последние годы для организации скоростной передачи информации с приборов, установленных на борту космических аппаратов, применяется интерфейс LVDS (Low-Voltage Differential Signaling – низковольтный дифференциальный метод передачи сигнала). Он использовался нами для организации связи прибора лимбового зондирования атмосферы (ПЛЗА) с бортовым компьютером космического аппарата и блоком аппаратно-программных средств контрольно-испытательной аппаратуры. Его преимущества перед другими интерфейсами: высокая помехозащищенность в виду использования передачи сигнала в дифференциальной форме, высокая скорость передачи, низкое энергопотребление, низкий уровень создаваемого электромагнитного шума, низкая стоимость и возможность передавать информацию на расстояния до нескольких метров по кабелю.

Полное описание технических характеристик данного интерфейса содержится в стандартах ANSI/TIA/EIA-644(LVDS) Standart и IEEE 1596.3. Вид разработанного устройства информационного интерфейса (УИИ) приведен на рисунке.



УИИ предназначено для связи ПЛЗА с формирователем информационных потоков (ФИП) бортового измерительного комплекса (БИК). ПЛЗА, как и БИК, содержит основной и резервный полукomплекты на случай отказа. Каждый полукomплект содержит УИИ с основным и резервным каналами для обеспечения возможности отдельного резервирования как ПЛЗА, так и БИК.

Скорость, обеспечиваемая этим интерфейсом, в зависимости от используемого канала составляет 15,36 либо 7,68 Мбит/с.

Лабораторная отработка и отладка схемы LVDS интерфейса на дискретных элементах показали, что данный интерфейс пригоден для выполнения поставленных задач и обеспечивает необходимые параметры передачи информации.

## ОБНАРУЖЕНИЕ ПОЖАРА В ПОМЕЩЕНИЯХ БОЛЬШОЙ ПЛОЩАДИ С ВЫСОКИМИ ПОТОЛКАМИ

Студент гр.113015 Баканов А.Ю.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент А.А. Антошин  
*Белорусский национальный технический университет*

Результаты исследований по прогнозированию движения дыма и роста температуры в сооружениях с высокими потолками типа атриумов представлены в работе [1]. Требования управления дымом в атриумах изложены в зарубежных нормативных документах, например в документе Национальной ассоциации противопожарной безопасности США [2].

Выделяют следующие наиболее опасные факторы пожара, которые могут проявляться в атриумах:

- быстрое задымление внутреннего объема атриума, которое ухудшает условия для эвакуации людей и осложняет процесс тушения пожара;
- повышение среднеобъемной температуры до таких значений, которые приводят к потере огнестойкости ограждающих конструкций и распространению пожара по вертикали здания.

В Республике Беларусь расчетный метод размещения пожарных извещателей на таких объектах до настоящего времени не применялся.

В работе выполнен анализ методов обнаружения пожара с использованием дымовых линейных оптических извещателей. Предложен алгоритм расчета размещения таких извещателей с учетом явления стратификации. Исходным данным для расчета является мощность предполагаемого пожара. Определив конвективную часть тепловыделения и высоту источника пожара, рассчитывают высоту стратифицированного слоя горячего воздуха, которая задает высоту установки извещателей. Они устанавливаются ниже стратифицированного слоя с интервалом:

$$x = \frac{H_b}{4}$$

где  $x$  – минимальное расстояние между оптическими лучами, м;

$H_b$  – высота стратифицированного слоя, м.

Предложенный алгоритм расчета учитывает явление стратификации и позволяет создавать системы пожарной сигнализации, своевременно обнаруживающие пожар в сооружениях типа атриум.

### Литература

1. Klote J. K., "Method of Predicting Smoke Movement in Atria With Application to Smoke Management", NISTIR 5516, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, 1994.
2. NFPA 92B 1991. Guide for Smoke Management Systems in Malls, Atria, and Large Areas, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

## **СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЛОПАТОК ПОСЛЕДНИХ СТУПЕНЕЙ ПАРОВЫХ ТУРБИН**

Студент гр. 113454 Брилевич С.В.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент Г.И. Олефир  
*Белорусский национальный технический университет*

Экономичность, надежность и долговечность паровых турбин зависят от соблюдения правил их эксплуатации и культуры обслуживания. Даже небольшие просчеты в эксплуатации могут привести к неоправданным потерям топлива, сокращению ресурса и незапланированной остановке турбины, а иногда – и к аварии.

Рабочие и сопловые лопатки, диски, уплотнения, диафрагмы, обоймы и внутренняя поверхность корпуса турбин постоянно омываются потоком пара, имеющим высокие скорости и температуры. Рабочие лопатки и диски воспринимают значительные усилия, возникающие при вращении ротора.

В наиболее тяжелых условиях находятся лопатки последних ступеней турбин, так как работают во влажном паре и их размеры довольно велики. При эксплуатации наблюдается несколько видов их поломок: отрыв, коррозионный и эрозионный износ, механические повреждения.

Система контроля лопаток заключается в неразрушающем контроле лопаток паровых турбин без демонтажа ротора, с использованием трех методов: ультразвукового, вихретокового и цветной дефектоскопии. Все полученные данные после контроля заносятся в персональный компьютер, на основе чего делается заключение о пригодности лопаток к дальнейшей эксплуатации.

Ультразвуковой контроль проводится для анализа выходных кромок лопаток турбин. Преобразователи применяются с рассчитанными параметрами и с минимальными габаритными размерами, для возможности их использования в зазоре рядом стоящих лопаток.

Вихретоковый контроль проводится с целью обнаружения трещиноподобных дефектов на пере рабочих и направляющих лопаток турбин.

Контроль методом цветной дефектоскопии применяется для обнаружения дефектов типа поверхностных трещин, возникающих во время эксплуатации на выходных кромках рабочих лопаток последних ступеней мощных турбин вследствие эрозионного износа.

Таким образом, разработанная система обеспечивает комплексный контроль лопаток, что увеличивает достоверность результатов в несколько раз, и возможность создания электронной базы данных, на основе полученной информации из приборов.

## **СИСТЕМА ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ В МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОМ СПОРТИВНОМ КОМПЛЕКСЕ**

Студентка гр. 113014 Войнова О.В.  
кандидат физ.-мат. наук, доцент А.А. Антошин  
*Белорусский национальный технический университет*

Спортивные комплексы относятся к объектам, на которых проходят многочисленные спортивно-массовые мероприятия. К обеспечению пожарной безопасности таких объектов предъявляются повышенные требования.

В настоящее время в зданиях спортивных комплексов предусматривается оборудование помещений автоматической пожарной сигнализацией и системой оповещения людей о пожаре. Разрабатываются объемно-планировочные и конструктивные решения, обеспечивающие безопасную эвакуацию людей при пожаре до наступления воздействия критических значений опасных факторов пожара.

Современные спортивные комплексы имеют множество различных, прилегающих к спортивным залам, потенциально пожароопасных помещений и зон: подсобные помещения, инвентарные, гардеробы. Анализ информации о пожарах в зданиях спортивных комплексов показал первостепенную необходимость оборудования подсобных помещений системами пожарной сигнализации. Наличие в спортивных комплексах помещений с высокими потолками  $h > 9$  м влияет на своевременную активацию точечных дымовых и тепловых пожарных извещателей [1].

В работе рассмотрены основные принципы построения системы пожарной сигнализации в многофункциональном спортивном комплексе, состоящем из спортивного зала, зала борьбы и бокса, стрелковой галереи, инвентарных, гардеробов, подсобных помещений. Предложено для обеспечения пожарной безопасности спортивного зала использовать линейные дымовые пожарные извещатели, установленные на высоте, обеспечивающей учет явления стратификации [2]. Расстояние между оптическими лучами извещателей следует рассчитывать в зависимости от высоты лучей над уровнем пола. Для обнаружения возникновения пожара в смежных спортивной арене помещениях рекомендовано использовать точечные дымовые и тепловые пожарные извещатели.

### **Литература**

1. John H. Klote. Method of Predicting Smoke Movement in Atria With Application to Smoke Management, 1994.
2. <http://www.security-bridge.com>

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЕ МОЩНОСТЬЮ СЕНСОРНЫМ МЕТОДОМ

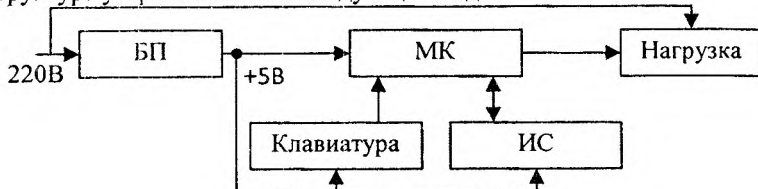
Студент гр. 113315 Савощенков О.В.,  
ст. преподаватель А.В. Исаев

*Белорусский национальный технический университет*

Тенденция современного мира такова, что присутствует необходимость создания систем, обеспечивающих меньшее энергопотребления, по сравнению с аналогами, выполняющими подобные функции. Одним из таких способов является управление выходной мощностью, что наиболее актуально в организации освещения.

Целью данной работы является создание системы, позволяющей организовывать гибкое управление выходной мощности в пределах от 0 до 100 % номинальной. При этом для увеличения эксплуатационных характеристик внешнее управление организовано сенсорным методом.

Структура устройства имеет следующий вид:



Где блок питания (БП) преобразует входное переменное напряжение 220 В постоянное стабилизированное 5 В, клавиатура позволяет организовывать внешнее управление работой системы, интерфейс связи (ИС) организует связь с вычислительной системой при необходимости настройки, проверки, а также модернизации (на программном уровне) работящего устройства. Микроконтроллер организует работу всех частей системы. В качестве нагрузки выступает лампа накаливания.

Сущность работы системы заключается в следующем. Краткое прикосновение к сенсорной пластине (менее 1 секунды) вызывает переключение режима работы на инверсное (включено–выключено). При прикосновении к управляющей пластине на большее время (в случае состоянии «включено») происходит управление выходной мощностью на ее увеличение или уменьшение с заданной программно дискретностью. При этом направление изменения определяется предыдущим изменением. Сенсорное управление организовано на основе внесения дополнительной емкости при опросе соответствующего порта МК. Особенностью схемы является то, что при минимальных изменениях в аппаратной и программной части рассматриваемому устройству можно задать дополнительные режимы работы.

**ПОРТАТИВНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ МОДУЛЬ  
ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОЙ РЕГИСТРАЦИИ И АНАЛИЗА  
ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ЧЕЛОВЕКА**

Студент гр.113314 Сарана А.С.

ст. преподаватель А.В. Исаев,

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

*Белорусский национальный технический университет*

Портативный электронный модуль для непрерывной регистрации и анализа электромиографических сигналов человека представляет собой современный инструмент для исследования электромиографических показателей человека и ориентирован на применение в области спорта и спортивной медицины. Выполненный в виде портативного программно-технического комплекса, модуль обеспечивает регистрацию и компьютерную обработку электромиограмм одновременно с 4 мышечных групп человека. Модуль впервые открывает возможность системного исследования мышечных характеристик спортсмена в ходе выполнения скоростно-силовых тестов, работы на тренажере или при выполнении движений, характерных для его вида спорта.

Модуль обеспечивает измерение амплитудных, скоростных, временных, частотных, интегральных и других показателей мышечной активности, которые служат критерием для оценки согласованности работы ведущих мышечных групп, их скоростно-силовых качеств, утомляемости, асимметрии и других характеристик мышечного аппарата спортсмена. По результатам измерений модуль формирует протоколы обследования в графической и табличной форме, а также в виде гистограмм распределения исследуемых показателей по мышечным группам («портрет спортсмена»).

Конструктивно модуль представляет собой компактную коробку, на передней крышке которой находится ЖК-дисплей с функциональными кнопками. Сбоку расположены разъемы для подключения электродов и связи с ПК.

Модуль имеет два принципиально различных принципа работы: «Буфер» в котором работает блок АЦП и блок передачи данных ПК для дальнейшей обработки и «Мобильный» в котором обработкой сигнала занимается контроллер и выводит значение основных показателей на ЖК-индикатор.

Анализ сигналов проводится по следующим разделам:

1) амплитудно-частотный анализ; 2) анализ формы; 3) анализ скоростных параметров; 4) анализ параметров синхронности.

Модуль может найти применение в физиологии труда, экспертизе трудоспособности, клинической и реабилитационной сфере.



## ПОЖАРНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ В ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Магистрант Кирюшин Д. Г.

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

*Белорусский национальный технический университет*

Обеспечение пожарной безопасности людей в жилых помещениях встречается с рядом проблем. Среди них можно назвать проблемы пробуждения людей разных возрастов, своевременного обнаружения пожара, сохранения работоспособности технических средств пожарной сигнализации на протяжении длительного времени эксплуатации [1].

Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь требуют оборудования каждого жилого помещения в доме автономным пожарным извещателем. Автономный пожарный извещатель – это извещатель, в корпусе которого конструктивно объединены источник питания и компоненты, необходимые для обнаружения пожара и оповещения о нем. В Республике Беларусь наиболее распространенным типом автономных пожарных извещателей является дымовые пожарные извещатели использующие в качестве источника питания, химические источники тока. По имеющейся статистике [1] в течение года большая часть таких извещателей приходит в негодность из-за выхода из строя источника тока.

Ряд авторов предлагают различные пути решения проблем применения пожарных извещателей в жилых помещениях. Например, для длительного сохранения работоспособности пожарного извещателя предлагается применять сеть освещения как источник питания пожарного извещателя [1].

В работе выполнен анализ технических решений, определяющих способность пожарных извещателей решать задачу по защите жизни людей в жилых помещениях. Предложена классификация технических решений применяемых в пожарных извещателях по признакам назначения: устройства обнаружения пожара и предупреждения людей о нем, решения, обеспечивающие работоспособность пожарных извещателей, и др. Например, выделен класс технических решений обеспечивающих пробуждение людей при пожаре: световые, звуковые (с разным характером звучания), голосовые (с разными голосами), вибрационные средства оповещения. Как мера первостепенной важности предложена схема электроснабжения пожарных извещателей для жилых помещений, использующая в сочетании с резервным источником питания сеть освещения в качестве источника электроснабжения.

### Литература

1. Home smoke alarms and other fire detection and alarm equipment, nt, Public/Private Fire Safety Council, 2006. – 61с.

## ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ДЕФЕКТОВ И НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУРАХ

студент гр.113456 Пастухова О.В.

кандидат физ.-мат. наук, доцент В.И. Сопряков

*Белорусский национальный технический университет*

Контроль примесей и дефектов с глубокими уровнями в полупроводниковых материалах и структурах играет важную роль, так как с их наличием связана величина времени жизни неосновных носителей заряда (ННЗ), а также процессы деградации приборов. Применение в установках для релаксационной спектроскопии глубоких центров высокочастотных измерителей емкости не позволяет реализовать перезарядку ловушек ННЗ при переключении  $p-n$ -перехода из состояния с прямым током и обратному смещению, что связано с малыми значениями времени жизни ННЗ в базовой области (1...10 нс).

В настоящей работе предложен метод измерения полного спектра параметров ловушек неосновных и основных носителей заряда при условии объемного однородного фотовозбуждения электронно-дырочных пар. Метод свободен от указанных выше ограничений и позволяет определить концентрацию и энергетическое положение центра, а также сечения захвата электронов и дырок.

В результате решения уравнения непрерывности получены аналитические выражения для концентрации электронов и дырок на глубоких центрах. Показано, что распределение концентрации ННЗ на глубоких центрах после фотовозбуждения достаточно равномерно. После выключения освещения условие обеднения в области пространственного заряда устанавливается с максвелловским временем, так что неравновесные концентрации электронов и дырок на глубоких центрах могут быть определены методом изотермической релаксации емкости.

Освещение осуществлялось лампой накаливания, что по оценкам фототока обеспечивало однородную генерацию. С помощью разработанного метода определены параметры глубоких уровней радиационных дефектов в кремнии.

В работе также предложен метод определения времени жизни ННЗ путем измерения фототока обратносмещенного  $p-n$ -перехода. Показано, что плотность фототока представляет линейную зависимость от ширины области пространственного заряда перехода, что позволяет определить время жизни ННЗ. Измерения проводились при нормальной температуре на постоянном токе при освещении лампой накаливания. Полученные результаты контроля лежат в диапазоне 5...1000 нс и хорошо коррелируют с технологией изготовления и внешними воздействиями, что может быть использовано для контроля их влияния.

## **ВЫБОР МЕТОДА ТЕСТИРОВАНИЯ ЛИНИЙ СВЯЗИ НА АРАБСКОМ ЯЗЫКЕ**

Студент гр.530802 Ананич Д.В.,  
студент гр. 530801 Орловский К.А.,  
аспирант Аль-Хатми Мохаммед Омар,  
доктор техн. наук, профессор Л.М. Лыньков  
*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

С увеличением в сетях связи доли голосовых сообщений возникли проблемы, связанные с задержками, перебоями, низкой разборчивостью отдельных фрагментов речи. Для того, чтобы исключить факторы негативного воздействия на качество связи, необходимо не только соответствующим образом спроектировать сеть, но и проводить мониторинг ее работы.

Выделяют пассивный анализ линии связи (на базе реальных полезных данных) и активный анализ (на базе эмуляции полезных данных).

Официально рекомендуемым способом оценки качества IP- и других типов речевой связи является усредненная субъективная оценка MOS (Mean Opinion Score). Согласно этому алгоритму группа людей оценивает качество звучания тестовых речевых шаблонов, передаваемых через сеть. Недостаток алгоритма: он требует значительных финансовых и временных ресурсов. Снижение погрешности позволяют автоматические методы оценки качества. Первым стал алгоритм PSQM. Такие алгоритмы, как PSQM+, PESQ и PAMS, тоже предполагают передачу по VoIP-сети специальных речевых шаблонов и их последующий сравнительный анализ на приемной стороне сети. Показано, что алгоритмы «активного тестирования» позволяют эффективно проверить качество связи внутри сети, но мониторинг любых вызовов, заканчивающихся вне нее, оказывается невозможным. Для решения этой проблемы была разработана спецификация R.563, которая определяет алгоритм «пассивного мониторинга».

В активных методах тестирования речевые шаблоны должны создаваться в соответствии с особенностями речи, употребляемой при передаче речевых сообщений в данном регионе. В данной работе показано, что арабская речь характерна не только насыщенностью согласными, но и их продолжительными сочетаниями, что определяет содержание шаблона.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ УСИЛИТЕЛЯ АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ НА ELECTRONICS WORKBENCH

студент гр.113456 Хоменко А.О.

кандидат физ.-мат. наук, доцент Н.В. Кондратюк  
*Белорусский национальный технический университет*

На этапе начального освоения методов автоматизированного проектирования широкое применение получила программа Electronics Workbench. Особенностью программы является наличие в ней контрольно-измерительных приборов, по внешнему виду, органам управления и характеристикам максимально приближенных к их промышленным аналогам, что способствует одновременно и приобретению практических навыков, работы с наиболее распространенными приборами: мультиметром, осциллографом, измерительным генератором и т.д. [1].

В настоящей работе представлены расчеты и моделирование схем усилителей аналоговых сигналов с однополярным питанием.

Входной каскад усилителя представляет собой активный полосовой фильтр на операционном усилителе (ОУ) с однополярным питанием. Особенностью этой схемы является использование напряжения смещения, которое подается с делителя напряжения на не инвертирующий вход. Формирующая АЧХ усилителя цепь содержит RC-фильтры высоких и нижних частот. Усиливаемый сигнал, подается на неинвертирующий вход. Максимальный выходной ток ОУ общего назначения обычно находится в пределах 5–20 мА. Для увеличения выходного тока используется эмиттерный повторитель. Эмиттерный повторитель содержит биполярный транзистор, который работает в режиме класса А.

Выходной каскад содержит двухтактный усилитель мощности на комплементарных транзисторах работающих в режиме класса АВ. Ее особенностью является то, что последовательно с нагрузкой включают конденсатор большой емкости, который после его зарядки до напряжения  $E$ , равного напряжению на эмиттерах транзисторов в статическом режиме, работает в течение одного из полупериодов как источник питания.

На основании результатов расчетов и моделирования предполагается изготовить лабораторный макет для изучения усилителей аналоговых сигналов и их характеристик.

### Литература

1 Карлашук, В.И. Электронная лаборатория на IBM PC / В.И. Карлашук / Моделирование элементов аналоговых систем. – 6-е изд., том 1. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. – 672 с.

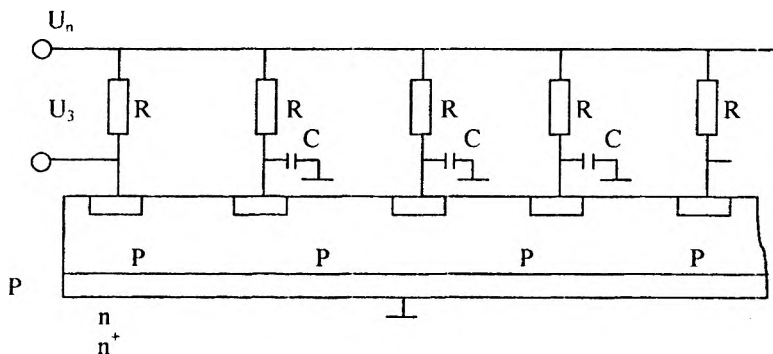
## ИССЛЕДОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ НЕЙРИСТОРНЫХ СТРУКТУР

Студентка гр. 113416 Юшенко А.А

кандидат тех. наук, доцент Шматин С.Г

*Белорусский национальный технический университет*

Линейка нейрокона представляет из себя нейристорную цепь, состоящую из ключевых активных элементов. Все элементы такой цепи одинаковы и каждый элемент связан с двумя соседними плазменной объемной связью. На рисунке представлена схема нейристорных линий:



Для нейристорных линий характерны следующие свойства:

1. Наличие порога возбуждения;
2. Форма сигнала и скорость распространения определяется свойствами самой линии, а входной сигнал лишь запускает линию;
3. Существование периода рефрактерности, т.е. времени, в течение которого участок линии не формирует сигнала. Этот период определяется временем зарядки емкости;
4. Отсутствие отражения сигнала, т.е. обратного распространения. Это свойство обусловлено наличием периода рефрактерности.

Переход через неработающие ячейки, обусловленный сильной связью, которая охватывает одновременно 3 или 4 ячейки. Указанные свойства нейристоров позволяют создать сложные схемы. При этом изготовление таких схем лишь незначительно сложнее изготовления одного нейристора. Показано, что использование нейристорной линии в нейроконе для преобразования изображения во временную последовательность электрических сигналов значительно упрощает схему преобразования по сравнению с известными методами сканирования. При этом почти все устройство преобразования (нейрокон) может быть изготовлено в едином технологическом процессе на основе полупроводниковой пленочной технологии.

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ (СВЕТОДИОДОВ) В БЛИЖНЕЙ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ (УФ) ОБЛАСТИ СПЕКТРА

Студент гр. 113017 Ермолович П. А.

кандидат техн. наук, доцент В.И. Сергеев

*Белорусский национальный технический университет*

В измерительной технике при проведении научных исследований широко используется электромагнитное излучение в диапазоне длин волн 0,28 – 0,4 мкм, относящееся к ближней УФ-области спектра.

В качестве источников излучения в этой области использовалась традиционная техника -- газоразрядные лампы, обладающие рядом недостатков, главные из которых большое энергопотребление, наличие широкого непрерывного или линейчатого спектра излучения и большие габариты.

Успешное развитие технологий получения широкозонных полупроводниковых материалов открывает большие возможности для изготовления высокоэффективных светодиодов в УФ-области.

Анализ литературных данных за последние десятилетия позволил определить наиболее изученные полупроводниковые материалы, имеющие ширину запрещенной зоны, обеспечивающую их использование при изготовлении светодиодов. В рассматриваемом оптическом диапазоне могут работать приборы на основе соединений типа  $A^{III}B^V$  и  $A^{II}B^{VI}$ . Предпочтение же отдается материалам, освоенным промышленностью с более высокой подвижностью носителей, т.е. соединениям  $A^{III}B^V$  и их твердым растворам.

Уменьшение материальных затрат на прибор при использовании дорогостоящих полупроводников  $A^{III}B^V$  и  $A^{II}B^{VI}$  достигается использованием тонких эпитаксиальных пленок, осажденных на дешевых подложках из кремния, ситала и сапфира. При формировании таких структур возникает ряд трудностей, связанных с механическими напряжениями, возникающими из-за различия коэффициентов температурного расширения и постоянных кристаллических решеток.

На основании анализа по параметрам решеток наиболее близки к кремнию полупроводниковые соединения GaP, AlP, ZnS, SiC и их твердые растворы. Установлено, что 100 %-ным совпадением по параметрам решеток с кремнием обладают составы систем CaP-ZnS и GaP-ZnSe, ширина запрещенной зоны которых варьирует в диапазоне 2,25 – 3,8 эВ. Это позволяет говорить о перспективах использования таких структур при разработке технологий получения дешевых полупроводниковых приборов, работающих в голубой, фиолетовой и УФ областях спектра.

## **ИНТЕРАКТИВНАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ СЕТЕВЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ – CCNA DISCOVERY.**

Студент гр. 113025 Шило А.В. – инструктор сетевой академии Cisco,  
кандидат техн. наук, доцент В.А. Артамонов  
*Белорусский национальный технический университет*

Программа Сетевой Академии Cisco, открытой на ПСФ БНТУ в 2008 году, предоставляет слушателям комплексную среду обучения, которая позволяет им получать навыки использования интернет технологий, играющие важнейшую роль в условиях глобализации экономики. Программа Сетевой Академии обеспечивает доступ к информационным интернет ресурсам и включает в себя средства онлайн-тестирования и проверки успеваемости, практические лабораторные занятия, консультации и поддержку преподавателей, а также подготавливает слушателей к получению сертификатов международного образца.

Учебная программа Сетевой Академии позволяет студентам образовательных учреждений и нуждающимся в этом сотрудникам освоить востребованные на рынке навыки проектирования, развертывания и обслуживания сетей.

Сочетание онлайн-курсов, семинаров под руководством преподавателя и практических лабораторных занятий позволяет слушателям научиться применять полученные ими теоретические знания на практике, при работе с реальными сетями.

280 часовой учебный курс CCNA представляет собой первый шаг на пути к получению других сертификатов Cisco. Особое внимание уделяется использованию методов принятия решений и разрешения проблем из сфер естественных и математических наук, коммуникаций и социальных наук к разрешению сетевых проблем. Слушатели получают навыки установки и конфигурирования коммутаторов и маршрутизаторов Cisco в многопротокольных сетях, объединяющих локальные и территориально распределенные сети (LAN и WAN), поиска и устранения неполадок на начальном этапе, повышения производительности и защищенности сети. Кроме того, слушатели научатся обслуживать, поддерживать и использовать сетевое ПО и оборудование.

Преподаваемый учебный курс CCNA включает следующие разделы:

1. CCNA1 – основы сетевых технологий;
2. CCNA2 – основы маршрутизаторов и маршрутизации;
3. CCNA3 – основы коммутации и курс маршрутизации среднего уровня;
4. CCNA4 – технологии глобальных сетей.

**УСТРОЙСТВО РЕГИСТРАЦИИ ФОРМЫ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА**

Ушаков Д.В.,

кандидат техн. наук, профессор В.К. Барсуков

*Ижевский государственный технический университет*

В настоящее время форма напряжения сети (ФНС) имеет несинусоидальную форму. ФНС искажена в связи с увеличением количества электропотребителей, потребляющих электроэнергию в течение короткого интервала времени полуволны питающего напряжения. К электропотребителям, искажающим ФНС, относятся персональные компьютеры, принтеры, зарядные устройства и т.д.

В связи с этим необходимо производить измерения ФНС и формы тока (ФТ) при работе электропотребителей, искажающих ФНС.

Для регистрации ФНС и ФТ создано устройство и виртуальный прибор на базе среды программирования LabVIEW. Схема устройства представлена на рис. 1, а лицевая панель виртуального прибора на рис. 2.

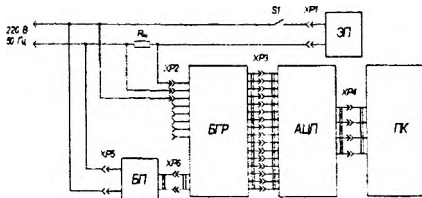


Рис.1. Схема устройства.

ЭП – электропотребитель, искажающий ФНС; БП – блок питания; БГР – блок гальванической развязки; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; ПК – компьютер

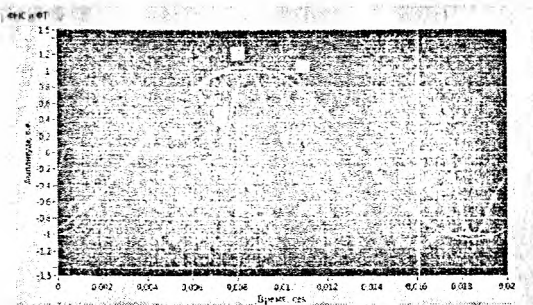


Рис. 2. Лицевая панель виртуального прибора.

- 1 – форма тока;
- 2 – форма напряжения
- 3 – синусоида

Искажение ФНС связано с активным и индуктивным сопротивлением системы электроснабжения. Активное сопротивление приводит к провалу в ФНС по отношению к синусоиде. Превышение ФНС относительно синусоиды вызвано передачей запасенной энергии на индуктивности системы электроснабжения в сеть.



## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ INTERNET-ПРИЛОЖЕНИЙ

Магистрант Красинский Д.Н.,  
кандидат техн. наук, доцент В.А. Артамонов  
*Белорусский национальный технический университет*

Под информационной безопасностью следует понимать защищенность информации и поддерживающей инфраструктуры от случайных или преднамеренных воздействий естественного или искусственного характера, которые могут нанести неприемлимый ущерб субъектам информационных отношений, в том числе владельцам и пользователям информации и поддерживающей инфраструктуры.

Цель мероприятий в области информационной безопасности – защитить интересы субъектов информационных отношений. Интересы эти многообразны, но все они концентрируются вокруг трех основных аспектов:

- 1) доступность;
- 2) целостность;
- 3) конфиденциальность.

Первый шаг при построении информационной безопасности структуры – ранжирование и детализация этих аспектов.

Важность проблематики информационной безопасности объясняется двумя основными причинами:

- 1) Ценностью накопленных информационных ресурсов;
- 2) Критической зависимостью от информационных технологий.

Успех в области информационной безопасности может принести только комплексный подход. Описание общей структуры и отдельных уровней такого подхода и является задачей данной работы. Для ее решения рассматриваются меры законодательного, административного, процедурного и программно-технического уровней. Приводятся сведения о белорусском и зарубежном законодательстве в области информационной безопасности, о проблемах, существующих в настоящее время в белорусском законодательстве. На административном уровне рассматриваются политика и программа безопасности, их типовая структура, меры по разработке и сопровождению. На процедурном уровне описываются меры безопасности, имеющие дело с людьми. Формулируются основные принципы, помогающие успеху таких мер. Программно-технический уровень, в соответствии с объектным подходом, трактуется как совокупность сервисов. Дается описание каждого сервиса.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОРПОРАТИВНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ ПО МЕТОДОЛОГИИ КОМПАНИИ CISCO

Магистрант Красинский Д.Н.,  
кандидат техн. наук, доцент В.А. Артамонов  
*Белорусский национальный технический университет*

Хорошие сети – результат сложной работы разработчиков и техников сетей, которые определяют требования к сети и выбирают лучшие решения для удовлетворения потребностей бизнеса.

При разработке следует принимать во внимание четыре фундаментальных технических требования: масштабируемость, доступность, безопасность и управляемость.

Корпоративные архитектуры CISCO можно использовать для дальнейшего разделения трехуровневой иерархической архитектуры на модульные области. Эти модули соответствуют областям с разными физическими или логическими подключениями.

Проекты по разработке крупных сетей обычно включают три отдельных шага:

- 1) Определение требований к сети;
- 2) Описание существующей сети;
- 3) Проектирование топологии сети и решений.

Все компьютеры, объединенные в сеть, работают в одном режиме – в стандарте Open Systems Interconnection (OSI).

Эталонная модель OSI делит проблему перемещения информации между компьютерами через среду сети на семь менее крупных.

В эталонной модели OSI семь нумерованных уровней указывают на наличие различных сетевых функций. Деление на семь уровней дает следующие преимущества:

- 1) Делит взаимосвязанные аспекты сети на менее сложные элементы;
- 2) Определяет стандартные интерфейсы для автоматического интегрирования в систему новых устройств и обеспечения совместимости сетевых продуктов разных поставщиков;
- 3) Дает возможность инженерам закладывать в различные модульные функции межсетевое взаимодействие симметрию, что позволяет легко наладить их взаимодействие;
- 4) Изменения в одной области не требуют изменений в других областях, что позволяет отдельным областям развиваться быстрее;
- 5) Делит сложную межсетевую структуру на дискретные, более простые для изучения подмножества операций.

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ НА ОСНОВЕ СИГНАЛЬНОЙ ВЕРОЯТНОСТИ

Студент гр. 651005 Литвиненко Д.Н.,  
доктор техн. наук, доцент И.А. Мурашко  
*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

Широкое распространение цифровых устройств остро ставит проблему минимизации энергопотребления (потребляемой мощности).

В работе решается задача оценки энергопотребления логических схем на ранних этапах проектирования. Логическая схема представляет собой бинарное дерево. Узлы данного дерева есть сигнальные вероятности, количество листьев интерпретирует количество входов, каждая вероятность узла родителя вычисляется как произведение сигнальных вероятностей его двух сыновей.

Большое внимание решению данной проблемы уделено в работах [1-3]. В [1] предложено для оценки энергопотребления использовать сигнальную вероятность, а в качестве методики синтеза многоходовых логических схем был предложен эвристический алгоритм, основанный на алгоритме Хаффмана (модифицированный алгоритм Хаффмана). В [2] было показано, что модифицированный алгоритм Хаффмана может быть применен не к любой структуре бинарного дерева. В [3] предложено для повышения точности оценки энергопотребления использовать не только сигнальные вероятности узлов, но и значения переключательные активности этих узлов.

В данной работе предложена методика оценки энергопотребления логических схем, основанная на использовании сигнальной вероятности и быстрого алгоритма обхода деревьев. Временная сложность методики пропорциональна числу входов логического элемента. Использование не только сигнальной вероятности, но и переключательной активности позволяет получать граничные оценки энергопотребления.

### Литература

1. Tiwary, V. Technology mapping for low power / V. Tiwary, P. Ashar, S. Malik // In Design Automation Conference, June 1993. – P. 74-79.
2. Zhou, H. Signal integrity and low power issues in deep sub-micron VLSI design / H. Zhou // PhD Dissertation, University of Texas of Austin.
3. Мурашко, И.А. Методы минимизации энергопотребления при самотестировании цифровых устройств / И.А. Мурашко, В.Н. Ярмолик. – Минск: Бестпринт, 2004. – 188 с.

## ПОСТРОЕНИЕ VPN НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ MPLS

Студент гр. 113024 Сюлин С. А.

кандидат техн. наук, доцент В.А. Артамонов

*Белорусский национальный технический университет*

Виртуальные частные сети на основе MPLS (MPLS VPN) привлекают сегодня всеобщее внимание. Количество ведущих провайдеров услуг, предлагающих своим клиентам воспользоваться новым видом сервиса для экономичного построения сетей Intranet и Extranet, постоянно растет, делая MPLS VPN доступными для пользователей все большего числа стран и регионов. От других способов построения виртуальных частных сетей, подобно VPN на базе ATM/FR или IPSec, MPLS VPN выгодно отличается высокой масштабируемостью, возможностью автоматического конфигурирования и естественная интеграция с другими сервисами IP.

Приведены основные отличия от IP VPN на основе криптографических сервисов шифрования и аутентификации данных и туннелирования (IPSec, L2TP).

В работе рассмотрены технологии MPLS VPN уровня 2 и 3. Уровень 2 представлен технологией передачи точка-точка АТом (Any Transport over MPLS) и мультиточечными технологиями VPLS и N-VPLS. Всё это вместе взятое позволяет организовать на одной и той же магистрали два вида сервиса – второго и третьего уровня

Произведена оценка создаваемого уровня безопасности передаваемых данных пользователя и провайдера.

Сделаны выводы и предложения по использованию MPLS VPN, а именно:

- унификация магистральной сети и, как следствие, снижение стоимости сети и затрат на эксплуатацию;
- независимость сетей оператора и сетей клиентов, что приводит к повышению надёжности сервиса;
- так как MPLS применяет и фреймы, и ячейки, его можно использовать как в режиме IP поверх ATM, так и в режиме IP поверх MPLS;
- переход на использование АТом прозрачен для клиента, с его точки зрения сервис идентичен сервису традиционных сетей второго уровня;
- АТом допустимо использовать совместно с QoS и «Инжинирингом трафика», что позволяет создавать новые виды сервиса, например виртуальные выделенные линии.

## СИСТЕМА РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА В КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ

студент гр. 113024 Дубовик Д.Г.,  
кандидат техн. наук, доцент В.А. Артамонов  
*Белорусский национальный технический университет*

Актуальность проблемы защиты информации на любом предприятии усиливается с увеличением возможностей и выполняемых функций продуктов и систем информационных технологий.

Правильно рассматривать понятие защиты информации применительно к объектам информатизации (ОИ) – носителям сведений, функционирование которых связано с обработкой, порождением, передачей и хранением электронных документов, как комплекс мероприятий, направленных на обеспечение информационной безопасности. При этом, под информационной безопасностью понимается защищённость информации и поддерживающей инфраструктуры от случайных или преднамеренных воздействий, которые могут нанести *неприемлемый* ущерб субъектам информационных отношений.

Для того чтобы защита была комплексной, необходимо:

- защитить компьютеры и всю корпоративную инфраструктуру от несанкционированного доступа (НСД) к информационным активам;
- разграничить доступ к данным, хранящимся в компьютерах;
- передавать данные только в защищённом виде;
- обеспечить неизменность технологии обработки данных.

Очевидно, что справиться с этими задачами только встроенными в ОС механизмами защиты зачастую невозможно.

Что же касается добавочных средств защиты информации (СЗИ) от НСД, то главной проблемой является выбор между программными и аппаратными средствами защиты. Однако в любом случае речь идёт о внесении добавочными средствами СЗИ НСД некоторых новых дополнительных механизмов защиты.

На основе специально разработанного профиля защиты для системы разграничения доступа в корпоративной сети предприятия показаны её возможные варианты реализации (с описанием сильных и слабых сторон). Перечислены необходимые функции (а также механизмы для их достижения), которые система ЗИ должна выполнять для достижения гарантированного уровня информационной безопасности.

## **ЦИФРОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ СИЛЫ ТОКА ДЛЯ УСТАНОВКИ ВАКУУМНОГО НАПЫЛЕНИЯ**

Студентка гр.113455 Кишкель В.М.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент П.Г. Кривицкий  
*Белорусский национальный технический университет*

При вакуумном напылении металлизированных покрытий возникает задача контроля количества распыленного материала, которое может быть определено косвенным образом по величине пропущенного через него электрического заряда. Этот заряд измеряется путем интегрирования мгновенных значений силы электрического тока за время работы установки.

Для разработки цифрового измерителя тока для установки вакуумного напыления были выбраны датчик тока на эффекте Холла, интерфейс SPI, 4-символьный 7-сегментный светодиодный индикатор с общим анодом.

Линейные датчики Холла могут быть использованы в составе измерителей силы тока в пределах от 250 мА до тысяч ампер. Важнейшим достоинством таких датчиков является полное отсутствие электрической связи с измеряемой цепью. Линейные датчики позволяют измерять постоянные и переменные токи, в том числе токи довольно высокой частоты. Если линейный датчик Холла расположен вблизи проводника с током, то выходное напряжение датчика пропорционально индукции магнитного поля, окружающего проводник. Величина индукции, в свою очередь, пропорциональна току. Линейные датчики Холла могут быть использованы во многих видах позиционных приводов. Компания Allegro Microsystems выпускает датчики тока ACS706ELC-05C на эффекте Холла. Компонент выполнен в компактном корпусе SOIC-8 и имеет диапазон измерения до 5 А.

Интерфейс SPI – синхронный последовательный интерфейс – предназначен для организации обмена между двумя устройствами, причем одно из них является инициатором обмена (master), второе – пассивное (slave). Интерфейс SPI позволяет организовать последовательную синхронную высокоскоростную передачу данных между микроконтроллером и периферийными устройствами или между несколькими микроконтроллерами. 4-символьный 7-сегментный светодиодный индикатор с общим анодом представляет собой совокупность светодиодов, включённых по схеме с общим анодом.

Выбранные электронные компоненты были взяты из библиотеки элементов программного пакета PSoC Designer, в котором было выполнено проектирование данного измерителя тока на основе микросхемы микросхемы CY8C29466.

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫМИ РАБОТАМИ

Студент гр. 113025 Лоскот Ю.А.,  
кандидат техн. наук, доцент В.А. Артамонов  
*Белорусский национальный технический университет*

Система управления лабораторными работами позволяет автоматизировать занятия в лаборатории, где предполагается для выполнения работ использовать компьютер.

Система представляет собой сайт, предоставляющий доступ к информации о лабораторной работе и позволяющий пользователю загружать собственные файлы.

Права пользователей зависят от их роли на сайте. Система различает три роли: неавторизированный пользователь, студент и администратор. У неавторизированного пользователя есть возможность войти на сайт под своей учетной записью и зарегистрироваться. Пользователь «студент» имеет следующие права на доступ к лабораторной работе: просмотр описания работы (возможно, методическое пособие), прикрепление к лабораторной работе файлов, скачивание файлов, прикрепленных к лабораторной работе администратором или этим пользователем, просмотр своего статуса по лабораторной работе (не зачтена, зачтена). Администратор комплекса обладает всеми правами студента, а также может изменять описание любой из лабораторных работ, скачивать, прикреплять и удалять любые файлы, добавлять и удалять пользователей и лабораторные работы, изменять статус пользователя по любой из лабораторных работ.

Работа студента с системой происходит следующим образом. Перед началом занятий по предмету пользователь регистрируется (самостоятельно или администратором). Перед началом каждого сеанса работы пользователь входит на сайт под своим логином. Таким образом, он получает доступ к лабораторным и методическим пособиям к ним, а также ранее загруженным файлам. Перед окончанием сеанса пользователь может загрузить результаты выполнения работы на сервер. Таким образом, решается проблема хранения пользовательских файлов на общедоступных компьютерах. При использовании системы файлы не могут быть удалены или изменены никем, кроме администратора.

Комплекс реализован с использованием технологии ASP.NET и поддерживает следующие базы данных: MS Access, MySQL, MS SQL, Oracle. Тип базы данных и параметры подключения и авторизации настраиваются в XML файле Web.config. Сайт может быть размещён на операционных системах семейства Windows начиная с Windows NT под управлением сервера Internet Information Services (IIS). Системой поддерживаются все современные браузеры.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПАМЯТИ ПРОГРАММ И СТЕКА PIC-КОНТРОЛЛЕРОВ

Студенты гр. 113716: Колобова В.С., Коландо Е.Л.  
*Белорусский национальный технический университет*

Известно, что микроконтроллеры семейств PIC (Peripheral Interface Controller) объединяют все передовые технологии микроконтроллеров: электрически программируемые пользователем ППЗУ, минимальное энергопотребление, высокую производительность, хорошо развитую RISC-архитектуру, функциональную законченность и минимальные размеры.

Основные преимущества PIC-контроллеров – это высокая скорость выполнения команд, которая достигается за счет использования двухшинной гарвардской архитектуры вместо традиционной одношинной фонеймановской. Гарвардская архитектура основывается на наборе регистров с разделенными шинами и адресными пространствами для команд и данных. Все ресурсы микроконтроллера, такие как порты ввода/вывода, ячейки памяти и таймер, представляют собой физически реализованные аппаратные регистры.

Организация памяти программ и стека PIC-контроллеров рассматривается на основе счетчика команд в МК PIC 16F8X имеет ширину 13 бит и способен адресовать  $8K \times 14$  бит объема программной памяти.

Приводится структура организации памяти данных, памяти программ и их стека, а также описываются методы прямой и косвенной адресации. В результате исследования показана эффективность использования PIC-контроллеров в электронных системах.

### Литература

1. Куприянов, М.С. Цифровая обработка сигналов: процессоры, алгоритмы, средства проектирования / М.С. Куприянов, Б.Д. Матюшкин – СПб.: Политехника, 2000.
2. Ремизевич, Т.В. Микроконтроллеры для встраиваемых приложений / Т.В. Ремизевич. – М.: Додека, 2000.



## ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ И РЕМОНТОСПОСОБНОСТЬ ЭЛЕКТРОДНОГО УЗЛА ДАТЧИКА РАСХОДА ТЕПЛА

Студент гр. 583121 Протьюко А.И.,  
доцент Ю.А. Родионов

*Институт информационных технологий при БГУИР*

Процедура учета тепловой энергии и теплоносителей необходима для обеспечения цивилизованной формы расчетов за потребляемую тепловую энергию между потребителем и поставщиком. Мероприятия по учету и регистрации потребления тепловой энергии организуются с целью: осуществления финансовых расчетов между энергоснабжающими организациями и потребителями тепловой энергии; контроля за тепловыми и гидравлическими режимами работы систем тепловых схем, контроля над рациональным использованием тепловой энергии; документирования параметров тепловых схем.

Мы отмечаем следующие недостатки существующих приборов и схем монтажа: многозатратное изготовление промышленных образцов; отсутствие унификации и плохая ремонтоспособность.

Мы предлагаем существенно устранить эти недостатки следующими мероприятиями: модернизация электродного узла путем замены операции ручной намотки электромагнитной ленты на вставку предварительно изготовленным мелкосерийным производством магнитопровода. Эта модернизация одновременно позволит существенно сократить трудозатраты на изготовление, ремонт изделия и повысит срок эксплуатации в полтора раза.

Апробация предложенного метода в течение 4-х месяцев в коммунальном хозяйстве г. Минска показала снижение затрат на ремонт в среднем на 20–25 %, что показывает высокую экономическую эффективность мероприятия достаточно простыми и доступными инженерными решениями.

### Литература

1. Официальный сайт компании ЗАО «Теплоэффект» [Электронный ресурс]. – 2005. – Режим доступа: [www.teploeffekt.ru](http://www.teploeffekt.ru).
2. Каргопольцев, В.А. и др. О применении электромагнитных расходомеров для учета расхода теплоносителя / В.А. Каргопольцев, А.А. Порошин [и др.]. – СПб.: МЦЭНТ, 1996.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА УСТРОЙСТВА  
СИГНАТУРНОГО АНАЛИЗА**

Студенты гр. 113416 Амбражевич Е.С., Мусатова А.Г.,  
кандидат техн. наук, доцент С.Г. Шматин  
*Белорусский национальный технический университет*

Сигнатурный анализ основывается на следующем принципе сжатия данных: двоичная последовательность  $x$  в виде информационного полинома  $G(x)$  поступает с выхода проверяемой схемы на сдвиговой регистр и делится в виде полинома  $x^k G(x)$  (где  $k$  – количество разрядов сдвигового регистра) на порождающий полином  $P(x)$  степени  $k$ . Деление не порождающий полином  $P(x)$  реализуется с помощью сдвигового регистра с обратными связями. Результатом деления является остаток  $R(x)$ , получающийся в сдвиговом регистре после приема входной последовательности. [1,2]. Математически процесс описывается формулой:  $x^k G(x) = Q(x)P(x) \oplus R(x)$ , где  $Q(x)$  – частное;  $R(x)$  – остаток;  $P(x)$  – порождающий полином степени  $k$ , а  $G(x)$  – информационный полином, соответствующий входной двоичной последовательности  $x$ . При прохождении последовательности  $x$  через сдвиговой регистр  $R(x)$  изменяется до тех пор, пока не закончится вся последовательность  $x$ . Конечное выражение  $R(x)$  является сигнатурой. В работе представлены структуры функционирования сигнатурного устройства и на ее основе разработан алгоритм функционирования. Для проектируемого устройства алгоритм работы заключается в подаче на вход устройства входной последовательности, считывании выходной последовательности с его выхода и ее сложении по модулю 2 с контрольной последовательностью. В случае если результат сложения не равен логическому «0» (выходная и контрольная последовательности не равны друг другу), для ускорения выдачи результатов процесс тестирования прерывается с возвратом ошибки. Если же в результате сложения всех входных и контрольных последовательностей по модулю 2 получили логический «0» – микросхема исправна.

**Литература**

1. Шматин, А.С. Автоматизация контрольно-измерительных операций на основе локальных вычислительных сетей / А.С. Шматин. – сб. научных докладов «Моделирование интегральных процессов проектирования и производства (САД/САМ)». – Мн., 1999. – с.113–119.
2. Шматин, А.С. Методика сигнатурного анализа контроля функционирования информационных систем / А.С. Шматин, С.Г. Шматин // МНТК Приборостроение–2008, Мн., БНТУ, 2008. – с. 306–308.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ МАТРИЧНЫХ МИКРОПРОЦЕССОРОВ

Студенты гр. 113416 Сидоревич М.В., Прохоров А.И., Какошко Е.Ю.,  
кандидат техн. наук, доцент С.Г. Шматин  
*Белорусский национальный технический университет*

Известно, что матричные микропроцессоры наилучшим образом ориентированы на реализацию алгоритмов обработки упорядоченных массивов входных данных. Матричные микропроцессоры используются в качестве вспомогательных микропроцессоров, подключённых к главной универсальной ЭВМ. В работе исследованы варианты построения матричных микропроцессоров от одноплатных блоков, которые вставляются в существующие ЭВМ, до устройств, конструктивно оформленных в виде нескольких стоек, которые по существу представляют собой конвейерные суперЭВМ. Показано, что для реализации обработки сигналов ММПЦ могут быть организованы в виде систолических или волновых матриц. Систолическая матрица состоит из отдельных процессорных узлов, каждый из которых соединён с соседними посредством упорядоченной решётки. Большая часть процессорных элементов располагает одинаковыми наборами базовых операций, и задача обработки сигнала распределяется в матричном микропроцессоре по конвейерному принципу. Микропроцессоры работают синхронно, используя общий задающий генератор тактовых сигналов, поступающий на все элементы. В волновой матрице происходит распределение функций между процессорными элементами, как и в систолической матрице, но в данном случае не имеет места общая синхронизация от задающего генератора. Управление каждым микропроцессором организуется локально в соответствии с поступлением необходимых входных данных от соответствующих соседних микропроцессоров. Результирующая обрабатываемая волна распространяется по матрице по мере того, как обрабатываются входные данные, и затем результаты этой обработки передаются микропроцессорам в матрице.

В заключении необходимо отметить, что эффективность вычислительных устройств с использованием матричных микропроцессоров более высокая по сравнению с обычными.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОРА ФУНКЦИОНИРУЮЩЕГО В СИСТЕМЕ ОСТАТОЧНЫХ КЛАССОВ

Студент гр. 113116 Сербин И.Н.,  
студент гр. 113115 Вакульчик П.В.,  
кандидат тех. наук, доцент Шматин С.Г.

*Белорусский национальный технический университет*

Известно что процессор является основным устройством Электронных Вычислительных Машин, параметры которого в значительной мере определены именно процессором.

Процессоры могут работать в различных режимах, в зависимости от используемых алгоритмов.

В работе исследовались процессоры как приближенного типа, так и процессоры использующие систему остаточных классов.

Суть функционирования процессора системы остаточных классов заключается в том, что используются «остаточные» многочлены, полученные от деления основного многочлена порождающий многочлен.

Проведен сравнительный анализ табличного типа и системы остаточных классов.

Выполнены расчеты основных характеристик, показаны преимущества и недостатки процессоров и исследованы методы их организации.

Доказано, что эффективность и производительность процессора системы остаточных классов выше, чем процессора табличного типа.

### **Литература:**

1. Преснухин, Л.Н., Нестеров П.В. Цифровые вычислительные машины. – 1974.
2. Каган Б.М., Каневский М.М. Цифровые вычислительные машины и системы. – 2изд., 1973.
3. Королев Л.Н. Структуры ЭВМ и их математическое обеспечение. – 1974.

## РАЗРАБОТКА АВТОНОМНОЙ ПОЖАРНОЙ СИСТЕМЫ ДЕТСКОЙ КОМНАТЫ ЖИЛОГО ПОМЕЩЕНИЯ

Студентка гр. 113014 Кулешова Т.Н.,  
ст. преподаватель А.Г. Василевский

*Белорусский национальный технический университет*

Обеспечение надежной пожарной безопасности и сокращение детской смертности при пожарах требует усовершенствования автономных пожарных систем (АПС). Одним из путей усовершенствования АПС является разработка новых способов оповещения о пожаре. В детских комнатах жилых помещений представляется целесообразным использовать пожарные системы с речевым и световым оповещением. Так как в Республике Беларусь подобные системы отсутствуют, целью данной работы является разработка АПС с речевым и световым оповещением для детских комнат жилого помещения. По результатам научного поиска нескольких исследовательских лабораторий учеными США было установлено, что наиболее эффективное пробуждение ребенка обеспечивают речевые сигналы схожие по тембру с голосом матери и световые сигналы с определенными параметрами.

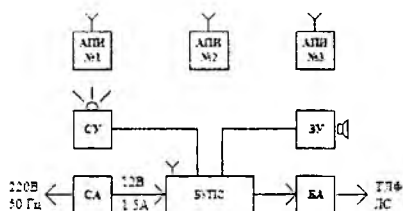


Рис. 1. Структурная схема АПС: АПИ – автономный пожарный извещатель, СА – сетевой адаптер, БА – блок автодозвона, БУПС – блок управления пожарной сигнализацией.

Схема предлагаемой АПС представлена на рис. 1. Для световой индикации предполагается использовать разработку на основе светодиода EDSX – 1LA1 фирмы Edison совместно с микросхемой ZXSC300, которая обеспечивает энергосберегающий режим. Технические характеристики светодиода: световой поток 35 Лм, прямой ток номинальный 350 мА, прямое напряжение номинальное 3,7 В. Световой поток от светового устройства (СУ) представляет собой прерывистый пакет сигналов сформированных следующим образом: периодические циклы из трех импульсов длительностью по 0,5 с с промежутками между ними 0,5 с и паузой между циклами 1,5 с. Для звукового оповещения используется стандартный звуковой оповещатель (ЗУ) типа «Танго ОП – 1» формирующий речевой сигнал матери (фраза длительностью не более 20 с), пробуждающий ребенка и направляющий его к выходу.

Внедрение разрабатываемой системы позволит существенно снизить детскую смертность при пожарах.

## СОЗДАНИЕ КОМПОНЕНТОВ С КРУГОВЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ВЫВОДОВ

Студент гр.512601 Пустоход Е.А., Дубко А.А.,  
доцент В.С. Колбун, ст. преподаватель Н.А. Смирнова  
*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

Существует множество компонентов, у которых выводы расположены по кругу. Например, малогабаритные импульсные трансформаторы ТИ и ТИМ, реле РЭС 9 и т.п. Создание посадочных мест для таких компонентов в САПР P-CAD вызывает определенные трудности. С помощью мастера создания компонентов возможно расположение выводов только рядами или прямоугольным массивом. Кроме того, расположение выводов возможно только по сетке.

Координаты каждой контактной площадки можно точно определить построениями в программе AutoCAD [1]. Затем в редакторе корпусов Pattern Editor можно просто ввести полученные координаты в командной строке при размещении контактных площадок или в окне свойств площадок для корректировки их местоположения.

Однако данную задачу можно решить и средствами САПР P-CAD.

Для начала необходимо установить значение Rotation Increment – угол поворота элемента при нажатии комбинации клавиш <Shift>+<R> [2]. Его значение рассчитывают исходя из количества выводов. Затем, выделив контактную площадку, необходимо установить временную точку выделения Selection Point на расстоянии, равном радиусу расположения выводов компонента. Теперь, используя указанную выше комбинацию клавиш, можно повернуть контактную площадку на требуемый угол. Данную процедуру нужно повторить для получения требуемого числа выводов.

Как наиболее приемлемый способ можно предложить использование утилиты Polarpat. Она предназначена для размещения компонентов по окружности. Для этого лучше создать специальный компонент, содержащий одну контактную площадку. После применения Polarpat в редакторе P-CAD PCB расположенные по кругу компоненты с помощью функции Explode «разбиваются» на составные части. Затем удаляются ненужные элементы и атрибуты. Полученное расположение контактных площадок по кругу можно сохранить в библиотеку как посадочное место, используя команду меню Library/Pattern Save As.

### Литература

1. Уваров А.С. PCAD 2002 и SPECCTRA. Разработка печатных плат. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 544с.
2. Лопаткин А.В. P-CAD 2004 – СПб.: БВХ-Петербург, 2006. – 560 с.

## ТРЕНАЖЕР ДЛЯ РАЗВИТИЯ МЫШЦ НОГ

Студент гр. 113814 Речицкий К.А.,  
кандидат пед. наук, доцент С.Г. Ковель  
*Белорусский национальный технический университет*

Применение тренажеров и других технических средств в тренировочном процессе позволяет получать более объективные и достоверные данные о количественных и качественных характеристиках движений, об уровне развития физических качеств и технической подготовленности спортсмена.

Разработанный тренажер (рис. 1) предназначен для тренировки мышц передней поверхности бедра, а также внутренней поверхности бедра и ягодиц. Вместо системы грузов в тренажере используется электродвигатель, который уменьшает габариты и вес тренажера.

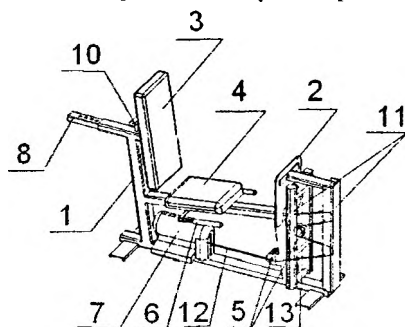


Рис. 1. Тренажер для развития мышц ног

Конструкция тренажера для развития мышц ног представляет собой: сварную раму 1, на которой установлена площадка для упора ног 2, спинка 3, сиденье 4, система блоков 5, ручки 6, электродвигатель 7, направляющая 8, стойки 9, фиксатор 10, кронштейн 11, трос 12, валик 13. Подвижным элементом является площадка для упора для ног 2, которая скреплена с кронштейном 11. Направляющая площадки для упора для ног лежит на подвижном валике 13. При возникающем усилии, действующем на площадку, она совершает возвратно-поступательные движения. На кронштейн 11 установлены блоки 5, на которых прикреплен трос 12. Трос соединен с электродвигателем, при помощи которого задается нагрузка. Фиксатор 10 фиксирует выбранное положение сиденья.

Таким образом, использование специального тренажерного устройства для развития силы мышц ног позволяет начинающими, увеличивает силу мышц бедер, а также подходит и тем занимающимся, которым противопоказаны выпады со штангой.

## АЛГОРИТМ РЕАЛИЗАЦИИ УПРАВЛЯЮЩЕГО КОНТРОЛЛЕРА ОТОПИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Студент гр. 107317 Трич П.А.,  
ст. преподаватель С.О. Новиков

*Белорусский национальный технический университет*

В данной программе реализован алгоритм управления работой отопительной системы, состоящей из четырех батарей. Каждая батарея снабжена датчиком температуры и краном, с помощью которого можно осуществлять регулировку потока проходящей воды, при необходимости. В программе предусмотрена панель управления для задания определенной температуры в комнате.

В процессе работы программы выполняются следующие этапы:

1. Происходит нагрев воды в котле;
2. В процессе заполнения горячей водой батарей – температура батареи постепенно увеличивается;
3. После того, как батарея нагреется до заданной температуры – кран подачи воды закрывается для остановки подачи воды.
4. Далее вода начинает постепенно охлаждаться.
5. По достижении определенной, минимально допустимой по условиям окружающей среды температуры, кран открывается и вода начинает снова циркулировать через батарею, нагревая ее.
6. После нагрева батареи, кран закрывается, и вода опять постепенно остывает.

Любая из четырех батарей может работать в двух режимах:

1. Температура в батарее не регулируется, со временем остывает и после подогревается ограниченное время.
2. Температуру в батарее можно регулировать, используя кнопки панели управления, для удержания ее в постоянном состоянии. При нажатии на такую кнопку температура в батарее будет удерживаться в неизменном состоянии, поддерживая заданный режим.

Существует так же возможность отмены удержания постоянной температуры. При ее использовании батарея переходит в первый режим работы.

Описанный алгоритм реализован в среде программирования CoDeSys.



## **СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ТОНКОРАСПЫЛЕННОЙ ВОДОЙ – ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ**

Курсант 32 взвода Лысанович Д.В.,  
И.Ю. Аушев

*Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь*

Наиболее надежный и безопасный способ пожаротушения из всех существующих сегодня – применение воды. При этом он очень эффективен и распространен – около 90 % пожаров ликвидируют с применением воды.

Системы пожаротушения, с применением воды (спринклерные или дренчерные) имеют целый ряд недостатков:

1. Большой расход воды;
2. Возможность дополнительного ущерба: при пожаре помещение, оборудование и прочие материальные ценности могут быть повреждены водой;
3. Необходимость дополнительного оборудования: насосных станций, цистерн для хранения воды, водопитателей и дренажных сооружений и систем.

Перечисленные недостатки в меньшей мере касаются установок с использованием технологий пожаротушения тонкораспыленной водой. Используемый механизм – применение в борьбе с пожаром капель воды, диаметр которых не превышает 100 мкм.

В обычных системах пожаротушения с применением воды размер капель составляет около 0,4...2,0 мм. Следствие этого: только 30 % воды способствуют борьбе с огнем. Опытным путем было установлено, что при уменьшении капель до размеров менее 100 мкм эффективность пожаротушения серьезно изменяется: капля подобного размера обладает очень высокой проникающей и охлаждающей способностью, водяной туман из тонкораспыленной воды эффективно борется с пожарами. Расход воды незначительный: в течение 10...60 с может быть израсходовано около 0,03 л/с на один метр площади. Тонкораспыленная вода эффективно впитывает твердые частицы дыма.

Данные преимущества позволяют применять метод пожаротушения тонкораспыленной водой в архивах, библиотеках, музеях, тушить электроустановки, находящиеся под напряжением.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОХОЖДЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКА ЧЕРЕЗ БИОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДЫ С РАЗЛИЧНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ДОБРОТНОСТЬЮ

Цуба А.С.,

ассистент М.В. Давыдов

*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время использование ультразвука получило широкое распространение в технике и медицине. Постоянно ведется разработка новых и оптимизация уже существующих методов акустического воздействия, что требует проведения большого числа экспериментов. Однако в связи с высокой стоимостью материалов и оборудования, а также особенностями исследуемых биологических тканей, при проведении экспериментов возникает множество трудностей. В ряде случаев выполнить натурные исследования в лабораторных условиях практически невозможно из-за поиска исследуемых веществ, времени подготовки к проведению эксперимента, а также времени для подготовки и настройки лабораторного макета.

Компьютерное моделирование позволяет решить данную проблему при минимальных затратах времени и материальных средств и позволяет изучать и исследовать различные процессы и явления. Для этого в пакете MatLab была разработана программа «USPropagation», реализованная как отдельное приложение для расчета изменения интенсивности акустических колебаний при прохождении через многослойную структуру. Модель позволяет настраивать параметры сред и оценивать интенсивность колебаний в любой точке любого из заданных слоев. В диалоговом окне программы расположено графическое изображение моделируемой структуры.

Исходными данными для моделирования являются: количество анализируемых слоев, частота и интенсивность воздействующего излучения, параметры сред распространения. Чтобы начать работу с программой необходимо указать количество слоев в окне «количество слоев» и нажать кнопку «создать среду». При повторном нажатии кнопки программа по умолчанию создаст двухслойную среду с толщиной слоя 10 мм, составом которой будет являться вода. Создавая слой структуры можно выбрать его толщину и состав (меню «состав»). При нажатии кнопки «рассчитать» проводится расчет и отображение результатов в виде графика, на котором будет показано изменение интенсивности ультразвукового сигнала при прохождении через заданную глубину исследуемых слоев. Результаты могут быть увеличены и сохранены в виде рисунка для последующего изучения.

Программная модель является обучающим инструментом при проведении лабораторных работ по анализу воздействия ультразвуковых колебаний на различные среды для студентов специальности «медицинская электроника». Моделирование позволяет получить визуальное представление о процессе прохождения ультразвуковых колебаний в слоистых средах. Существенно сократить трудоемкость и одновременно повысить информативность результатов исследований, а также и явлениях.

**УЧЕБНЫЙ ВИДЕОФИЛЬМ  
«СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ В  
ГИПЕРМАРКЕТЕ ГИППО»**

Курсанты 35 взвода Круш А.Л., Ощепков А.М.,  
И.Ю. Аушев

*Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь*

В настоящее время для специалистов в области противопожарной автоматики не является секретом тот факт, что полноценную противопожарную защиту объекта невозможно осуществить без объединения всех компонентов противопожарной автоматики в единый слаженно работающий комплекс. Ушли в прошлое времена, когда считалось достаточным вывести, скажем, на систему вентиляции и дымоудаления единый для всего объекта сигнал об обнаруженном пожаре и ограничиться этим. Строительный бум на территории нашей страны, массовое возведение гипермаркетов, строительство современных гостиниц, многофункциональных комплексов заставляют более гибко подходить к задаче управления пожарной автоматикой, искать оптимальные решения защиты людей и материальных ценностей. Именно эта разветвленность алгоритмов управления вентиляцией, огнезадерживающими клапанами, лифтами, средствами оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, системами пожаротушения, заставляет применять более интеллектуально насыщенные средства управления автоматической системой противопожарной защиты.

Вашему вниманию предоставляется учебный видеофильм, снятый в гипермаркете «ГИППО» по адресу: г. Минск, проспект Рокосовского 2, который является одним из крупнейших торговых центров столицы. На его примере мы наглядно продемонстрировали состав и возможности современных средств пожарной автоматики, смонтированных на данном объекте. Мы побывали на станции водяного пожаротушения, в залах гипермаркета, в помещении аппаратной. Ведущий специалист службы безопасности поделился с нами информацией о различных технических решениях, воплощённых в жизнь. Фильм был снят в учебных целях для ознакомления с современными средствами пожарной автоматики и будет интересен людям, интересующимся различными современными техническими решениями в области обеспечения безопасности жизнедеятельности.

### 3D - ГРАФИКИ В CODESYS

Студент гр. 107216 Козик И.И.,  
ст. преподаватель С.О. Новиков

*Белорусский национальный технический университет*

В наши дни в промышленности существует потребность в построении 3D-графиков. 3D-графики – это зависимости, в которых одна переменная зависит от двух других. В программном комплексе CoDeSys стандарта МЭК 61131-3 возможность построения таких графиков не предусмотрена. Для построения 3D-графиков было принято решение сохранять в файл данные, полученные при работе в CoDeSys, затем строить график с помощью другой программы. Поэтому для реализации такой возможности в CoDeSys предлагается следующий алгоритм:

График строится треугольниками, т.е. все точки соединяем в некоторое количество треугольников так, чтобы все точки были задействованы. При выборе треугольников мы работаем лишь с двумя координатами вершин ( $x$  и  $y$ ), т.е. работаем только с проекцией всех треугольников на поверхность уровня.

Шаг 1: первые три точки – это вершины первого треугольника;

Шаг 2: следующую точку мы проверяем: на принадлежность проекции созданного ранее треугольника

Шаг 3а: если проекция точки лежит внутри проекции треугольника, то мы вместо этого треугольника строим три маленьких;

Шаг 3б: если проекция точки не лежит в какой-либо проекции уже существующего треугольника, то мы достраиваем какое-то количество треугольников, соединяя эту точку с другими так, чтобы проекция построенного отрезка не пересекала проекции ребер других треугольников.

## **РОБОТИЗИРОВАННЫЕ КОМПЛЕКСЫ КАК СЛЕДУЮЩИЙ ШАГ В ПОЖАРОТУШЕНИИ**

Курсанты 31 взвода Валуйских А.Г, Юнчиц В.М.,  
И.Ю. Аушев

*Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь*

В настоящее время все большее применение находят стационарные роботизированные комплексы. Пожарный робот по всем параметрам соответствует установкам автоматического пожаротушения: обеспечивает автоматическую пожарную сигнализацию защищаемой зоны, определяет координаты загорания и производит автоматическое пожаротушение распыленной водой или пеной. Из всех известных направлений в пожарной робототехнике наибольшее практическое применение в настоящее время получили пожарные роботы на базе стационарных пожарных лафетных стволов с дистанционным управлением. По сравнению с дистанционно-управляемыми лафетными стволами, пожарный робот дополнительно оснащен техническим зрением, состоящим из ИК-датчика со сканером и ТВ-камеры, и наделен интеллектом по уровню решаемых задач: распознавание образов, определение координат цели и наведение на очаг загорания, общение с себе подобными и др. Пожарные роботы связаны между собой и центральным пультом информационной сетью и интегрированы в комплексную систему безопасности, образуя в целом роботизированный пожарный комплекс (РПК).

По своему назначению РПК представляет многофункциональную систему, которая позволяет решать различные задачи противопожарной защиты. Так, например, автоматическая установка пенного пожаротушения с применением РПК предназначена для обнаружения и тушения пожара с одновременной сигнализацией о работе и состоянии установки в помещении охраны (пожарного поста). Входящие в состав РПК установка пожарной сигнализации и система теленаблюдения предназначены для обнаружения пожара на ранней стадии развития, передачи сигнала о пожаре в помещение охраны (пожарного поста) и формирования сигнала на запуск установки пожаротушения и оперативного наблюдения за развитием ситуации в зоне очага пожара соответственно.

Система показала высокую эффективность и огнетушащую способность. РПК рассматриваемого класса смонтирован и функционирует в Гомельском ледовом дворце.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШКАЛЫ МАГНИТНОГО ТОЛЩИНОМЕРА

Студенты гр. 314317 Ковалёв К.Г., гр. 106418 Кузмич В.О.,  
доктор техн. наук В.С. Козлов

*Белорусский национальный технический университет*

Проектирование толщиномеров связано с оптимизацией техники линеаризации показаний измерительного датчика и процесса производства эталонов.

С целью комплексного решения этих задач предложено измерять прибором не параметр толщины покрытия, а величину отклонения этой толщины от требуемого значения.

Изготовление эталонов со строго заданным значением физической величины требует больших затрат труда и времени, а также высокой квалификации исполнителя, поэтому для построения градуировочной характеристики предложено использовать эталонные меры любых произвольно выбранных значений, входящих в диапазон измерений прибора. При этом требуемые деления шкалы находят путём транспонирования графика зависимости  $II = f(h)$  в интервале заданного значения измеряемой величины  $h$ .

Таким образом, в предлагаемой технологии изготовления и градуировки прибора настраивают не параметры измерительной системы, а приводят шкалу прибора в соответствие с системой прибора и значениями измеряемых параметров.

Физические явления, положенные в основу толщиномера, позволяют дополнительно решать две задачи толщинометрии, недоступные известным приборам аналогичного типа: измерение толщины магнитного слоя, например, никеля, на токопроводящей поверхности и проводить локальные измерения в точке.

### Литература

1. Акулов Н.С. Прибор для измерения толщины немагнитного покрытия металлических изделий. А.с. № 185495, 1965, 4 с.
2. Козлов В.С., Мытник К.Н. Магнитное устройство для измерения толщины покрытий на магнитных материалах. А.с. № 1737258, 1992, 3 с.

КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ПРИБОРОВ

УДК 535.317

**АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА ДЕТАЛЕЙ ПРИБОРОВ**

Студенты группы 113216 Николаевский А.Р., Каравай Д. Е.,  
кандидат техн. наук, доцент М.И. Филонова  
*Белорусский национальный технический университет*

Любой прибор работает в той или иной среде, которая непосредственно влияет на его характеристики такие как долговечность, прочность, точность и т. д. Долговечность прибора существенно зависит от того насколько хорошо детали приборов сопротивляются разрушению вызванному коррозией. Таким образом, детали приборов, работающие в химически активной среде, помимо определённого комплекса свойств, обеспечивающих прочность и технологичность конструкций, должны обладать способностью не подвергаться коррозионному разрушению, т.е. обладать коррозионной стойкостью.

Чтобы увеличить коррозионную стойкость можно выполнять детали из коррозионно-стойких материалов их применение может быть ограничено из-за экономического фактора или негодность в данной конструкции из-за ряда других характеристик. Для того чтобы повысить коррозионную стойкость у обычных материалов с на них наносят специальные покрытия. К наиболее распространенным видам покрытий относятся гальванические и химические покрытия.

В работе рассматриваются методы защиты деталей приборов от коррозии, также выделены преимущества и недостатки того или иного метода. В работе даются рекомендации о целесообразности применения различных методов антикоррозионной защите в приборостроении.

**Литература**

1. Колесников, К. С. Технологические основы обеспечения качества машин / К.С. Колесников, Г.Ф. Баладин, А.М. Дальский. – М.: «Машиностроение», 1990. – 254 с.

2. Зайцев, И.В. Технология электроаппаратостроения: Учеб. Пособие для вузов / И.В. Зайцев. – М.: Высш. школа, 1982. – 215 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ ДРОБНОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ И ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ

Бекмачев Д.А., Максимов К.О., Ушаков П.А.

*Ижевский государственный технический университет*

В настоящее время можно считать доказанным, что использование в системах автоматического управления ПИД-регуляторов дробного порядка (ПИ<sup>λ</sup>Д<sup>δ</sup>-регуляторов) позволяет повысить их эффективность по основным показателям качества регулирования.

Для создания динамических звеньев, выполняющих операции дробного интегрирования и дифференцирования (ДИД), требуются так называемые «элементы с постоянной фазой» (ЭПФ). Однако известные реализации ЭПФ сохраняют постоянство фазового сдвига ФЧХ входного импеданса лишь в ограниченном диапазоне частот ( $\omega_1 \dots \omega_2$ ) с погрешностью  $\pm \Delta\varphi_c$ .

В настоящее время не разработаны критерии оценки точности выполнения операций ДИД и нет исследований ее зависимости от указанных параметров ФЧХ входного импеданса ЭПФ.

В данной работе предпринята попытка устранить этот недостаток с тем, чтобы при инженерном проектировании ПИ<sup>λ</sup>Д<sup>δ</sup>-регуляторов была возможность синтезировать физически реализуемые ЭПФ по заданным требованиям к точности работы системы управления дробного порядка.

В ходе работы были получены следующие основные результаты:

1. Предложен критерий оценки точности выполнения операций ДИД в зависимости от параметров ФЧХ входного импеданса ЭПФ, используемого в динамических звеньях дробного порядка.

2. Получены зависимости точности операций ДИД от ширины рабочего диапазона частот и от величины отклонения от этого уровня. Найденные зависимости позволяют обоснованно задавать требования к параметрам ФЧХ двухполюсника при заданной точности, предъявляемой к точности устройств ДИД.

3. Показано, что для выполнения операций ДИД с допустимым значением СКО формы сигнала не более 5 % достаточной является ширина диапазона рабочих частот 3 декады при неравномерности ФЧХ фрактального импеданса не более 2,5 %.

Практика показывает, что эти требования могут быть реализованы с помощью двухполюсников на основе резистивно-емкостных элементов с распределенными параметрами, обладающих, по сравнению с двухполюсниками на RC-цепях на элементах с сосредоточенными параметрами, высокой компактностью, большей надежностью и возможностью динамического изменения параметров импеданса.



## **УСТРОЙСТВО ВИДЕОРЕГИСТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТРЕМОРА КОНЕЧНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА**

Терех А.С., Терех Н.В., Смирнов А.В.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент С.К. Дик  
*Белорусский государственный университет информатики и  
радиоэлектроники*

Непроизвольные, ритмичные движения частей тела человека – тремор является одним из наиболее частых симптомов болезни Паркинсона, эссенциального тремора, а так же других нервных заболеваний. Интенционный тремор, обнаруживается в момент выполнения движения и особенно усиливается, если требуется большая точность движений. Часто наблюдается при рассеянном склерозе.

Существующие методики регистрации амплитудно-частотных параметров тремора основаны на преобразовании смещения объекта различного рода датчиками в выходной электрический сигнал. Наиболее широко применяются датчики на основе акселерометров, изометрические (на основе принципов тензометрии) и ёмкостные датчики. С целью регистрации тремора применяются методики электромиографии. Однако, существующие датчики представляют собой электронные модули, для функционирования которых требуется элемент питания, размещаемый рядом с датчиком. Это увеличивает массу измерительного модуля и затрудняет фиксацию на конечности.

Видеотрemorограф – устройство бесконтактной дистанционной регистрации тремора, состоящее из четырех основных блоков: маркера, видеокамеры, ПЭВМ и отображающего устройства.

Суть регистрации заключается в следующем: видеокамера производит запись колебания конечности человека, с закрепленным на ней маркером. Затем программное обеспечение (ПО) производит комплексную обработку полученного видеофайла. В функции ПО входит поиск маркера в кадре, анализ его смещения, а так же спектральная обработка полученного сигнала.

Особенностью прибора, является наличие бумажного самоклеющегося маркера, который имеет незначительную массу и может быть закреплен на различных участках часть тела пациента. Обеспечивается возможность проведения сложных тестов для определения интенционного тремора, при которых пациенту предлагается водить рукой в пространстве по определенной траектории.

## **НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПОВЕРКИ СПЕЦИАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ОТКЛОНЕНИЙ ОТ ПРЯМОЛИНЕЙНОСТИ И ПЛОСКОСТНОСТИ**

Студентка гр. 113214 Зубкова З.М.,

С.Н. Суровой, Л.Д. Ковалев

*Белорусский национальный технический университет*

В соответствии с установившимся в метрологии делением средств измерений на меры и приборы в апланометрии также естественно выделить эти две категории.

К мерам апланометрии принадлежат поверочные линейки различных типов и поверочные плиты. Их основной функцией является хранение с требуемой точностью формы номинальной поверхности (прямой для поверочных линеек и плоскости для поверочных плит).

Основным требованием предъявляемым к мерам апланометрии является воспроизведение исходной прямой или плоскости с погрешностью значительно меньшей допуска на отклонение формы поверяемых линеек или плит. Кроме того образцовые средства измерения также подлежат поверке.

В качестве образцовых средств измерений при поверке линеек и плит применяют оптические линейки, оптические струны, автоколлиматоры, гидростатические уровни.

Отклонение от прямолинейности и плоскостности – два взаимодополняющих аспекта не заменяющих друг друга.

## ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА БИМЕДИЦИНСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ФОРМАТА DICOM

Студент гр. 411801 Смирнов А.В.,  
кандидат техн. наук, доцент В.М. Бондарик  
*Белорусский государственный университет информатики и  
радиоэлектроники*

DICOM – стандартизированный формат хранения и передачи медицинской графической и текстовой информации, предназначенный для организации взаимодействия различных сложных медицинских программно-аппаратных комплексов, таких как компьютерные томографы, и цифровые рентгеновские аппараты.

Существуют множество специализированных программ предназначенных для работы с DICOM файлами, однако для ознакомления с основными приемами работы с ними лучше всего подходит MATLAB. Image Processing Toolbox – (IPT) обладает набором разнообразных функций для обработки изображения, в том числе и формата DICOM. Для специальности «Медицинская электроника» по дисциплине цифровая обработка биомедицинских сигналов и изображения. Нами разрабатывается лабораторная работа по исследованию различных фильтров DICOM файлов средствами MATLAB.

Студенту предлагается произвести фильтрацию изображения (команда `imfilter`) используя специальные функции формирования матрицы весовых коэффициентов цифрового фильтра – `fspecial`. Затем необходимо выявить зависимость качества фильтрации в зависимости от коэффициентов используемой матрицы.

Рассмотрим несколько матриц  $M_1$  и  $M_2$  (3x3), для которой центральный элемент на единицу больше модуля суммы остальных элементов.

$$M_1 = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 9 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad M_2 = \begin{bmatrix} -1 & 0 & -1 \\ 0 & 5 & 0 \\ -1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

С помощью команд `dcmfile=dicominfo('CT-MONO2-16-ankle.dcm');` и `orig_img=dicomread(dcmfile);` можно загрузить стандартный DICOM файл из директории MATLAB, а функцией `imfilter(orig_img, Mi)` произвести фильтрацию изображение `orig_img` с помощью матрицы  $M_1$  и  $M_2$ . Затем с помощью команды `imshow` можно отобразить полученные изображения на экран, после чего необходимо сделать вывод о влиянии коэффициентов матрицы, на контраст изображения.

Целью лабораторной работы является ознакомление с форматом DICOM, а так же получение базовых практических навыков фильтрации изображения, с помощью изменения коэффициентов весовых фильтров.

## КОМБИНИРОВАННОЕ 3-D СКАНИРОВАНИЕ

Студент гр.113224 Апитенок С.В.,  
кандидат техн. наук, доцент Е.Г. Зайцева  
*Белорусский национальный технический университет*

Тепловизионные приборы широко используются в технике. Получение изображения объекта в инфракрасном диапазоне оптического излучения, предусматривает запись инфракрасного излучения через оптическую систему, формирующую тепловое изображение на поверхности болометров, преобразующих тепловое излучение в электрические сигналы. Эти сигналы обрабатываются электронным блоком и преобразуются на дисплее в видимое человеку монохромное или цветное изображение.

Более полную информацию об объекте можно получить, используя предложенное авторами 3-D тепловое сканирование. Для его проведения перед тепловизором устанавливается оптическая матрица, в результате чего тепловизор записывает не одно, а множество плоских инфракрасных изображений объекта, полученных из разных точек пространства. Аналогичная оптическая матрица должна быть установлена перед дисплеем. Она обеспечивает преобразование множества видимых плоских изображений на дисплее в объемное изображение.

В последнее время разработаны тепловизоры, содержащие встроенную видеокамеру. Специальная компьютерная программа позволяет суммировать информацию об инфракрасном и видимом изображениях. В результате на дисплее воспроизводится комбинация двух изображений: видимого и инфракрасного, преобразованного в видимое. Это позволяет более точно локализовать распределение тепла в объекте. Указанная система позволяет получать плоское комбинированное изображение с соответствующими ему недостатками.

Авторами разработана концепция системы для записи и воспроизведения комбинированного 3-D изображения. Производится разделение инфракрасного и видимого излучения от объекта оптической пластинкой со специальными свойствами. Запись инфракрасного 3-D изображения осуществляется с применением оптической матрицы, рассмотренным выше способом. Аналогичным образом записывается и видимое излучение от объекта. Электронный блок обработки информации позволяет суммировать информацию о видимом и инфракрасном изображении, записанном в каждом ракурсе, и одновременно воспроизводить все суммированные изображения на экране дисплея. Для воспроизведения комбинированного 3-D изображения перед дисплеем устанавливается матрица из оптических элементов.

## ВЕЛОТРЕНАЖЕР ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ МЫШЕЧНОЙ МАССЫ

Студент гр. 113714 Астошонок М.С.,  
ст. преподаватель В.Л. Габец

*Белорусский национальный технический университет*

Прогрессирующие мышечные атрофии (ПМА) – группа наиболее распространенных нервно-мышечных заболеваний. Основным процессом, определяющим течение заболевания, является нарушение синтеза и постоянный распад мышечного белка. Параллельно атрофии идет постепенное падение мышечной силы, доходящее, в конце концов, до полной неспособности мышц к сокращению [1].

Методы лечения атрофии на сегодняшний день достаточно разнообразны благодаря широкому применению научных открытий в фармакологии, медицине и технике. В общем случае их можно разделить на 3 группы [2]: лечебная физкультура; оперативный метод; фармакологический метод.

Одной из форм лечебной физкультуры является механотерапия, представляющая собой систему функционального лечения с помощью различных устройств и снарядов, применяемых в комплексе с другими методами и средствами реабилитации больных.

Устройства для механотерапии делятся [2]:

- устройства для активных упражнений, т.е. пациент самостоятельно производит активные движения в суставах;
- устройства для пассивных движений; устройство автоматически управляет амплитудой движения в суставах;
- устройства для механических операций; устройства, которые управляют движением мышц и суставов по определенному закону.

Разработанный тренажер может работать в различных режимах в зависимости от заданных параметров и мышечных способностей пациента. Тренажер может с помощью двигателя создавать вращение педалей, на которых находятся нижние конечности пациента, или оказывать сопротивление вращению, создаваемому самим пациентом.

Отличительной особенностью данного тренажера является то, что в нем в качестве привода используется электродвигатель, а для задания режимов движения и сопротивления тренажера, используется автоматическая микропроцессорная система управления.

### Литература

1. Общая энциклопедия по хирургии – М.: «Медицина», 1976. – 786 с.
2. Довгань, В.И. Механотерапия / В.И. Довгань. – М.: «Медицина», 1978. – 126 с.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАСПИЛОВОЧНЫХ ДИСКОВ, ПУТЕМ СОЗДАНИЯ НА РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ АЛМАЗОПОДОБНОЙ ПЛЕНКИ.

Студенты гр.113214 Балохонова Н.В., Ольгомец А.И.,  
кандидат техн. наук, профессор Минченя В.Т.<sup>1</sup>,  
кандидат физ.-мат. наук, вед. научн. сотр. Пузырев М.В.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Институт прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко БГУ

Основными эксплуатационными показателями распиловочных дисков для механического распиливания кристаллов алмаза, являются их режущая способность, стойкость, толщина реза и качество площадок обработанных полуфабрикатов. На обеспечение высокого уровня этих показателей основное влияние оказывает состояние алмазосодержащего слоя, формируемого на боковых поверхностях дисков. Нами разработан способ формирования алмазосодержащего слоя путем нанесения на поверхность дисков алмазоподобной пленки. Последняя осаждалась из эрозивного плазменного факела, полученного воздействием импульсного лазерного излучения в вакууме на графитовую мишень. Нами разработана автоматизированная установка нанесения алмазоподобных пленок на распиловочные диски в вакуумной камере 3, в которой помещаются двухкоординатный столик 7, обеспечивающий перемещение по осям Z и X. Луч лазера 1, сфокусированный линзой 2, попадает на графитовую подложку 5 установленную на валу электродвигателя 6. Манипулятор 8 осуществляет смену дисков 4.

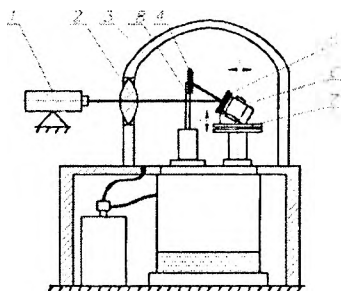


Рис. 1. Автоматизированная установка  
нанесения алмазоподобных пленок

С помощью такого метода были нанесены алмазоподобные пленки на распиловочные диски, предварительно шаржированные ультразвуком. Пленка связывала алмазные зерна с основой и между собой, толщина в этом случае составляла 0,5-1 мкм.

Сравнительные испытания показали, что у дисков с алмазоподобной пленкой стойкость повышается в 1,3 раза по сравнению с дисками, полученными механическим шаржированием и также снижается температура в зоне распила.

## ОБОГРЕВАТЕЛИ НА ИК-ИЗЛУЧЕНИИ

Студенты гр. 113718 Богдан П.С., гр. 113718 Мальцев Д.В.,  
кандидат техн. наук, доцент Е.Г. Зайцева.

*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время существует большое количество электронагревательных приборов, предназначенных для обогрева жилых и производственных помещений. Большинство из них конструктивно представляют собой открытые источники тепла (в некоторых обогревателях сопряженные с вентилятором). Принцип их работы основан на прямом нагреве воздуха, который в дальнейшем распространяется по помещению под действием конвекционных потоков (либо направляется вентилятором).

Однако все они характеризуются высоким уровнем энергопотребления и относительно низким КПД. Такой КПД обусловлен большими затратами электроэнергии на нагрев воздуха, который обладает низкой теплопроводностью. Однако воздух является лишь посредником между нагревателем и потребителем тепла, и его нагрев, по сути, является потерей энергии. Поэтому актуальна задача по нахождению альтернативных способов обогрева.

Один из таких способов заключается в применении направленного инфракрасного (ИК) излучения. Оно имеет три основных преимущества:

1. низкое энергопотребление (инфракрасные излучатели намного экономичнее нагревательных элементов);

2. направленность излучения, что позволяет нагревать только необходимые объекты;

3. высокий КПД (обусловлен прозрачностью воздуха для ИК-излучения, и как следствие отсутствием потерь энергии на его нагрев).

Немаловажен и тот факт, что ИК-излучатели имеют низкую себестоимость, обладают высокой надежностью и достаточно длительным сроком службы.

Существующие ИК-обогреватели не используют преимущество направленности излучения и производят бесполезный нагрев некоторых предметов. Поэтому актуальной является разработка адаптивных нагревателей, которые направленно воздействуют на заданные предметы.

Обогреватели, использующие направленное ИК-излучение должны найти широкое применение в помещениях различного назначения.

## ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ДАТЧИКОВ В ПЫЛЕСОСЕ СТАЦИОНАРНОМ

Студент гр. 113224 Вайскович Т.Ю.,  
ст. преподаватель Самойлова М.С.

*Белорусский национальный технический университет*

При распространении ультразвуковых волн в различных средах наблюдается уменьшение их энергии – затухание ультразвука. Это затухание обусловлено внутренним трением, необратимым изменением структуры среды под действием ультразвука, рассеиванием акустической энергии, неоднородностями среды и т. п.

Ультразвуковые датчики уровня могут применять для бесконтактного измерения уровня сыпучих веществ. В данном случае ультразвуковой излучатель и приёмник применены для определения уровня заполнения мусоросборника пылью в стационарном пылесосе.

В нижней воронке стационарного пылесоса друг напротив друга посредством резиновых уплотнений установлены ультразвуковые пьезокерамические преобразователи. Пьезоэлектрический эффект заключается в том, что при сжатии или растяжении пластин, изготовленных из материалов, обладающих пьезоэлектрическими свойствами, на их гранях появляются электрические заряды, пропорциональные действующей силе. Этот эффект обратим, и если такие пластины поместить в электрическое поле, то геометрические размеры их будут изменяться тем больше, чем резче будет изменяться электрическое поле.

Принцип работы системы заключается в следующем. На ультразвуковые датчики, смонтированные в воронку, подаётся напряжение. Частота генератора определяется параметрами преобразователя. Они работают, испуская и принимая высокочастотные звуковые волны. Их частота порядка 200 кГц, что значительно превышает частоту звука, которую может услышать человеческое ухо. Один датчик излучает звуковой импульс, а другой датчик, смонтированный напротив излучателя, принимает этот импульс. Сигнал поступает на компаратор, в котором происходит сравнение напряжения усиленного выходного сигнала от датчика с опорным отградуированным напряжением. Если пыль отсутствует между излучателем и приёмником, то сработает коммутатор и включится двигатель. Если же имеется пыль между излучателем и приёмником, то коммутатор не включится и сработает на информационной панели индикатор заполнения ведра мусором. Двигатель не будет включаться до тех пор, пока ведро не будет очищено от мусора.



**ИЗМЕРЕНИЕ МОМЕНТА НА ВАЛУ ДВИГАТЕЛЯ**

Студент гр.113214 Гавдей Д.Н., доцент А.Л. Савченко  
*Белорусский национальный технический университет*

Приборы для измерения крутящего момента широко используются в технике. Момент на валу работающего двигателя определяют либо путем измерения равного ему момента реакции статора тормоза, либо путем измерения угла закручивания соединительного вала под действием передаваемого момента. В любом случае испытатели сталкиваются с определенными трудностями в получении достоверных результатов измерений в связи с тем, что моментомеры тормозных установок действуют в условиях повышенной вибрации и резко изменяющихся нагрузок, граничащих, иногда с ударными, особенно на неуставившихся режимах работы двигателя внутреннего сгорания.

Для определения величины крутящего момента, развиваемого испытуемым двигателем, используют различные механические, гидравлические и электрические моментомеры. Структурная схема их, так же как и других измерительных устройств, состоит из первичного, промежуточного и выходного звеньев. По самому характерному из звеньев и классифицируют разновидности моментомеров. Часто только это характерное звено и считают динамометром, что не является правильным.

Механические моментомеры находят самое широкое применение. Выполняют их в виде рычажных систем с маятниковыми, реже с пружинными весами. Ранее для этих целей в основном служили многорычажные весы десятичного типа. И теперь они находят еще применение при испытании мощных тихоходных стационарных двигателей.

Принцип действия моментомера предложенного авторами основан на изменении угла закручивания вала, приводящему к изменению размеров светового окна, образуемого прорезями обоих дисков, установленных на обоих концах торсионного вала и, следовательно, светового потока, попадающего на фотоэлемент. Величина тока на выходе фотоэлемента служит, таким образом, мерой приложенного момента. Для устранения пульсаций выходного сигнала при вращении вместо одного источника света и одного фотоэлемента применена группа из 8 источников света и фотоэлементов. Несмотря на это, выходной сигнал имеет импульсный характер, частота следования импульсов, которого определяется числом оборотов вала двигателя, что позволяет контролировать одновременно с крутящим моментом и частоту вращения. Для этого параллельно усилителю подключается микросхема, сигнал с которой также подается на вход микропроцессора

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДА МИКРОРЕЛЬЕФА ОБРАБОТАННОЙ  
ПОВЕРХНОСТИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО ЕЕ НАИБОЛЬШУЮ  
ПЛОЩАДЬ И ОБЪЕМ ПРИ КОНТАКТИРОВАНИИ С  
ЖИДКОСТЬЮ**

Студент гр. 113715 Груенко А.А.,  
доктор техн. наук, профессор М.Г. Киселев  
*Белорусский национальный технический университет*

В данном докладе рассматривается вопрос о формировании на поверхности изделия микрорельефа, обеспечивающего ее наибольшую площадь и объем, с целью повышения прочности сцепления наносимого покрытия, содержащего жидкую фазу.

Выделены три вида микрорельефа поверхности, которые соответствуют различным методам обработки. В частности, при обработке лезвийным инструментом или инструментом со связанным абразивом микрорельеф представляет собой совокупность однонаправленных рисок; при пескоструйной обработке и ультразвуковой обработке свободным абразивом – множество лунок конической формы; при электроэрозионной обработке – множество лунок сферической формы.

С использованием геометрических моделей, соответствующих трем видам микрорельефа поверхности, получены аналитические зависимости, позволяющие рассчитать приращение площади и объема данных поверхностей по сравнению с абсолютно гладкой поверхностью.

Установлено, что наибольшую площадь и объем поверхности обеспечивает микрорельеф, представляющий собой совокупность множества лунок конической формы. Показано, что помимо пескоструйной обработки такой микрорельеф может быть получен за счет виброударной обработки поверхности свободным абразивом.

**Литература**

1. Киселев, М.Г. Ультразвук в поверхностной обработке материалов / М.Г. Киселев, В.Т. Минченя, В.А. Ибрагимов – Мн.: Тесей, 2001. – 334 с.
2. Киселев, М.Г. Повышение качества шаржирования боковых поверхностей распиловочных дисков путем их предварительной абразивной обработки / М.Г. Киселев, П.О. Корзун // Вестник БНТУ. – 2007. – №3.
3. Джейкок, М. Химия поверхностей раздела фаз / М. Джейкок, Дж. Парфит. – М.: Мир, 1984. – 269 с.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ УПРУГИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИНТОВЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПРУЖИН РАСТЯЖЕНИЯ

Студент гр. 113226 Иванов С.А.,  
кандидат техн. наук А.А. Новиков

*Белорусский национальный технический университет*

Цель работы заключалась в определении принципиальной схемы для исследования упругих характеристик пружин растяжения в зависимости от их геометрических параметров, на основании которой будет реализована конструкция лабораторного стенда.

Анализ литературных источников показал, что все методики по исследованию упругих характеристик винтовых цилиндрических пружин растяжения сводятся к одной. Исследуемая пружина крепится жестко одним концом к кронштейну, а ко второму подвешиваются тарированные грузы. Измеряя удлинение пружины, по известной зависимости, определяются упругость пружины и ее жесткость.

Авторами была предложена принципиальная схема установки представленная на рис. 1.

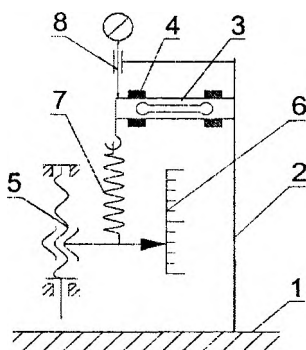


Рис. 1. Схема принципиальная для исследования упругих характеристик пружин растяжения

На основании 1 закреплена стойка 2, на которой одним концом жестко крепится балка 3. К балке, в местах максимальной деформации, приклеены тензорезисторы 4. Ко второму концу тензометрической балки 3 подвешивается исследуемая пружина 7. С помощью передачи винт-гайка 5 осуществляется растяжение пружины 7, удлинение которой определяется по шкале 6. Для измерения деформации тензометрической балки 7 на стойке установлен индикатор 8.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ПОКРЫТИЙ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕЕ ЭНЕРГИЮ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

Студент гр.113215 П.М. Ковалевский,  
ст. преподаватель В.С. Колесников, доцент А.А. Новиков  
*Белорусский национальный технический университет*

Покрытия, наносимые на поверхности деталей, могут нести декоративную, защитную и специальную функции. Особый интерес представляют специальные покрытия, к которым предъявляются повышенные требования точности и надежности. Одним из основных показателей качества покрытия является степень его адгезии. Для реализации проверки адгезии было разработано устройство, принципиальная схема которого представлена на рис. 1.

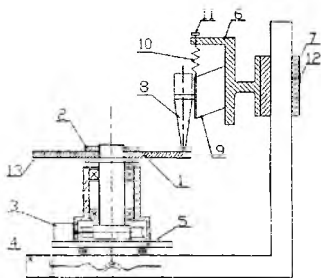


Рис. 1. Схема принципиальная устройства для разрушения покрытия, нанесенного на боковую поверхность диска

Исследуемая деталь (в данном случае диск) 1 с нанесенным покрытием 13 установлена на ступенчатый вал. Для фиксации диска применяется гайка 2. Электродвигатель 3 посредством червячной передачи передает вращение на вал. В основании стэнда смонтированы салазки, служащие для перемещения привода диска. Движение каретки 5 осуществляется передачей винт-гайка, которая преобразует вращение вала двигателя 4. Для вертикального перемещения столика 6 на стойке выполнены направляющие 7. Фиксация положения направляющих обеспечивается стопорным винтом 12. Рабочим органом является ультразвуковой преобразователь 8, который установлен на упругом параллелограмме 9. При помощи опоры данного типа реализовывается поворот преобразователя для достижения требуемого угла воздействия ультразвуковых колебаний. Силовое замыкание системы «преобразователь-диск» обеспечивается пружиной 10 и стопорным винтом 11.

**ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И КАЧЕСТВА АБРАЗИВНОЙ  
ПРИТИРКИ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

Студент гр. 113715 Купреев Ю.И.,  
доктор техн. наук, профессор М.Г. Киселев  
*Белорусский национальный технический университет*

В работе рассмотрено применение ультразвука в абразивной обработке плоских поверхностей деталей из труднообрабатываемых хрупких материалов. Абразивная притирка плоских поверхностей представляет собой одну из разновидностей финишной обработки изделий. С ее помощью достигаются минимальная величина микронеровностей обрабатываемых поверхностей, их наивысшая геометрическая точность, обеспечивается комплекс физико-механических свойств поверхностного слоя, способствующий повышению эксплуатационных показателей деталей. Для повышения качества обработанных деталей был предложен способ притирки с пульсирующим давлением. Он позволяет периодически снижать коэффициент трения, который не превышает его оптимального значения, что уменьшает силы сцепления и адгезии, а соответственно число задиrow и царапин и наростов. Применение ультразвука наиболее эффективно при притирке материалов, обычная механическая обработка которых затруднена вследствие их особо высокой твердости, а также инструментальных легированных и коррозионно-стойких сталей, которые плохо обрабатываются свободным абразивом из-за повышенной вязкости. В этом случае интенсификация происходит за счет локального охрупчивания под действием ультразвука поверхностного слоя заготовки из пластичного материала. Таким образом, применение ультразвука является эффективным средством управляющего и интенсифицирующего воздействия на выходные параметры притирки плоских поверхностей. В работе приведена схема конструкции установки, для притирки плоских поверхностей.

**Литература**

1. Киселев, М.Г. Ультразвук в поверхностной обработке материалов / М.Г. Киселев, В.Т. Минченя, В.А. Ибрагимов. – Минск: «Тесей», 2001.

## КООРДИНАТНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ

Студент гр.113215 Ленъко Н.А,

кандидат техн.наук, доцент Л.Д. Ковалев

*Белорусский национальный технический университет*

Приведены основные сведения о координатных измерениях. Проанализировано современное состояние координатных измерений. Замечено, что при большом разнообразии методик таких измерений нет единых принципов.

Рассмотрено несколько принципов определения диаметров отверстий в изготовленных деталях и расстояний между их центрами. Произведено сравнение между применением и техническими возможностями различных координатно-измерительных машин и приспособлений.

Проведен рациональный выбор числа контрольных точек для данного типа контролируемых поверхностей.

В данной работе также представлен метод, созданный на основе листинг-программы, который дает возможность в ситуации, когда экономически не целесообразно приобретение дорогостоящих устройств и измерительных комплексов, получить необходимые результаты контроля. Показано что, используя доступные малый инструментальный микроскоп ММИ и большой инструментальный микроскоп БМИ, можно контролировать диаметры и расстояния между центрами отверстий изготовленных деталей даже в условиях единичного и мелкосерийного производства, не прибегая к экономически не выгодным методам.

Кроме того, объяснен принцип работы с программой.

### **Литература**

1. Бурдун, Г.Д. Измерительные приборы в машиностроении / Г.Д. Бурдун, Б.А. Тайц. – М.: Машиностроение, 1964.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ДИАМЕТРОВ БЕСШОВНЫХ ТРУБ

Студентка гр.113215 Масальская А.Г.,  
кандидат техн. наук, доцент Л.Д. Ковалев  
*Белорусский национальный технический университет*

В данной работе представлены основные сведения о контроле внутренних размеров отверстий. В связи с актуальностью развития высокотехнологичных производств, исследования измерений внутренних размеров отверстий проводились на примере производства бесшовных труб.

Рассмотрены средства и методы контроля внутренних размеров отверстий. Произведено сравнение используемых средств измерения и методов контроля внутренних диаметров бесшовных труб. Указаны общие для используемых методов характеристики. Приведены отличительные черты методов измерений, основанные на различиях между видами средств измерений.

В данной работе описывается контрольно-измерительная система, предназначенной для измерения внутренних диаметров бесшовных труб, а также описывается принцип ее действия. Создание этой конструкции оказалось возможным благодаря проведенному ранее анализу средств и методов контроля внутренних размеров отверстий, а также изучению особенностей технологического процесса изготовления бесшовных труб.

Основное внимание акцентируется на том, что использование конструкции приводит к повышению производительности процесса измерения и их точности. Также имеет место повышение качества процесса измерений за счет уменьшения погрешностей, связанных с настройкой системы, и улучшения условий труда оператора.

Таким образом, результатом работы является нахождение оптимального решения задачи измерения внутренних диаметров бесшовных труб.

### Литература

1. Марков, Н.Н. Погрешность и выбор средств при линейных измерениях / Н.Н. Марков, Г.Б. Кайнер, П.А. Сацердотов. – Москва: «Машиностроение», 1967. – 392 с.

2. Полтавец, О.Ф. Методы и средства контроля точностных параметров корпусных деталей / О.Ф. Полтавец, В.В. Гудков, В.В. Зимин, В.Л. Пустырев – Москва: НИИмаш, 1982. – 49 с.

## ИНВАЛИДНАЯ КРЕСЛО-КОЛЯСКА С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Студент гр. 113714 Минчук А.В.,  
ст. преподаватель В.Л. Габец,

*Белорусский национальный технический университет*

Инвалиды, люди, получившие тяжелые травмы нижних конечностей; люди с ампутированными конечностями, с дефектами опорно-двигательного аппарата; дети, больные церебральным параличом испытывают ограничения в передвижении. Для того чтобы решить эту проблему следует обеспечить их соответствующей аппаратурой. Транспортное средство инвалида это важная часть его жизни, поэтому разработка и внедрение в производство кресел-колясок является неотъемлемой частью программ по реабилитации инвалидов.

Инвалидная кресло-коляска с электроприводом предназначена для самостоятельного передвижения больных и инвалидов с частичной утратой функций опорно-двигательного аппарата в условиях помещений, а также на площадках с твердым покрытием.

В конструкциях кресел-колясок с электроприводом используются мотор-редукторы, крутящий момент от которого передается с помощью фрикционной передачи либо электромоторы, на выходе которых устанавливается редуктор. Данные конструкции приводов инвалидных кресел-колясок имеют ряд недостатков: большие; возможные шумы; высокая стоимость. Все это объясняется наличием редуктора.

В предложенной инвалидной кресло-коляске система привода состоит из двух мотор-колес, которые представляют собой бесконтактные двигатели постоянного тока с внешним ротором, и ободов, частотой вращения и вращающим моментом которых легко управлять. Данное конструктивное решение позволяет уменьшить габариты привода за счет того, что не используется редуктор, уменьшено количество используемых механических частей, что привело к удешевлению конструкции инвалидной кресло-коляски. Система раздельного управления в каждом двигателе обеспечивает высокую маневренность кресло-коляски: ее быстрый разгон, изменение направления движения, торможение и задний ход. Кресло-коляска со снятой аккумуляторной батареей складывается и раскладывается без применения инструмента. Конструкция кресло-коляска обеспечивает удобство обслуживания при эксплуатации и ремонте.

Приведение в действие мотор-колес осуществляется перемещением рукоятки пульта управления в соответствующем для движения коляски направлении. При отключении мотор-колес от источника питания движение кресла-коляски возможно при вращении пользователем коляски ободов либо при помощи сопровождающего лица.



## ОБРАБОТКА НА СТАНКАХ С ЧПУ

Студент гр.113716 Монич С.Г.,  
кандидат техн. наук, доцент М.И. Филонова  
*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время успех промышленного производства заключается в росте производительности труда. В то же время производительность любой технологической операции зависит от затрат времени на выполнение действий, необходимых для осуществления обработки заготовок. Для решения этой задачи необходимо минимизировать эти затраты времени, используя новейшие достижения науки и техники, передовой производственный опыт, а также применяя прогрессивные технологии.

Использование станков с ЧПУ при обработке различных материалов приводит к значительному повышению эффективности технологических процессов.

Областью применения станков с ЧПУ является серийное производство по обработке, главным образом, деталей сложной конфигурации, причем наряду с различными операциями токарной обработки выполняется сверление, развертывание, нарезание резьб, фрезерование поверхностей и др.

При использовании станков с ЧПУ необходимо предъявлять требования к конструкциям приспособлений и режущему инструменту, так как данные станки работают в режимах и условиях, отличных от тех режимов и условий, в которых работают другие разновидности станков.

Следует также отметить, что использование в станках с ЧПУ таких программных средств как перфокарты и магнитные ленты уже устарело, и поэтому требует обновления.

### Литература

1. Фельдштейн, Е.Э. Обработка деталей на станках с ЧПУ / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич – Мн.: Новое знание, 2005.
2. Ящерицын, П.И. Металлорежущие станки / П.И. Ящерицын, В.Д. Ефремов – Мн.: БГАТУ, 2001.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕХАНОТЕРАПИИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПОЗВОНОЧНИКА

Студент гр.113716 Мониц С.Г.,  
кандидат техн. наук, доцент Г.А. Есьман  
*Белорусский национальный технический университет*

Механотерапия является одной из форм лечебной физкультуры, представляющей собой систему функционального лечения с помощью различных устройств и снарядов.

Упражнения оказывают влияние на тот или иной отдел позвоночника и могут быть дозированы в отношении амплитуды движения, силы сопротивления и темпа при помощи специальных приспособлений.

Основными показаниями для применения механотерапии являются заболевания периферических нервов и функциональные расстройства нервной системы – радикулиты, полиневриты, невралгии, невралгии (вне фазы обострения).

Одним из видов механотерапии является тракционная терапия, осуществляемая посредством подводного вытяжения позвоночника (на аппаратах для подводного вытяжения позвоночника), которое используется при различных заболеваниях позвоночника (остеохондроз, сколиоз, радикулит и других рефлекторных, корешково-спинальных неврологических проявлений вне стадии обострения). Лечебный эффект достигается путем длительной, плавно нарастающей тяги адекватными грузами.

При этом подводное вытяжение позвоночника сочетает физическое воздействие воды (пресной, минеральной, морской) с приемами тракции, а на каждый отдел позвоночника можно воздействовать определенной нагрузкой, которую задает лечащий врач. Действие воды (36-37°C) на проприоцепторы (концевые образования чувствительных нервных волокон) способствует снижению тонуса поперечнополосатой мускулатуры, вследствие чего устраняется деформация или контрактура.

При этом у многих больных прекращается корешковая боль, устраняется «функциональный блок» межпозвоночных суставов, в ряде случаев происходит «всасывание» грыжи дисков, над которыми натягивается задняя продольная связка. Растяжение положительно влияет на фиброзные и мышечные ткани. При проведении процедур нагрузка может быть как статической (вытягивающая сила в течение процедуры не изменяется, является фиксированной), так и динамической (в этом случае вытягивающая сила представляет собой нагрузку, изменяющуюся во времени с некоторой амплитудой).

Механотерапия является одним из вспомогательных средств лечебной физической культуры, а также обеспечивает более полное и разностороннее физиологическое действие на организм больного.

## ПРОЦЕСС ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМОГО ПОЛИРОВАНИЯ НА БАЗЕ МЕТОДА МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

Студентка гр.113114 Нарейко М.С., магистрант Корогода О.П.,  
ассистент А.Ю. Луговик

*Белорусский национальный технический университет*

Разработанный технологический процесс представляет собой усовершенствованный способ зонного программно-управляемого полирования, т.е. получение коррекции формы при перемещении инструмента относительно обрабатываемой поверхности по предварительно рассчитанной траектории. Основным отличием разработанного процесса от аналогов является использование метода магнитно-абразивной обработки (МАО) для создания полируемой зоны, что позволяет упростить конструкцию технологического оборудования и дает значительный экономический эффект.

Для реализации возможности полирования плоских поверхностей была разработана и изготовлена экспериментальная установка, позволяющая формировать полируемую зону на поверхности образца и осуществлять ее управляемое перемещение по заданной плоской траектории.

Представленный на рис. 1 станок с ЧПУ предназначен для магнитно-абразивного полирования плоских поверхностей заготовок из различных материалов диаметром 5 - 80 мм, толщиной 0,1 - 20 мм и позволяет уменьшать погрешность формы поверхности в 3...4 раза, а шероховатость – в 8...10 раз (достигаемое значение  $R_a$  - 1,5-2,0 нм) за общее время обработки 10-12 минут.

Дальнейшая работа по улучшению и оптимизации данного технологического процесса МАП позволит создать оборудование, имеющее ряд преимуществ над существующими коммерческими аналогами.

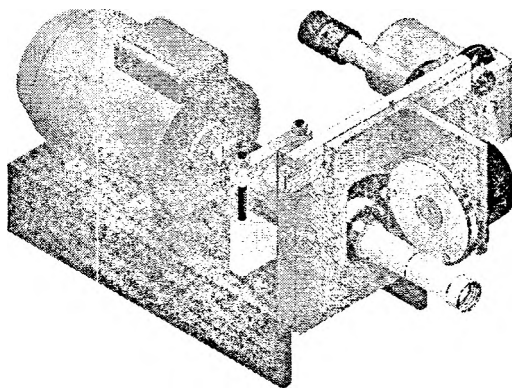


Рис. 1. Трехмерная модель экспериментальной установки

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ИЗГИБНЫХ КОЛЕБАНИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ АЛМАЗОНОСНОГО СЛОЯ НА РАСПИЛОВОЧНЫХ ДИСКАХ

Студенты гр.113214 Ольгомец А.И., Балохонova Н.В.,  
кандидат техн. наук, профессор В.Т. Минченя  
*Белорусский национальный технический университет*

Важнейшим этапом в технологии изготовления распиловочных дисков, определяющим уровень их эксплуатационных показателей, является формирование на их поверхностях алмазноносного (режущего) слоя путем закрепления тем или иным способом зерен алмазных микропорошков. Известен способ двустороннего ультразвукового шаржирования распиловочных дисков промежуточным деформирующим элементом [1]. К недостаткам данного способа можно отнести перегрев вращающихся ультразвуковых преобразователей, быстрый износ подшипников и токосъемных устройств, что ведет к снижению надежности.

В конструкции установки, представленной на рис. 1, для формирования

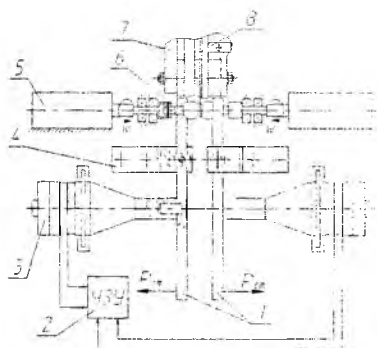


Рис. 1. Схема установки для формирования алмазноносного слоя

алмазноносного слоя, используются изгибные колебания, которые создаются при помощи промежуточных поворотных балок 1 работающих в условиях резонанса. Такая схема позволяет получить в рабочей зоне амплитуду колебаний необходимой величины при малой мощности возбуждения от ультразвуковых преобразователей 3. Снижение мощности ультразвуковых преобразователей, вынос их из зоны обработки уменьшает температурный перегрев преобразователей и позволяет им длительно работать при отсутствии принудительного охлаждения. Переход от вращающихся преобразовате-

лей к неподвижным, позволяет избавиться от токосъемников. Надежность системы увеличивается в 1,5 раза.

### Литература

1. Киселев, М.Г. Ультразвук в поверхностной обработке материалов / М.Г. Киселев, В.Т. Минченя, В.А. Ибрагимов. – Мн.: Тесей, 2001. – 344 с.

## КАТЕТЕРНЫЙ ДАТЧИК ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

Студент гр. 113714 Рабцевич А.В.

кандидат техн. наук, доцент Н.Т. Миничья

*Белорусский национальный технический университет*

Устройство относится к медицинской технике и может быть использовано для измерения давления крови пациента через катетер, устанавливаемый непосредственно в полостях сердца и кровеносных сосудах.

Инвазивный мониторинг АД позволяет получать информацию о систолическом, диастолическом и среднем АД в каждый отдельно взятый момент времени. По кривой АД можно судить о гемодинамическом эффекте аритмии, о постнагрузке и сократительной способности миокарда.

В настоящей работе была предпринята попытка разработать миниатюрный, надёжный и обеспечивающий достаточную точность измерения датчик давления.

Датчик состоит из корпусных деталей 1 и 2, включённых дифференциально катушек индуктивности 3, чувствительного элемента в виде плоской мембраны 4 и магнитного якоря 5, соединённого с мембраной в её центре. Для подвода жидкости, в нижнюю крышку корпуса ввинчивается штуцер 6 с герметизирующей шайбой 7.

Давление крови передаётся на физиологический раствор, который заполняет подмембранную камеру и непосредственно воздействует на мембрану 4. Якорь 5 совершает перемещения, равные прогибу центра мембраны. В результате этого перемещения изменяется индуктивность катушек, что и регистрируется в аналоговой форме. Затем сигнал поступает на вход АЦП микроконтроллера, после которого выходит в цифровой форме. Такой сигнал можно подать на ЖК-индикатор или на ЭВМ для последующей программной обработки и визуализации.

Мембрана в диапазоне измерений (20-300 мм. рт. ст.) имеет линейную характеристику. Собственная частота колебаний мембраны  $f_0 = 4$  кГц. Индуктивность катушек  $L = 1$  мГн, расчётная чувствительность  $S = 3,478$  Гн/м (для варианта с двумя катушками). Размеры датчика (DxL): 20x35 мм. Он позволяет вести непрерывный мониторинг давления с точностью  $\pm 0,5$  мм.рт.ст., которая достигается особым расположением катушек индуктивности 3 относительно якоря 5.

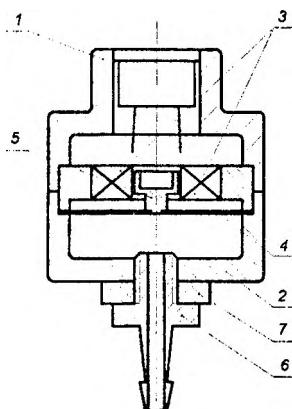


Рис. 1. Эскиз датчика

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ КАРЕТКИ БИНОКУЛЯРНОЙ НАСАДКИ

Студент группы 113125 Рогожинский Е.Ю.,  
кандидат техн. наук, профессор В.И. Шамкалович  
*Белорусский национальный технический университет*

С целью применения новаторских решений в современном приборостроении, а также для улучшения эргономических и эстетических параметров разрабатываемых приборов часто применяют автоматизацию различных процессов. В микроскопе спектральном люминесцентном, предназначенном для экспертно-криминалистических исследований материалов, документов, денежных знаков и ценных бумаг и для проверки их подлинности, выпускаемым ООО "Регула", был автоматизирован процесс перемещения каретки с бинокулярной насадкой по горизонтальной направляющей. Автоматизация заключается в использовании ременной передачи и двигателя, который приводит во вращение механизм перемещения каретки.

На рис. 1 и рис. 2 показаны предметный столик и каретка для предметного столика.



Рис. 1. Предметный столик

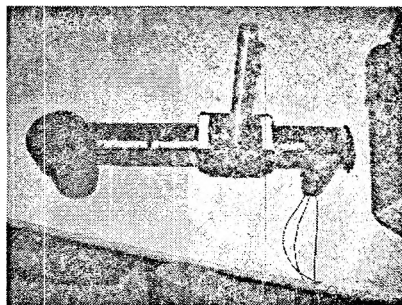


Рис. 2. Каретка для предметного столика

В результате автоматизации оператор освобождается от ручного перемещения каретки по направляющей, а может непосредственно сфокусировать свое внимание на объекте наблюдения, что приводит к повышению точности перемещения бинокулярной насадки и повышению точности проводимых исследований.

## СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ КОЛЕННЫХ МОДУЛЕЙ

Студент гр. 113714 Рябцев А.В.,  
ст. преподаватель В.Л. Габец

*Белорусский национальный технический университет*

Протезирование – комплекс медико-социальных мероприятий, направленных на возмещение анатомических и функциональных дефектов человека с помощью протезно-ортопедических средств и приспособлений.

Перед вводом протезов в эксплуатацию они должны пройти ряд испытаний в соответствии со стандартом СТБ ИСО 10328-2003 «Протезирование. Испытания конструкции протезов нижних конечностей».

Для ускорения получения объективных данных был разработан стенд для испытания коленных модулей, характер испытания на котором приближен к условиям нагрузки протезов в опорный период шага. Разработанный стенд может работать в двух режимах: испытание коленного модуля на динамическую нагрузку и испытание коленного модуля на статическую нагрузку.

В качестве механизма нагружения в данном стенде используется гидропривод, который обладает рядом преимуществ, перед рычажными системами на основе электродвигателя: малый вес и объем, приходящиеся на единицу передаваемой мощности, простота осуществления бесступенчатого регулирования скоростей, высокая степень редукции, высокий коэффициент полезного действия, надежность, устойчивость заданных режимов работы, простота управления, обслуживания, а также универсальность применения.

К недостаткам стенда можно отнести: использование программируемого контроллера ПЛК, что увеличивает стоимость, габаритные размеры и приводит к неоправданно большому запасу производительности; использование датчика давления с токовым выходом для регулирования силы воздействия на испытуемый образец, что обуславливает большое влияние на процесс измерения условий окружающей среды; длинная цепь преобразования, состоящая из полости гидроцилиндра, подводящих трубопроводов, надклапанных областей, фильтра, бака с жидкостью, датчика давления, АЦП, что, несомненно, приводит к большим потерям на пути движения измеряемой информации.

Для устранения вышеперечисленных недостатков в конструкцию стенда внесены следующие изменения: схема управления построена на основе микроконтроллера, что уменьшает габариты и стоимость; в качестве датчиков силы введены тензорезисторы, которые позволяют измерять усилие непосредственно в точке ее приложения с последующей передачей сигнала на АЦП и обработкой его микроконтроллером.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ВИБРАТОРА ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ РЕЖУЩИХ СВОЙСТВ АЛМАЗНЫХ ОТРЕЗНЫХ КРУГОВ ЗА СЧЕТ НЕПРЕРЫВНОЙ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ПРАВКИ**

Студент гр.113214 Ю.А.Савич,  
кандидат техн. наук А.В. Дроздов

*Белорусский национальный технический университет*

В промышленности широкое применение находят алмазные инструменты, и в частности отрезные круги, различных типоразмеров. Наибольшее распространение получили алмазные инструменты на металлических связках, что вызвано их высокой прочностью, износоустойчивостью, а также способностью прочно удерживать зерна алмаза [1]. При этом такие инструменты работают либо с постепенным снижением режущих свойств до полного затупления, либо в режиме самозатачивания при пониженных режущих свойствах. Кроме того, они подвержены засаливанию межзернового пространства. Известен способ алмазно-эрозионного шлифования, который позволяет поддерживать режущие свойства алмазных инструментов на металлических связках на высоком уровне. Однако производительность такого способа правки определяется характером расположения микровыступов на рабочей поверхности алмазного инструмента и на правящем электроде, что затрудняет управление процессом. Для устранения указанного недостатка авторами предложено осуществлять принудительный разрыв контакта между правящим инструментом и обрабатываемым диском в процессе непрерывной электроконтактной правки за счет электромагнитного вибратора. Это позволяет регулировать длительность и частоту разрядов электрического тока, изменяя объем удаляемого из межзернового пространства связки и шлама. Использование вибратора электромагнитного типа вызвано следующими его преимуществами: простота регулирования амплитуды и частоты вынужденных колебаний, надежностью и долговечностью в работе, малые габариты и масса, что позволяет встраивать его в установки для резки, получение направленных вынужденных колебаний. Исходя из этого, целью данной работы явилось разработка конструкции электроконтактного вибрационного устройства, позволяющего поддерживать режущие свойства алмазных отрезных кругов непосредственно в процессе их работы.



## МОДУЛЬ СИЛОВОЙ АВТОНОМНЫЙ

Студент гр. 113224 Савко В.Ю.,  
ст. преподаватель В.С. Колесников  
*Белорусский национальный технический университет*

Целью работы является разработка мотокультиватора на гусеничном ходу, который управляется с помощью пульта ДУ.

Мотокультиватор применяется на приусадебных участках и является наиболее удобным для обработки земли небольшой площади. Изделие относится к малогабаритной почвообрабатывающей технике, и может использоваться для междурядной обработки сельскохозяйственных культур, а также для обработки почвы в садах, на приусадебных участках, в теплицах. Для мелких и отделочных работ. Там, целью работы является разработка гусеничного мотокультиватора, где речь идет об уходе за цветочными или огородными грядками. Используются для фрезерования, рыхления земли.

При выполнении работы достигнуты следующие результаты:

1. Выбрана принципиальная схема изделия
2. Произведены расчеты подтверждающие работоспособность и надежность изделия
3. Работа содержит чертеж общего вида изделия и документацию

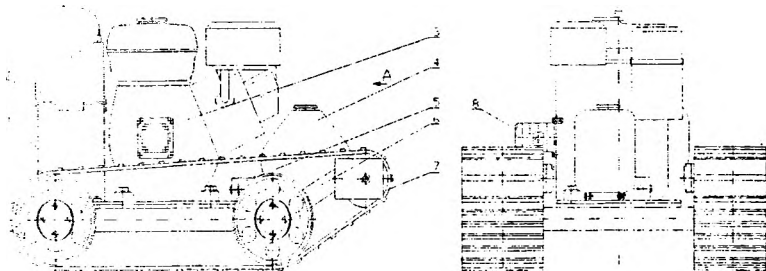


Рис. 1. Основные узлы изделия

1 – аккумулятор; 2 – модуль управления; 3 – двигатель; 4 – бак масляный;  
5 – гидравлический распределитель; 6 – корпус; 7 – гусеница; 8 – гидравлический мотор.

## КОМПЕНСАЦИЯ МЕТОДИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ КРУГЛОСТИ

Студентка гр.113226 Ю.О.Саган,  
доцент Е.Г. Зайцева

*Белорусский национальный технический университет*

Способ измерения отклонений от круглости наружных номинально цилиндрических поверхностей с применением призмы прост в реализации, но при этом имеется значительный недостаток – методическую погрешность. Значение погрешности является функцией огранки (количества и характера неровностей на периметре детали), угла призмы и угла наклона линии измерения к биссектрисе угла призмы.

Призма является линейным фильтром гармоник, при этом отклонение от круглости можно рассматривать как входной сигнал, а результат измерений в призме – как выходной [1]. Найти входной сигнал по выходному и характеристикам фильтра удобно в, используя спектральную область. Поэтому актуальной является разработка автоматизированного комплекса. Комплекс представляет собой: устройство для базирования детали в призме, измерительный элемент, системы обработки и индикации сигнала. Результаты измерений преобразуются в электронный сигнал, обрабатываются и отражаются на устройстве индикации. Возможно оптимизация параметров измерительной призмы и положения наконечника, с целью автоматической минимизации и констатации методической погрешности измерений в призме [2].

Эта разработка весьма перспективна и экономична. Автоматизация установки снизит затраты времени, а небольшие габариты установки сделают ее удобной в применении. Детали типа вала используется во всех областях строительства и производства [3].

### Литература

1. Авдулов, А.Н. Контроль и оценка круглости деталей машин / А.Н. Авдулов – М.: Изд. стандартов. –1974.
2. Дунин-борковский, И.В. Измерение и анализ шероховатости, волнистости и некруглости поверхности / И.В. Дунин-борковский, А.Н. Карташова – М.: Машиностроение, 1978. – 232 с.
3. Авдулов, А.Н. Современные приборы для контроля круглости / А.Н. Авдулов. – М., 1970. – 59 с.

**ИНФРАКРАСНОЕ 3-D СКАНИРОВАНИЕ**

Студент гр.113224 С.А.Саракач, доцент Е.Г. Зайцева  
*Белорусский национальный технический университет*

Инфракрасное излучение, испускаемое техническими и биологическими объектами, содержит информацию о пространственном и временном распределениях тепловой энергии в данных телах. Такая информация необходима как в технике для анализа параметров производственных процессов, так и в медицине для оперативной диагностики ряда заболеваний.

В настоящее время известны четыре поколения тепловизионных приборов. Нулевое поколение основано на применении одиночных приемников излучения и двумерной развертки изображения с помощью сканирующей оптико-механической системы. Первое поколение – на применении одномерных линеек фотоприемников и одномерной оптико-механической развертки изображения. Второе поколение – на применении матриц фотоприемников в виде 2-6 линеек с временной задержкой и накоплением и одномерной оптико-механической развертки изображения. Последнее, третье поколение основано на применении «смотрящих» фокально-плоскостных двумерных многоэлементных матриц фотоприемников без использования оптико-механических систем развертки изображения. Все вышеперечисленные тепловизионные приборы обеспечивают запись и воспроизведение плоских тепловых изображений, то есть в них отсутствует информация о распределении теплового излучения по глубине объекта.

В предложенной тепловизионной системе обеспечивается запись и воспроизведение трехмерного теплового изображения, что позволяет получить полную информацию о пространственном и временном распределении теплового излучения внутри объекта в удобной для восприятия форме.

Предложенный способ включает одновременную запись инфракрасного излучения тепловизорами из множества точек пространства. Обработка сигналов, полученных из тепловизоров, в электронном блоке обеспечивает одновременное воспроизведение в видимой области множества плоских, записанных одновременно всеми тепловизорами инфракрасных изображений. Расположение дисплеев, на которых воспроизводится множество плоских изображений, геометрически подобно расположению болометрических матриц тепловизоров. Воспроизведение объемного инфракрасного изображения осуществляется оптической матрицей.

## МЕДИЦИНСКИЙ РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Студенты гр.113716 Ситников А.С<sup>1</sup>, гр.307 Кравец Д.Ю.<sup>2</sup>,  
кандидат техн. наук, доцент М.И. Филонова<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>*Белорусский государственный медицинский университет*

Медицинские инструменты издавна являются необходимыми техническими средствами во многих медицинских специальностях. Под медицинским инструментом понимается техническое устройство, предназначенное для выполнения профилактических, диагностических, лечебных, исследовательских манипуляций и процедур, удерживаемое в руке и приводимое в действие мышечной силой человека или являющееся сменным рабочим органом медицинского аппарата (машины). К медицинским инструментам относятся изделия, предназначенные для проведения определенных манипуляций на органах и тканях человеческого организма с целью механического воздействия на них, а также определенных действий с материалами, применяемыми при этих манипуляциях.

Практически любое хирургическое вмешательство сопровождается разрезанием биологических тканей. Качество выполнения разреза во многого предопределяет благоприятный исход операции, полноценную жизнедеятельность органов, испытавших воздействие режущего инструмента, в послеоперационном периоде.

Травматическое воздействие рабочих элементов инструментов на ткани должно быть минимальным. Это условие является основным при проектировании медицинских режущих инструментов.

Важнейшим требованием, предъявляемым к медицинским инструментам, особенно применяемым при операционном вмешательстве, является высокое качество.

### Литература

1. Сабитов, В.Х. Медицинские инструменты / В.Х. Сабитов. – М.: Медицина, 1985.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКА В ПРОЦЕССЕ  
ПОДШАРЖИРОВАНИЯ РАСПИЛОВОЧНОГО ДИСКА С ЦЕЛЬЮ  
ПОВЫШЕНИЯ ЕГО РЕЖУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ**

Студент гр.113715 Столяров А.А.,  
доктор техн. наук, профессор М.Г. Киселев  
*Белорусский национальный технический университет*

В данной статье приводятся описание и результаты экспериментов, проведенных с целью оценки эффективности применения ультразвука в процессе подшаржирования распиловочных дисков, осуществляемого с целью повышения их режущей способности. Для проведения экспериментов применялась промышленная распиловочная секция станка модель ШП2, дополнительно оснащенная устройством для подшаржирования с ультразвуком торцевой поверхности распиловочного диска. В ходе распиливания каждого образца из синтетического корунда (твердость 9 единиц по шкале Мооса) определялась продолжительность операции, а затем фактическая площадь распиленной поверхности. На основе полученных значений рассчитывалась величина интенсивности процесса при обычных условия подшаржирования и с применением ультразвука. Эксперименты проводились при следующих условиях: статическая нагрузка на образец составляла 2,8 Н; скорость резания 9,5 м/с; резонансная частота ультразвукового преобразователя составляла 27,6 кГц; амплитуда колебаний выходного торца концентратора в ненагруженном состоянии 8-10 мкм.

На основе систематизации и анализа результатов экспериментов установлено: применение ультразвука создает условия для виброударного взаимодействия поверхности накатного ролика, содержащей алмазную суспензию с торцевой поверхностью распиловочного диска, что благоприятно сказывается на попадании алмазных зерен в зону обработки; повышается его режущая способность на 48 % по сравнению с традиционным подшаржированием.

**Литература**

1. Киселев, М.Г. Ультразвук в поверхностной обработке материалов / М.Г. Киселев, В.Т. Минченя, В.А. Ибрагимов. – Мн., «Тесей», 2001. – 344 с.

**ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ, СООБЩАЕМЫХ  
НАКАТНОМУ РОЛИКУ ПОД УГЛОМ НА УСЛОВИЯ ЕГО  
КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПОДВИЖНЫМ  
ОСНОВАНИЕМ**

Студент гр.113715 Столяров А.А.,  
доктор техн. наук, профессор М.Г Киселев  
*Белорусский национальный технический университет*

В статье предложена математическая модель контактного взаимодействия ролика с жестким подвижным основанием при сообщении ролику ультразвуковых колебаний, направленных под углом к вертикальной оси, позволяющая исследовать влияние угла введения колебаний и их интенсивности на силовые, временные и скоростные параметры этого процесса. В частности, получена аналитическая зависимость для расчета угловой скорости вращения ролика при ультразвуковом воздействии в зависимости от угла введения колебаний, их интенсивности, статической нагрузки, скорости движения основания, массы и радиуса ролика при условии сохранения виброударного режима взаимодействия ролика с поверхностью подвижного основания. Представлен механизм влияния ультразвуковых колебаний на характер изменения угловой скорости вращения ролика при его попутном и встречном взаимодействии с поверхностью подвижного основания. Показано, что посредством ультразвукового возбуждения накатного ролика (деформирующего инструмента) становится возможным за счет изменения направления введения колебаний и их интенсивности целенаправленно и в широком диапазоне влиять на условия его контактного взаимодействия с обрабатываемой поверхностью, включая управление как угловой скоростью вращения накатного ролика, так и его направлением.

**Литература**

1. Киселев, М.Г. Ультразвук в поверхностной обработке материалов / М.Г. Киселев, В.Т. Минченя, В.А. Ибрагимов. – Мн.: «Тесей», 2001. – 344 с.
2. Северденко, В.П. Ультразвук и пластичность / В.П. Северденко, В.В. Клубович, А.В. Степаненко. – Мн.: Наука и техника, 1976. – 448 с.

## УСТАНОВКА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ГИБКИХ ВОЛНОВОДНЫХ СИСТЕМ

студент гр. 113215 Стрельцов А.В., аспирант Луговой И.В.,  
кандидат техн. наук, профессор В.Т. Минченя  
*Белорусский национальный технический университет*

В последнее время развивается новый способ восстановления проходимости сосудов с использованием ультразвука. Для передачи ультразвуковой энергии в зону обработки используются гибкие волноводы с диаметром рабочей части 0,4–0,6 мм. и длиной не менее 400 мм. [1]

Основными параметрами характеризующими работоспособность гибких волноводов являются амплитудно-частотные характеристики и изгибная жесткость. Контроль этих параметров необходим для обеспечения их взаимозаменяемости при проведении комплекса мероприятий по восстановлению проходимости сосудов.

В работе приводится обзор существующих конструкций и устройств для восстановления проходимости артериальных сосудов, изучены акустические волноводные системы применяемые для ультразвукового тромболитика, изучены особенности наиболее распространенных конструкций волноводов-концентраторов.

Приводится описание методики и экспериментального образца установки для контроля акустических параметров и изгибной жесткости гибких волноводов. Установка состоит из программного привода продольного перемещения волновода, устройства автоматического нагружения и блока регистрации прогиба волновода в контрольных точках. Одновременно, с помощью бесконтактного индуктивного преобразователя осуществляется измерение амплитудно-частотных характеристик волноводов при их изгибе в контрольных точках.

Таким образом, предложенная конструкция установки позволяет контролировать жесткость двух участков волновода которые при проведении реанализации находится непосредственно внутри сосуда и определять акустические параметры волноводов.

### Литература

1. Bubulis, A. Experimental investigation of ultrasound vibrations of a flexible waveguide / A. Bubulis, V.Minchenya, V.Jurenas, M.Valaika // *Vibromechanika. Journal of Vibroengineering.* – 2008. – V. 10, № 1. – P. 74–78.

**КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО В РБ**

Студент гр.301413 Хартанович О. А.

*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время на предприятиях РБ активно внедряются различные комплексы программ проектирования. Многие из них оснащены библиотеками стандартных элементов и приложениями для проверочных расчетов, но не всегда функциональные возможности разработанных программ соответствуют требованиям предприятий. Есть несколько ведущих предприятий, которые успешно освоили 3D моделирование и активно используют возможности моделирования и проверочных расчетов, но основная масса предприятий находится в поиске наиболее экономичного программного продукта, позволяющего решать поставленные задачи.

Примером программного продукта, учитывающего особенности развития отечественных предприятий является комплекс программ «КОМПАС». Основная задача, решаемая системой КОМПАС-3D – моделирование изделий с целью существенного сокращения периода проектирования и скорейшего их запуска в производство. Эти цели достигаются благодаря возможностям быстрого получения конструкторской и технологической документации, необходимой для выпуска изделий; передачи геометрии изделий в расчетные пакеты; передачи геометрии в пакеты разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ; создания дополнительных изображений изделий [2].

Современное проектирование основывается на создании трехмерных моделей и проведении всех необходимых расчетов и испытаний в специальных программах, а не в лабораториях и на полигонах. Хотя многие программы не способны создать реальные условия испытаний, некоторые параметры можно получить на этапе проектирования без создания опытного образца. При проектировании продукта на основе прототипа, многие используют контрольно измерительные машины (трехмерные сканеры), позволяющие с большой точностью измерить прототип и создать трехмерную модель для дальнейшего использования. При условии совместности программ контрольно измерительных машин (трехмерных сканеров) и конструкторских программ для проектирования, время постановки продукции на производство уменьшается в 2 раза [1].

**Литература**

1. Казацкий, А.В. Восстановительные технологии: учебно-методическое пособие / А.В. Казацкий, А.С. Савич, В.К. Ярошевич – Мн.: БНТУ, 2005.

2. КОМПАС-3D. Официальный сайт ЗАО «АСКОН». – Санкт-Петербург. 2009. –**Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.** <http://www.ascon.ru>



## МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЬЦЕВЫХ ВОЛНОВОДОВ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТЕРАПИИ ОПУХОЛЕЙ

Аспирант Чиж Д.В.<sup>1</sup>, магистрант Солейман-Нежад М.<sup>2</sup>, студентка гр.  
113626 Юрчик Е.Н.<sup>2</sup>,  
канд. техн. наук, проф. В.Т. Минченя<sup>2</sup>, канд. техн. наук Д.А. Степаненко<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>*Белорусская медицинская академия последипломного образования*  
<sup>2</sup>*Белорусский национальный технический университет*

Одним из эффективных средств терапии злокачественных опухолей является использование ультразвуковых волн, которые могут применяться для абляции и гипертермии опухолей, а также подавления пролиферации и стимуляции апоптоза неопластических клеток. В первом случае используются сфокусированные волны высокой интенсивности с частотой 0,5-4,0 МГц, позволяющие воздействовать на опухоль неинвазивным образом, а во втором – волны малой и средней интенсивности с частотой 20-80 кГц. Известны гипотезы, связывающие воздействие ультразвука малой интенсивности на опухоли с изменением направления переноса энтропии и информации между нормальными и неопластическими клетками, а также с образованием активного кислорода в результате сонохимических реакций.

Как показано авторами, воздействие на поверхностные опухоли ультразвуком малой интенсивности с помощью кольцевых волноводов позволяет существенно снизить дозы облучения при последующей лучевой терапии. Однако механизм взаимодействия волновода с инсонифицируемой опухолью требует дополнительного исследования, в частности, проверки гипотезы о возможности фокусировки волны с помощью кольцевого волновода. В связи с этим было проведено компьютерное моделирование процессов, возникающих при взаимодействии волновода с опухолью. Моделирование производилось методом модального анализа с помощью конечно-элементного пакета ANSYS. Инсонифицируемая биологическая ткань представлялась в виде предварительно напряженного в радиальном направлении цилиндрического объема, наружная поверхность которого контактирует с кольцевым волноводом с прямоугольным поперечным сечением. Для согласования колебательных смещений наружной поверхности ткани и внутренней поверхности волновода производилось «склеивание» этих поверхностей. Так как деформация ткани может возникать лишь при колебаниях кольца в плоскости, перпендикулярной его оси, рассматривалась верхняя половина кольца с наложением симметричных граничных условий на нижнюю поверхность. Показано, что для некоторых собственных форм колебаний в центре инсонифицируемой ткани возникает максимум деформаций, что свидетельствует о возможности геометрической фокусировки ультразвука в ткани.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ЮВЕЛИРНЫХ КАМНЕЙ

Студентка Щербина С.А., аспирант Луговой И.В.

кандидат техн. наук, доцент В.П. Луговой

*Белорусский национальный технический университет*

Отсутствуют справочные рекомендации по выбору режимов резания ювелирных камней и назначению оптимального технологического процесса обработки, за исключение работы [1], в которой приводится коэффициент, равный отношению конечной шероховатости к начальной (до обработки)  $K = R_k/R_n$ . Его значение может принимать  $0 < K < 1$ . Однако не приведен метод прогнозирования шероховатости при обработке камней.

Сравнительные эксперименты по определению величины шероховатости поверхности камней инструментами с различной зернистостью различной твердости показали, что процесс формирования шероховатости можно описать уравнением  $y = A + kx^m$ , которое можно выразить част-

ными случаями в виде

$$\begin{cases} y = A + k\sqrt{x} = A + kx^{1/2} \\ y = A + kx \\ y = A + kx^n \end{cases}$$

где  $y = R_n$ ,  $x$  – размер зернистости абразива и  $m = 1, \frac{1}{n}, n$  коэффициент, зависящий от твердости материала. Теоретически графики этих зависимостей, выражающие изменение шероховатости поверхности от зернистости имеет различные формы кривых.

Таким образом, шероховатость поверхностного слоя твердых камней начинает формироваться при обработке абразивами относительно больших размеров на этапе черновой обработки и завершается и стабилизируется раньше, чем у мягких камней, так как глубина внедрения единичного зерна сравнительно меньше, чем при обработке мягких материалов, у которых формирование микрорельефа длится на всем протяжении процесса обработки, включая окончательную полировку.

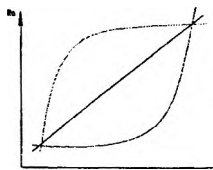


Рис. 1.

### Литература

1. Дубова, М. Чистовое шлифование ювелирных камней / Дубова М. [и др.] // Труды ВНИИЮвелирпром. – 1986.

**ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ РЕЗОНАНСНЫХ МЕТОДОВ  
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УПРУГИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ**

Студентка гр. 113626 Юрчик Е.Н.,  
кандидат техн. наук Д.А. Степаненко  
*Белорусский национальный технический университет*

Одной из важнейших задач, возникающей при создании новых материалов и испытании качества изделий, является определение упругих свойств, которое может производиться с помощью механических методов и ультразвука. Эта задача особенно актуальна для композиционных материалов и для испытания микромеханических систем.

Определение упругих свойств с помощью УЗ осуществляется методом резонансной ультразвуковой спектроскопии, который основан на измерении резонансных частот исследуемого образца. Достоинством данного метода является неразрушающий характер и возможность определения упругих постоянных для образцов сложной геометрической формы. Измерения могут выполняться бесконтактным способом с возбуждением колебаний образца с помощью лазерного излучения, акустической радиационной силы. Помимо резонансных частот для определения упругих постоянных необходимо иметь информацию о форме колебаний. Такая информация может быть получена с помощью метода фотоупругости, лазерной доплеровской виброметрии, фигур Хладни и голографической лазерной интерференции.

Математически расчет упругих постоянных порезонансным частотам представляет собой обратную задачу, которая решается итеративным методом и сводится к последовательности прямых задач. На каждом шаге итерации задается приближение упругих постоянных, по которому рассчитываются резонансные частоты и величина невязки между расчетными и экспериментальными частотами. Последовательность приближений строится таким образом, чтобы минимизировать функцию невязки, для чего могут использоваться стандартные методы оптимизации. Решение последовательности прямых задач может производиться вариационным методом или методом конечных элементов (МКЭ). Достоинствами последнего являются возможность применения стандартного программного обеспечения и расчета собственных частот для тел сложной формы.

В данной работе рассматривается задача об определении упругих постоянных тела в виде диска по двум резонансным частотам. Возникающая последовательность прямых задач решается двумя способами: аналитическим с использованием программы MathCad и с помощью МКЭ с применением программы ANSYS. Для минимизации функции невязки используется метод градиентного спуска. Рассматриваемая задача благодаря своей простоте дает наглядное представление о методах, положенных в основу РУС, и может быть использована в учебном процессе при изучении таких курсов как «Физические основы измерений» и «Электроакустическое медицинское оборудование».

УДК 666.01

**СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ  
МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ  $\text{Bi}_2\text{O}_3 - \text{TiO}_2$** 

Студентка гр. 9, 5 курс Дробышевская А.Г.,  
кандидат техн. наук, Е.М. Дятлова

*Белорусский государственный технологический университет*

Разработка и выпуск современного оборудования для новой техники в значительной степени зависит от применения прогрессивных материалов, среди которых значительная роль принадлежит материалам конденсаторной керамики. Для исследования выбрана система  $\text{Bi}_2\text{O}_3 - \text{TiO}_2$ . Образцы состава  $\text{Bi}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{TiO}_2$ ,  $2\text{Bi}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{TiO}_2$  были получены прессованием из порошков с последующим обжигом при температуре 1150 °С.

Изучены физико-химические характеристики опытных образцов (плотность, пористость, водопоглощение, диэлектрическая проницаемость, удельное электрическое сопротивление, термическое расширение). Выявлена взаимосвязь между исходным составом и свойствами материалов, их фазовым составом и структурой. Установлено, что с ростом температуры увеличивается скорость возрастания диэлектрической проницаемости до тех пор, пока не достигается точка Кюри, после чего происходит резкий спад свойств. Такое поведение свидетельствует о разрушении доменной структуры, т.е. материал перестает быть сегнетоэлектриком. Также с увеличением содержания оксида висмута (III) происходит смещение максимума в сторону более низких температур, что объясняется следующим образом. В состав оксида висмута (III) входит катион, связи которого с ионами кислорода неравноценны из-за наличия свободной электронной пары на внешней оболочке, что приводит к искажению связей, возникновению диполей, спонтанной поляризации и доменной структуры. Показатели термического расширения полученных образцов имеет линейную зависимость от температуры в измеряемом интервале, следовательно, ТКЛР постоянный и равен  $(8-9) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . Такая зависимость указывает на отсутствие полиморфных превращений, связанных с изменением объема и равномерность возникающих напряжений, что является благоприятным для технической керамики и позволяет использовать ее в относительно широком интервале температур.

**ВЫСОКОКРЕМНЕЗЕМИСТАЯ КЕРАМИКА  
ДЛЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИХ КЛЮЧЕЙ  
рН-МЕТРИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ**

Студент гр. 9, 5 курс Ефимова П.П.

кандидат техн. наук, доцент Е.М. Дятлова

*Белорусский государственный технологический университет»*

Керамические электролитические ключи должны обладать химической устойчивостью, определенной проницаемостью и высоким термическим расширением, поскольку спаиваются с электровакуумными стеклами, имеющими ТКЛР  $> 9,5 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ . Для исследования была выбрана высококремнеземистая область системы  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ .

При синтезе материалов в качестве исходных использовались различные кремнезем- и глиноземсодержащие компоненты: аморфный кремнезем, кремнегель, технический глинозем, огнеупорная глина, каолин, а также вещества, содержащие  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{SiO}_2$ , полученные методом химического соосаждения. Опытные образцы обжигались при температурах 1150, 1200, 1250, 1300 °С.

Изучены физико-химические характеристики опытных образцов (плотность, пористость, водопоглощение, кислотостойкость, прочность при изгибе и удельное электрическое сопротивление). Выявлена взаимосвязь между видом, количественным соотношением компонентов, условиями синтеза и свойствами материалов, их фазовым составом и структурой. Использование химически чистых материалов и продуктов химического соосаждения значительно увеличивают стойкость опытных образцов к кислоте.

Установлено, что требуемые высокие значения ТКЛР керамики обеспечиваются присутствием в качестве основной кристаллической фазы кристобалита и небольших количеств кварца и муллита.

На основе анализа опытных данных выбран оптимальный состав материала с ТКЛР  $9,6 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ , обладающий требуемыми показателями пористости, обеспечивающими заданную проницаемость.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлена возможность получения в исследованной системе материалов, обладающих высокими значениями температурного коэффициента линейного расширения. Разработанный материал оптимального состава имеет необходимые значения механической прочности и пористости, что предопределяет его использования в качестве электролитического ключа для спаяв с электродными стеклами, применяемыми в рН-метрических приборах.

## РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ ЭЛЕКТРОДНЫХ СТЕКОЛ ДЛЯ ВЫСОКОЩЕЛОЧНЫХ СРЕД

Студентка гр. 8, 5 курс Кишук Е.В.

доктор техн. наук, профессор Н.М. Бобкова

*Белорусский государственный технологический университет*

Создание щелочеустойчивых стекол для изготовления рабочей (активной) части стеклянного электрода (1 на рис. 1) на основе силикатных систем является весьма проблематичной задачей. Используемые в настоящее время такие стекла быстро теряют свои электродные свойства в период эксплуатации, не обеспечивая необходимый срок службы электрода. Известно, что эффективное влияние на повышение щелчестойкости силикатных стекол оказывает введение  $ZrO_2$ . Однако, содержание  $ZrO_2$  в составах электродных стекол свыше 2 мол. % в ряде случаев приводит к ухудшению их электродных свойств. Повышается щелчестойкость стекол и за счет оксидов щелочноземельных металлов, но при этом установлено, что введение  $BaO$  наиболее эффективно с точки зрения расширения области водородной функции в щелочной области, чем введение  $MgO$  или  $CaO$ . В связи с вышесказанным разработка составов щелочеустойчивых электродных стекол велась с введением оксидов  $ZrO_2$  и  $BaO$  в системе  $SiO_2-La_2O_3-Li_2O-K_2O(Cs_2O)$ , являющейся основой наиболее известных электродных стекол.

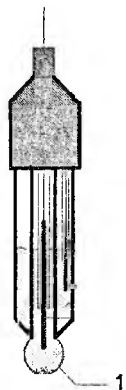


Рис. 1. Схема стеклянного электрода

Синтез стекол осуществлялся в электрической печи при  $1300\text{ }^{\circ}\text{C}$  с выдержкой при максимальной температуре 5 часов. Изучались кристаллизационная способность стекол, температура начала размягчения, температурный коэффициент линейного расширения, щелчестойкость (потери массы в  $\text{мг/дм}^3$ ) при выдержке в течение 7 суток в растворе  $1\text{н NaOH}$  и при кипячении в течение 3 часов в растворе  $1\text{н NaOH}+1\text{н Na}_2\text{CO}_3$ . Все разработанные стекла характеризуются высокой устойчивостью стеклообразного состояния, не проявляют признаков кристаллизации при выдержке 1 час в интервале температур  $600-1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что чрезвычайно важно при работе со стеклом на газовой горелке. Наиболее удовлетворительными свойствами по значению ТКЛР и щелчестойкости обладают стекла с содержанием  $ZrO_2$  2-4 и  $BaO$  3-5 мол. %. Согласно международной классификации DIN 12122 все стекла по щелчестойкости относятся к первому классу. Разработанные составы стекол отличаются высокой технологичностью и могут быть рекомендованы для изготовления рабочей части стеклянного электрода.

**ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ  
МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ  $\text{Na}_2\text{O} - \text{Co}_3\text{O}_4$**

Студентка гр.9, 5 курс Красуцкая Н.С.,  
кандидат техн. наук, Е.М. Дятлова,  
кандидат хим. наук, доцент А.И. Клындюк

*Белорусский государственный технологический университет*

Термоэлектрические материалы находят практическое применение в самых различных областях – от производства примитивных сумок-холодильников до использования в современных устройствах регулирования температуры или выработки электроэнергии на космических станциях, где надежность приборов гораздо важнее их стоимости. Для исследования была выбрана система  $\text{Na}_2\text{O} - \text{Co}_3\text{O}_4$ . Синтез образцов состава  $\text{Na}_{1,2}\text{Co}_2\text{O}_4$ ;  $\text{Na}_{1,2}\text{Co}_{1,9}\text{Cu}_{0,1}\text{O}_4$ ;  $\text{Na}_{1,2}\text{Co}_{1,9}\text{Ni}_{0,1}\text{O}_4$  проводился при температуре 920 °С.

Изучены физико-химические характеристики опытных образцов (плотность, пористость, термо-ЭДС, электропроводность, термическое расширение). Выявлена взаимосвязь между исходным составом и свойствами материалов, их фазовым составом и структурой.

В ходе исследований было установлено, что при замене ионов  $\text{Co}^{+3}$  на ионы  $\text{Cu}^{+2}$  и  $\text{Ni}^{+2}$  коэффициент термо-ЭДС увеличивается и это связано с повышением подвижности носителей заряда.

Исследование температурного расширения опытных образцов от исходного состава и температуры показало линейную зависимость от указанных факторов. Значения ТКЛР при этом колеблются от  $11,8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  до  $18,2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . Минимальное значение ТКЛР достигается в незамещенном образце и в образце с замещением кобальта на медь, наибольшее – у состава с замещением кобальта на никель (ТКЛР составляет  $18,2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ).

Сопоставляя результаты исследования фазового состава с результатами исследования физико-химических свойств образцов, можно сказать, что образование новых кристаллических фаз в керамическом материале не происходило, так как легирование проводилось в тех количествах, которые не оказывали влияние на свойства материалов.

## ОПТИЧЕСКАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ДЕФЕКТОВ ТОНКИХ ПЛЕНОК

Студенты гр. 540302 Забавская М.Ф., Майкова Е.А.,  
кандидат техн. наук, доцент Д.А. Котов  
*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

Одной из актуальных вопросов в современной микроэлектронике является качество нанесения тонких пленок. Требуются методики для статистической оценки количества поверхностных дефектов, вызванных внешними воздействиями и особенностями технологии. Методику можно разделить на три этапа: получение изображения; обработка изображения, включающая его оцифровку и выделение объектов; составление отчета.

Эксперимент проводился на микроскопе МИКРО 200-1. К видеовыходу микроскопа подсоединена камера Lumenera модели LU375C с разрешением 3 Мп. Микроскоп оснащен DIC контрастом, позволяющим получить квазидвумерное изображение поверхности с расширенной глубиной фокуса на увеличении 500 и 1000 крат.

В качестве образца была взята пластина с нанесенной методом вакуумного распыления тонкой пленкой диоксида кремния. При помощи программы AutoScan возможно проведение обработки изображения или пакета изображений автоматически или при помощи вложенных шаблонов последовательностей фильтров. После обработки изображения и привязки размеров проводится группировка выделенных объектов по классам. По результатам обработки составляется отчет, включающий сведения об образце и классах выделенных объектов.

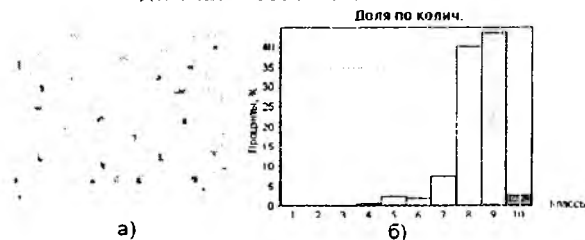


Рис. 1. Изображение поверхности пленки после графической обработки (а); гистограмма заполненности поверхности (б)

Отношение площади объектов ко всей обработанной площади 1,73 %.

Использование данной методики позволит оценить количество дефектов при нанесении тонких пленок на уже существующих технологических маршрутах или при изменении технологии процесса.



## КЛАССИФИКАЦИЯ ДИФфуЗИОННЫХ БАРЬЕРНЫХ СЛОЕВ ПРИ СОЗДАНИИ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ИС

Магистрант Козлов К.С.,  
кандидат техн. наук, доцент А.Г. Черных  
*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

В работе рассмотрен вопрос применения барьерных диффузионных слоев при создании медной металлизации. Проведен анализ существующих материалов диффузионных барьеров и составлена их классификация.

Выбор материала для барьерных слоев определяется в соответствии с требованиями, предъявляемыми к их функционированию. То есть предотвращение диффузии меди в изолирующие слои и подложку, а также обеспечение адгезии медных проводников к поверхности кремния. Соответственно для выполнения данных задач наиболее подходящими материалами являются тугоплавкие металлы и соединения на их основе.

Диффузионные барьеры могут быть классифицированы по пяти группам:

- 1) поликристаллические барьерные слои из переходных металлов;
- 2) поликристаллические или аморфные барьерные слои из сплавов переходных металлов;
- 3) поликристаллические или аморфные барьерные слои: переходные металлы – кремний (включая силицид);
- 4) поликристаллические или аморфные барьерные слои: переходные металлы – азот (включая нитриды), кислород (включая проводящий оксид) и бор (включая бориды);
- 5) аморфные трехкомпонентные и углеродные барьеры.

Основным критерием оценки эффективности барьерных диффузионных слоев является параметр термической стабильности. Проведен анализ термической стабильности барьеров на основе пленок TaN и TiN. Дegradация барьера оценивалась по электрическим характеристикам диодной структуры, сформированной на кремниевой подложке, что является более чувствительным методом, чем изменение свойств материалов. Установлено, что термическая обработка улучшает барьерную способность слоев TaN и TiN для всех образцов.

### Литература

1. Васильев, В.А. Барьерные слои для систем металлизации СБИС / В.А. Васильев, Д.С. Серегин, К.А. Воротилов. – Москва, 2008.

## ELECTRICAL PROPERTIES OF NiPdSi AND NiSi

аспирант кафедры электронной техники и технологий Коробко А.О.  
*Белорусский государственный университет информатики  
 и радиоэлектроники*

One of the express-control methods of phase transition and electrical properties of nickel silicides is measuring the sheet resistance, which is a criterion of the electronic quality of the sample and its correspondence to NiSi or NiSi<sub>2</sub> phase.

Thin Ni films with the addition of 10 at. % of Pd and for comparison pure Ni films were deposited on *n*-type (111) Si by dc magnetron sputtering system. The thickness of the deposited film, comprising either Ni or the mixture of Ni and Pd, was about 100 nm. The NiSi and Ni(Pd)Si films were formed by vacuum annealing of metal films on Si substrates in inert gas ambient. The measurement

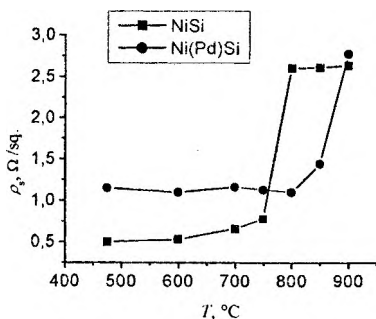


Fig.1. The sheet resistance of NiSi and Ni(Pd)Si films vs. temperature

of the sheet resistance of the pure and alloy nickel silicides was carried out using a four-point probe technique on the device IUS-3M. The analysis of the results, displayed in Fig.1, shows that NiSi films have low values of the sheet resistance in the temperature range of 475-750 °C. In the same range of temperatures the Ni(Pd)Si films have higher values of the sheet resistance, as it is seen from Fig.1. The higher values of the sheet resistance could be due to the presence of an additional metal (Pd), resulting in an initially higher value of the resistance. It is explained by the fact that at interaction of two types of conductors (metals) a series connection is formed, and therefore the values of the resistance are summed up. As it is seen from Fig. 1, a sharp increase (in 2-3 times) of the sheet resistance is noticed in the result of annealing of NiSi film at temperatures higher than 750 °C, which is due to the transformation of the monosilicide phase to the disilicide phase. For Ni(Pd)Si sample we can conclude that nickel monosilicide phase is stable up to 850 °C, as the sheet resistance does not alter much. At 900 °C it increases in two times, indicating that the phase transformation process has started or a severe agglomeration occurred.

Hence, in the extended temperature range it is noticeably better to use Ni(Pd)Si film as its resistance is more stable at higher temperatures.

**ФОРМИРОВАНИЕ ПЛЁНОК  $\text{SiO}_2$  ИОННО-ЛУЧЕВЫМ  
РАСПЫЛЕНИЕМ КВАРЦЕВОЙ МИШЕНИ**

Студент гр.410201 Кузьмин А.С.,  
ст. преподаватель Е.В. Телеш

*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

Для получения тонких пленок  $\text{SiO}_2$  широко применяется распыление оксидных мишеней. При этом достигается хорошая воспроизводимость состава покрытий. Наиболее часто применяются ВЧ диодное, ионно-плазменное и магнетронное распыление. Недостатком этих методов является сложность согласования ВЧ трактов, воздействие заряженных частиц на подложку. Ионно-лучевое распыление оксидных мишеней позволяет исключить вышеуказанные недостатки. Компенсация положительного заряда на поверхности диэлектрической мишени осуществляется термоэлектронами, которые эмитируются накаленной вольфрамовой проволокой – термокомпенсатором. В данной работе было изучено влияние тока через термокомпенсатор на скорость нанесения и электрофизические характеристики пленок  $\text{SiO}_2$ .

Ионный источник на базе ускорителя с анодным слоем был смонтирован в подколпачном объеме установки вакуумного напыления УРМЗ.279.017. Распыление осуществляли ионами аргона. В качестве подложек использовались кремний КДБ-10. Толщину покрытий определяли по цвету. Электрофизические характеристики определяли с применением МДП-структур и измерителя Е7-8. Режимы нанесения покрытий были следующими:  $p_{\text{ост}} = 2,66 \cdot 10^{-3}$  Па,  $p_{\text{Ar}} = (6,0-6,5) \cdot 10^{-2}$  Па, ускоряющее напряжение на аноде – 4,0,  $I_k = 0-18$  А, ток разряда – 80 мА, ток термокомпенсатора – 0–18 А. При увеличении тока через компенсатор от 2 до 16 А скорость нанесения возросла от 0,15 до 0,55 нм/с, дальнейшее увеличение тока не влияло на скорость, т.е. заряд на мишени был полностью скомпенсирован. Увеличение тока с нуля до 16 А привело к снижению тангенса угла диэлектрических потерь с 0,039 до 0,012. Дальнейшее увеличение тока позволило уменьшить  $\text{tg} \delta$  до 0,008, что можно связать с нагревом подложки за счет излучения термокомпенсатора. Влияние степени компенсации на величину диэлектрической проницаемости оказалось не таким значительным.

Проведенные исследования позволили определить оптимальное значение тока термокомпенсатора для формирования качественных пленок  $\text{SiO}_2$ .

## **ПРИМЕНЕНИЕ АТМОСФЕРНОЙ ПЛАЗМЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ**

Студентка гр. 611101 Маркова Н.В.,  
кандидат техн. наук, Д.А. Котов

*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

В настоящее время в промышленности широко применяются такие методы обработки поверхности как: химическая обработка в жидкостях, обработка в пламени и в вакуумных разрядах. Однако каждый из этих методов имеет свои достоинства и значительные недостатки. Поэтому представляется перспективным применение атмосферной плазмы диэлектрического барьерного и газодинамического разрядов для очистки поверхности.

Обработка атмосферной плазмой имеет ряд преимуществ перед другими методами. Простота и надежность в устройстве и эксплуатации оборудования – небольшая занимаемая площадь; отсутствие вакуумного оборудования; простота в обслуживании и настройке; простая интеграция в непрерывные линии; минимальная деструкция материала и высокая равномерность обработки. Очевидно, что это обработка в «сухой химии», что с одной стороны позволяет использовать достоинства химической обработки с возможностью исключения ее недостатков. В соответствии с этим обработка атмосферной плазмой имеет высокую ценовую эффективность в сочетании с высокой безопасностью влияния на окружающую среду.

Более того необходимо отметить универсальность этого вида обработки поверхности, которая заключается в гибкости и оперативности проведения процесса: подходит для любых материалов; возможность настройки процесса по мощности разряда, виду и расходу рабочего газа; непрерывный или периодический процесс; возможность обработки локально или линейно; регулируемая скорость обработки.

Очистка и активация поверхности в плазме атмосферного разряда может осуществляться по следующим механизмам: 1) Под действием электрических сил, созданных в результате накопления заряженных частиц, исходящих из плазмы; 2) Посредством фотодесорбции, обусловленной активным ультрафиолетовым излучением; 3) Активными частицами, которые синтезируются в плазме и/или адсорбируются из газообразной фазы на обрабатываемую поверхность; 4) Диффузия атомов кислорода или кислородосодержащих частиц, в результате чего участки поверхности окисляются. Так же имеет место совместное действие всех перечисленных явлений.

## ПРИМЕНЕНИЕ HIGH-K ДИЭЛЕКТРИКОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ КМОП ИС

Магистрант Муха Е.В.,  
кандидат техн. наук, доцент А.Г. Черных  
*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

Переход к субмикронным размерам элементов ИС не возможен без применения новых материалов подзатворного диэлектрика. Результаты исследований показывают, что тонкий слой  $\text{SiO}_2$  не может эффективно препятствовать токам утечки. Новые материалы должны обладать высокой диэлектрической проницаемостью (high-k) чтобы при размерах, соизмеримых с размерами  $\text{SiO}_2$  не допускать утечек. Выбор high-k материала для подзатворного диэлектрика осуществляется исходя из значения ширины запрещенной зоны, величины диэлектрической проницаемости  $k$  и других параметров [1]. Проведенный анализ и компьютерное моделирование показали, что такие материалы, как  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{ZrO}_2$  могут быть использованы в качестве материала подзатворного диэлектрика

Исследования показали, что применение high-k подзатворного диэлектрика, полученного CVD методом, приводит к значительному ухудшению параметров транзистора. Это связано с неоднородностью полученных пленок high-k материала. Для решения данной проблемы предложен метод послойного атомного осаждения (ALD). Показано, что захват уровня Ферми в high-K/poly-Si транзисторах приводит к высоким пороговым напряжениям. А ухудшение подвижности носителей в канале вследствие поверхностного фононного рассеяния приводит к уменьшению скорости переключения транзисторов [2]. В результате проведенного моделирования сделан вывод о необходимости применения металлического затвора либо промежуточного слоя нитрида титана TiN для решения указанных проблем.

### Литература

1. Зайцев, Н.А. Физико-технологические проблемы проектирования ультрабольших интегральных схем с пониженной мощностью потребления / Н.А. Зайцев, И.В. Матюшкин, А.И. Сухопаров // «Исследовано в России». – 2007.
2. Chau, R. , Suman Datta, Mark Doczy, Brian Doyle, Jack Kavalieros, Matthew Metz High-k/Metal-Gate Stack and Its MOSFET Characteristics / R. Chau, S. Datta, M. Doczy, B. Doyle, J. Kavalieros, M. Metz // IEEE Electron Device Letters. – 2004. – Vol. 25, No. 6.

## СЕЛЕКТИВНОЕ ОСАЖДЕНИЕ ПЛЁНОК МЕДИ В МЕТАЛЛИЗАЦИИ ИС

Магистрант Овсяник А.А.,  
кандидат техн. наук, доцент А.Г. Черных  
*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

В работе рассмотрен вопрос применения барьерных диффузионных слоев при создании медной металлизации. Проведен анализ существующих материалов диффузионных барьеров и составлена их классификация.

С уменьшением размеров и совершенствованием структуры ИС роль многоуровневой системы межсоединений ИС возрастает. В настоящее время существующий процесс металлизации алюминием для получения омических контактов, затворов и межсоединений не отвечает требованиям, предъявляемым к современным ИС. Наиболее перспективным материалом для замены алюминия является медь.

Медь является альтернативным материалом металлизации для сплавов алюминия благодаря низкому удельному сопротивлению и возможности надежного поддержания высоких плотностей тока.

В данной работе проведен анализ существующих методов формирования межсоединений ИС на основе пленок меди; предложена маршрутная технология блока металлизации ИС с использованием метода селективного осаждения меди; показаны преимущества данного метода при изготовлении блока металлизации ИС.

В результате анализа метода селективного осаждения медных пленок разработан технологический маршрут блока металлизации ИС. Учтены технические характеристики метода, его ограничения и электрофизические свойства пленок меди; рассмотрены особенности травления окисла для создания сквозных отверстий и канавок при формировании межсоединений ИС. В качестве диффузионного барьера и слоя-затравки применялись пленки нитрида кремния.

Полученные результаты позволяют считать, что метод селективного осаждения пленок меди является весьма перспективным; кроме того, для медной металлизации необходимы существенные усложнения отдельных операций получения диэлектрических и барьерных слоев. Это требует применения новых методов травления, новых способов формирования металлических пленок.

## МАГНЕТРОННАЯ РАСПЫЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Студент гр. 440301 Прокопович П.С.,  
доцент Ю.А. Родионов

*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

Действие магнетронного источника основано на распылении материала мишени-катода при его бомбардировке ионами рабочего газа, образующимися в плазме аномального тлеющего разряда, возбуждаемого в скрещенных электрическом и магнитном полях. Магнетронная распылительная система (МРС) является одной из разновидностей схем диодного распыления (рис. 1).

Для нанесения тонких металлических пленок на пластину мы используем МРС со следующими параметрами:

Диаметр обрабатываемой подложки 100 мм; мишень Cu, Al; плотность энергии 100 Вт/см<sup>2</sup>; рабочий газ – аргон, давление 10<sup>-2</sup>–10<sup>-1</sup> Па; напряжение разряда 300–800 В; магнитная индукция вблизи поверхности катода 0,03–0,1 Тл.

Основные конструктивные характеристики: диаметр мишени – 100 мм, посадочное гнездо – в стандартное смотровое окно камеры, расстояние мишень – подложка 50–200 мм, подложка вращается со скоростью 60 об/мин и нагревается до температуры 200–400 °С.

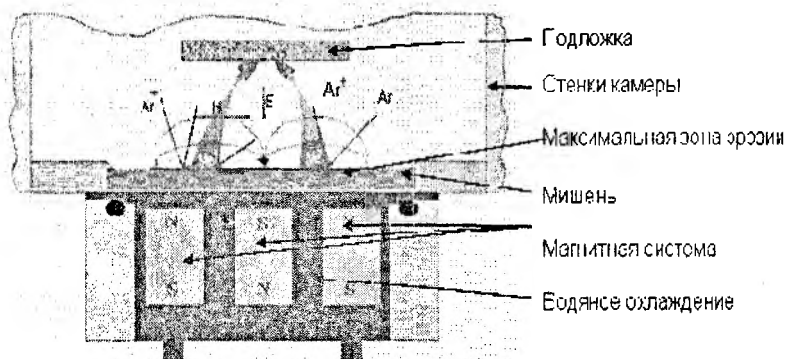


Рис. 1. Упрощенная схема МРС

### Литература

1. [www.nano.ho.com.ua/magnetron\\_rus.htm](http://www.nano.ho.com.ua/magnetron_rus.htm)
2. Жиглинский, А.Г. Массоперенос при взаимодействии плазмы с поверхностью / А.Г. Жиглинский, В.В. Кучинский. – М.: Энергоиздат, 1991. – 206 с.

## ВЛИЯНИЕ СОСТАВА РАБОЧЕГО ГАЗА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛЁНОК SiO<sub>2</sub>, ПОЛУЧЕННЫХ РЕАКТИВНЫМ ИОННО-ЛУЧЕВЫМ РАСПЫЛЕНИЕМ

Студент гр. 410201 Некрасов П.В.,  
ст. преподаватель Е.В. Телеш

*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

Плёнки SiO<sub>2</sub> широко применяются в микроэлектронике. Традиционные методы формирования покрытий требуют нагрева подложек до 673–1273 К. Методы вакуумного нанесения не требуют нагрева. Наиболее перспективным является ионно-лучевое распыление.

В данной работе формирование пленок диоксида кремния осуществляли реактивным ионно-лучевым распылением мишени из кремния. Ионный источник на базе ускорителя с анодным слоем был смонтирован в подколпачном объеме установки вакуумного напыления УРМЗ.279.017. Рабочими газами служили аргон и кислород. В качестве подложек использовались кремний КДБ-10 и стекло К8. Электрофизические характеристики определяли с применением МДП-структур и измерителя Е7-8.

Целью наших экспериментов являлось исследование влияния состава рабочего газа на характеристики пленок SiO<sub>2</sub>. Остаточный вакуум в процессе нанесения не превышал  $2,66 \cdot 10^{-3}$  Па, общее давление рабочих газов составляло  $6,6 \cdot 10^{-2}$  Па, ускоряющее напряжение – 4 кВ, ток разряда – 70 мА, ток мишени- 55–60 мА. При расстоянии «мишень подложка» 100 мм скорость нанесения составила 0,3–0,5 нм/с, а толщина пленок – 120–150 нм. Температура подложки не превышала 323 К.

При давлении кислорода  $2,66 \cdot 10^{-2}$  Па пленки, нанесенные на стекло, имели светло-коричневую окраску, что свидетельствовало о недостаточной степени окисления кремния. Увеличение доли кислорода в рабочем газе способствовало формированию прозрачных в видимом диапазоне покрытий.

Увеличение давления кислорода с  $2,66 \cdot 10^{-2}$  до  $6,6 \cdot 10^{-2}$  Па уменьшило значение  $\text{tg}\delta$  почти в три раза. Дальнейшее уменьшение этого параметра возможно за счет нагрева подложки, что способствовало стимулированию химической реакции между кремнием и кислородом.

Значение диэлектрической проницаемости  $\epsilon$  также зависело от давления кислорода и находилось в пределах 3–4, что близко к табличному значению.



## ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ГЕНЕРАЦИИ ПЛАЗМЫ АТМОСФЕРНОГО РАЗРЯДА

Студенты гр. 540301 Шурин И.А., Барановский И.И., Ворон И.И.,  
кандидат техн. наук, доцент Д.А. Котов  
*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

В настоящее время в промышленности широко применяются такие методы обработки как плазменная и ионно-плазменная обработка. Они используются для модификации поверхности материалов и нанесения тонких пленок различного функционального назначения.

Плазменная обработка обеспечивает формирование различного вида химически активных технологических сред и направленных потоков химически активных заряженных частиц, которые вступают в реакцию с поверхностью или друг с другом, образуя второстепенные, имеющие небольшое время жизни химические соединения, необходимые для осаждения многокомпонентных тонких пленок с заданными структурой и свойствами. Особенностью традиционных плазменных процессов являются условия их проведения, а именно – вакуум. С одной стороны это обеспечивает контролируемость процессов, а с другой требует применения дорогостоящих систем создания, поддержания и измерения вакуума.

Применение газовых разрядов при атмосферном давлении позволяет значительно снизить материальные затраты и, соответственно, стоимости плазменной обработки для различных областей науки и техники. Плазма атмосферного разряда может существовать в нескольких формах: диэлектрический барьерный разряд (dielectric barrier discharge – DBD), коронный разряд (corona discharge), газодинамический разряд (plasma jet), факельный разряд (plasma torch). Наибольший интерес представляет DBD, так как температура его плазменной среды находится в пределах 50–300 °С (не термическая плазма), что обеспечивает минимизацию деструкции обрабатываемых материалов.

Диэлектрический барьерный разряд – это самостоятельный неравновесный газовый разряд между электродами с наличие слоев изоляции на одном или на обоих электродах. Особенностью объемного барьерного разряда при атмосферном давлении является наличие разрядных каналов, которые могут вызывать повреждения материала. Особый интерес для многих технологических применений представляет так называемый поверхностный барьерный разряд. Он имеет более низкое рабочее напряжение а также диффузную форму, что позволяет использовать его для модификации поверхности материалов, а также создания микро- и наноразмерных структур.

## ТЕХПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ МИКРОЭЛЕКТРОННОГО ГИРОСКОПА

Студентка гр. 442701 Юхновец С.В.,  
доцент Ю.А. Родионов

*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники*

Сфера применения микромеханических гироскопов уже сегодня чрезвычайно широка – от авионики и автомобильной электроники до цифровых фотоаппаратов.

Особенностью микромеханических гироскопов является формирование выходного сигнала только при колебательном движении инерционных масс. Измеряемый сигнал очень мал, поэтому используется резонансное усиление сигнала при совмещении частот возбуждения электростатических актуаторов и собственных частот колебания упругого подвеса гироскопа.

Поэтому основной трудностью реализации такого гироскопа является создание инерционной массы и торсионных барьеров. Нами разработан техпроцесс создания этих элементов, включающий более 60 стандартных технологических операций, легко реализуемых на любом микроэлектронном производстве, позволяющем проводить литографию с проектными нормами 0,5 мкм и глубиной профилирования кремниевой подложки до 100 мкм. При этом наиболее существенными операциями являются: термическое окисление ( $T = 950$  °C); LPCVD; нанесение хромовой маски (электронно-лучевым испарением  $P = 8$  кВт); фоторезист (AZ-1450) наносится методом центрифугирования); фотолитография (стандартная проекционная); плазмохимическое травление  $CF_4+Ar$  (4 %).

Наиболее критичными и трудоемкими являются операции нанесения и обработки фоторезиста большой толщины и плазмохимическое травление, обеспечивающее вертикальный фронт травления на толщинах до 50 мкм.

### Литература

1. Джексон, Р.Г. Новейшие датчики / Р.Г. Джексон. – Пер. с англ. под ред. В.В. Лучинина. – М.: «Техносфера», 2007.
2. Котюк, А.Ф. Датчики в современных измерениях / А.Ф. Котюк. – М.: «Радио и связь», 2006.

# МОДИФИЦИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ ОДНОМЕРНЫХ НАНОМОДИФИКАТОРОВ НА КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЕЙ

Курсант <sup>1</sup>Возняк П.С.,

кандидат физ.-мат. наук, доцент Н.И. Акулович<sup>1</sup>,

доктор физ.-мат. наук, профессор В.А. Лиопо<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Военная академия Республики Беларусь

<sup>2</sup>Гродненский университет им. Я. Купалы

Наноконпозиционные материалы на основе полимерных матриц находят всё большее применение в современном машиностроении [1]. Служебные характеристики наноконпозитов зависят от содержания низко-размерного модификатора, и от особенностей его зарядового состояния, определяющего активность в процессах адсорбционного взаимодействия. В качестве перспективных наполнителей-модификаторов композиционных полимерных систем всё чаще используются природные слоистые минералы. Эти материалы достаточно распространены, что существенно уменьшает стоимость конечного продукта и легко диспергируются вследствие весьма совершенной слоистости. Целью исследования является изучение связей между параллелями одномерных наномодификаторов и их модифицирующего действия.

Модифицирующее действие чешуйчатых наночастиц описано, например, в работе [2]. Основными характеристиками наномодифицирующих чешуйчатых частиц являются:  $h$  – средняя толщина одномерной наночастицы;  $H$  – толщина модифицирующего слоя матрицы композита приповерхностного по отношению к частице вещества (рис. 1),  $C_v$  – объемная концентрация модификатора. Как следует из рис. 1, объём композита, модифицированный одной частицей, равен  $V_{m \cdot 1} = 2H \cdot S$ .

Степень модификации ( $M$ ) равна отношению модифицированного объёма к объёму всего композита, то есть:

$$M = V_{m \cdot 1} \cdot n,$$

где  $n$  – число частиц в единице объёма. Максимальная степень модификации при заданном значении  $C_v$  равна:

$$M_{max} = 2H/h \cdot C_v = 2\alpha \cdot C_v.$$

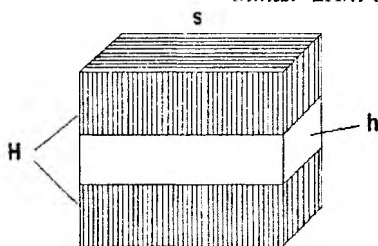


Рис. 1. К механизму модифицирования одномерным наномодификатором:  $h$  – толщина наночастицы;  $H$  – толщина модифицированного слоя;  $S$  – площадь пластины.

Отсюда следует, что для достижения максимального модифицирующего действия модификаторов чешуйчатой формы необходимо стремиться к уменьшению их толщины, тогда как площадь чешуек на степень модификации влияния не оказывает.

## ЭЛЕКТРОННЫЙ ГЕНЕРАТОР RC-ТИПА

Студент гр. 113425 Асадчий А.Н.,  
 доктор техн. наук, профессор В.А. Сычик  
*Белорусский национальный технический университет*

RC-генераторы – это функциональные элементы носителей информации. Они отличаются от релаксационных тем, что в их состав входят электрические цепи или компоненты, обладающие резонансными свойствами. Благодаря им условие возникновения колебаний ( $\kappa_y \geq 1$ ,  $\varphi_{\text{порт}} = 0.2\pi$ ) выполняется только в узкой полосе частот. Компоненты с резонансными свойствами или соответствующие резонансные цепи могут быть установлены в межкаскадных цепях усилителя или в цепях, создающих положительную обратную связь. Причем параметры выбирают так, чтобы условия возникновения колебаний выполнялись только в узкой полосе частот  $\Delta f$  при всех колебания усилителя и цепи ПОС.

С помощью RC-генераторов можно получать колебания низкой и высокой частоты вплоть до 10 МГц. Однако преимущества RC-генераторов проявляются именно на низких и инфранизких частотах. В этом частотном диапазоне за счет применения резисторов и конденсаторов RC-генераторы обладают высокой стабильностью, имеют небольшие габариты, массу и стоимость.

Существует несколько разновидностей RC-генераторов: Г-образные, Т-образные, RC-генераторы с мостом Вина. Находят применение все рассмотренные типы RC-генераторов. Был выбран генератор с мостом Вина, так как он обладает рядом преимуществ, а именно: позволяет получить высокостабильные синусоидальные колебания в относительно узкой полосе частот. Особым достоинством RC-генераторов является простота и дешевизна изготовления таких генераторов, наряду с хорошими техническими и метрологическими характеристиками.

### Литература

1. Руденко, В.С. Основы промышленной электроники / В.С. Руденко. – М., 1985. – 640 с.
2. Гутников, В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах / В.С. Гутников. – М., 1988. – 380 с.
3. Михальченко, В.Н. Операционные Усилители / В.Н. Михальченко. – М., 1993. – 240 с.

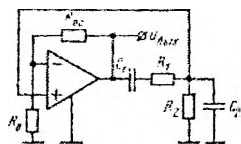


Рис. 1. RC-генератор  
с мостом Вина

## ПИРОЭЛЕКТРИКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Студент гр.113416 Адамович А.Р.,

доцент Е.Ф. Карпович

*Белорусский национальный технический университет*

Представленная работа посвящена изучению спонтанной поляризации и конкретным материалам пирозлектрикам

Пирозлектрики (от греч. *pyr* – огонь), кристаллические диэлектрики, обладающие спонтанной (самопроизвольной) поляризацией, т.е. поляризацией в отсутствие внешних воздействий. При изменении температуры величина спонтанной поляризации изменяется, что вызывает появление электрического поля, которое можно наблюдать, пока свободные заряды не успеют его скомпенсировать. Это явление называется пирозлектрическим эффектом (пирозлектричеством). Пирозэффект используется для создания тепловых датчиков и приемников лучистой энергии, предназначенных, в частности, для регистрации инфракрасного и СВЧ-излучения.

Значительным пирозэффектом обладают некоторые сегнетоэлектрические кристаллы, к числу которых относятся бария-стронция, триглицинсульфат – ТГС, ниобат и танталат лития. Отметим наиболее важные группы пирозлектриков. К первой группе относятся сегнетоэлектрики (триглицинсульфат ТГС и изоморфные ему соединения со специальными добавками).

Вторая группа пирозлектриков – это линейные пирозлектрики, направление спонтанной поляризации в которых одинаково по всему объему кристалла и не может быть изменено электрическим полем. К таким пирозлектрикам относятся соединения типа  $A^{\text{II}}B^{\text{VI}}$ .

К третьей группе относятся пленочные полярные полимеры, которые весьма перспективны благодаря возможности получения из них тонких, эластичных, прочных пленок.

Пирозлектрические детекторы применяются для исследования пучков нейтронов, протонов и дейтронов в экспериментах по термоядерному синтезу, для изучения импульсного и рентгеновского излучений. В измерительной технике пирозлектрические приемники применяются в виде тепловых приемников, построенных по модели абсолютно черного тела.

Пирозлектрики находят применение в тепловидении (инфракрасном или радиационном), имеющем большое значение в медицине и технике. Пирокконы (пирозлектрические видиконы тепловые передающие телевизионные трубки) применяются для контроля многообразных технологических процессов.

**МАГНИТОТВЕРДЫЕ ФЕРРИТЫ НА ОСНОВЕ  
СИСТЕМЫ «BaO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>»**

Студенты гр. 113416 Адамович А.Р.,  
доцент Т.В. Колонтаева

*Белорусский национальный технический университет*

Техническая керамика – многофазный материал, состоящий из аморфной, кристаллической и газовой фаз. Свойство керамического материала зависит от химического и фазового составов, макро- и микроструктуры и от технических приемов производства. Керамическая технология применяется и для изготовления магнитных материалов.

В данной работе выполняется анализ фазовых превращений в двухкомпонентной системе «Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-BaO». Установлены и рассчитаны термодинамические характеристики устойчивого существования химического соединения гексаферрита бария, который является основным для производства магнитотвердых ферритов для изготовления постоянных магнитов.

Подобрана оптимальная технологическая схема изготовления материала и технологические режимы. Изучено влияние различных добавок на магнитные свойства материалов.

Магнитотвердые ферриты бария являются ферромагнетиками. Эти материалы отличаются высокой коэрцитивной силой, сравнительно не большой остаточной магнитной индукцией и удовлетворительными уровнями магнитной энергии. Недефицитность и дешевизм исходных компонентов, возможность применения безотходной технологии порошковой металлургии обеспечивает магнитотвердым ферритам широкого применения.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ХОЛЛА

Студентка гр. 113425, Брашевец А.Л.,  
доктор техн. наук, профессор В.А. Сычик  
*Белорусский национальный технический университет*

Преобразователь Холла является одним из основных функциональных элементов, используемых в устройствах контроля неэлектрических величин. Их использование базируется на анализе электрофизических свойств преобразователей [1]. Структура ПХ изображена на рис. 1.

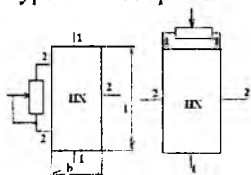


Рис. 1. Структурная схема преобразователя Холла

Сопротивление преобразования между токовыми электродами 1-1 –  $R_{вх}$ , а между холловскими (потенциальными) электродами 2-2 –  $R_{вых}$ .

Напряжение на потенциальных электродах:  $U_x = R_x \frac{BI}{d}$ .

К основным параметрам преобразователей Холла относятся:

- входное и выходное сопротивления  $R_{вх}$  и  $R_{вых}$ ;
- коэффициент передачи  $k$ ;
- вольтовая и магнитная чувствительность  $\gamma$  и  $\gamma_H$ ;
- максимально допустимый ток  $I_{max}$ ;
- максимальная ЭДС Холла  $\epsilon_{xmax}$ ;
- частотные свойства.

Применение преобразователей Холла основано на том, что их выходной сигнал (ЭДС Холла) пропорционален произведению тока на магнитную индукцию. В связи с этим преобразователи Холла можно применять для измерения магнитных полей, токов, а также в качестве множительных устройств, фазочувствительных детекторов, анализаторов спектра, датчиков и т.п. [2].

### Литература:

1. Пасынков, В.В. Полупроводниковые приборы / В.В. Пасынков, Л.К. Чиркин. – М.: «Высшая школа», 1987. – с. 480.
2. Зи, С. Физика полупроводниковых приборов / С. Зи. – пер. с англ. М.: «Мир», 1984. – 359 с.

## БИПОЛЯРНЫЙ ТРАНЗИСТОР В РЕЖИМЕ БОЛЬШИХ СИГНАЛОВ

Студент гр. 113425 Бусурина О.В.,

доктор техн. наук, профессор В.А. Сычик

*Белорусский национальный технический университет*

Биполярный транзистор – это полупроводниковый прибор, имеющий два связанных  $p-n$ -перехода, пригодный для усиления мощности электрических сигналов, это основной функциональный элемент электронных устройств. Режим больших сигналов характерен для биполярных транзисторов, используемых в импульсных устройствах.

Транзистор состоит из трех областей: 1) база – область, расположенная между  $p-n$ -переходами, 2) эмиттер – область, из которой происходит инжекция носителей в базу, 3) коллектор – область, осуществляющая экстракцию носителей из базы [1].

При большом сигнале биполярный транзистор работает в режиме переключения (в ключевом режиме), что соответствует на графике (рисунок 1) режимам отсечки и насыщения. При этом в коллекторной цепи протекает ток  $I_k = I_{к0}$ . В точке 1 ключ замкнут, т.е.  $R \rightarrow 0$ ,  $U_{кэ} = U_{кэнас} \rightarrow 0$ .

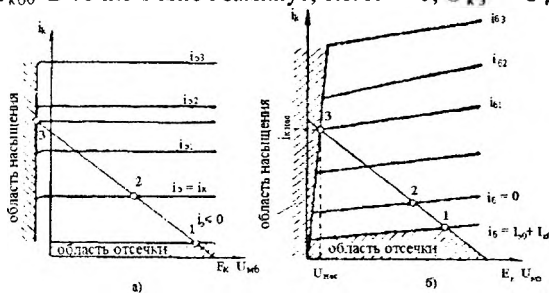


Рис. 1. Статические характеристики транзистора в схеме с общей базой (а) и общим эмиттером (б)

Основными параметрами, характеризующими биполярный транзистор в режиме больших сигналов, являются коэффициенты усиления по току, по напряжению, по мощности, входное и выходное сопротивления, коэффициент запираения, степень и сопротивление насыщения, коэффициенты передачи тока базы и тока эмиттера [2].

### Литература

1. Зи, С. Физика полупроводниковых приборов / С. Зи. – пер. с англ. М.: «Мир», 1984. – 359 с.

2. Жеребцов, И.П. Основы электроники / И.П. Жеребцов. – Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1989. – 352 с.



## ЦИФРО- АНАЛОГОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Студентка гр. 113425 Волкорезова Е.Ю.,  
доктор техн. наук, профессор В.А. Сычик  
*Белорусский национальный технический университет*

Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП) являются важнейшим элементом цифровых систем и применяются для сопряжения с внешней аналоговой аппаратурой. ЦАП преобразуют выходные цифровые сигналы цифровых устройств в аналоговые сигналы [1].

В общем случае микросхему ЦАП можно представить в виде блока, имеющего несколько цифровых входов и один аналоговый вход, а также аналоговый выход.

Преобразование входного цифрового кода в выходной аналоговый сигнал состоит в суммировании нескольких токов (по числу разрядов входного кода), каждый последующий из которых вдвое больше предыдущего. Для получения этих токов используются или транзисторные источники тока, или резистивные матрицы, коммутируемые транзисторными ключами [2].

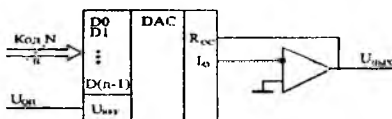


Рис. 1. Преобразование выходного тока ЦАП в выходное напряжение

Микросхемы ЦАП различаются количеством разрядов (от 8 до 24), величиной задержки преобразования (от единиц наносекунд до единиц микросекунд), допустимой величиной опорного напряжения (обычно – единицы вольт), величинами погрешностей преобразования и другими параметрами. Различаются они также технологией изготовления и особенностями внутренней структуры, что нередко накладывает ограничения на их использование [3].

### Литература

1. Хоровиц, П. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл. – М.: Мир, 1998. – 700 с.
2. Ширин, И.Я. Схемотехника аналоговых и цифровых устройств: учебное пособие / И.Я. Ширин. – Минск, 2004.
3. Автоматизированная система научных исследований. – Воронеж, 2003.

## КОНСТРУИРОВАННЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТУННЕЛЬНЫХ ДИОДОВ

Студент гр. 113415 Гончарова О.В.

доктор техн. наук, профессор Сычик В.А.

*Белорусский национальный технический университет*

Туннельные диоды, содержащие вырожденные полупроводниковые структуры, обладают падающим участком вольтамперной характеристики и используются в качестве активных элементов в аналоговой и импульсной схемотехнике. Поэтому важным является анализ электрических свойств туннельных диодов и возможность их использования в структурах твердотельных электронных приборов.

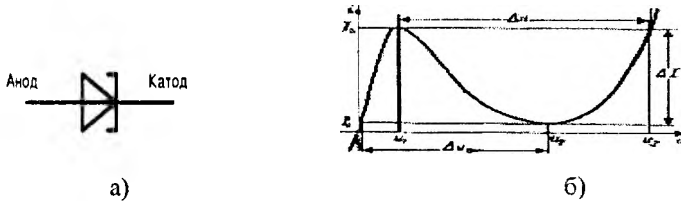


Рис. 1. Туннельный диод: а) схемное обозначение туннельного диода; б) вольтамперная характеристика при прямом смещении

Основные параметры туннельного диода: максимальные  $I_1$  и минимальные  $I_2$  значения токов на вольтамперной характеристике и соответствующие им напряжения ( $U_1$  и  $U_2$ ); значение напряжения  $U_3$ , соответствующее максимальному диффузионному току, а также дифференциальное сопротивление  $R_{\text{диф}} = -dU/dI$ ; общая емкость диода и максимальная частота [1].

Туннельные диоды обладают усилительными свойствами и могут работать в схемах как активные элементы. Они могут применяться в технике СВЧ, а также во многих импульсных радиоэлектронных устройствах, рассчитанных на высокое быстродействие. На туннельных диодах создают схемы мультивибраторов, триггеров, которые служат основой для построения логических схем, запоминающих устройств [2].

Интенсивное изучение новых полупроводниковых материалов приведет к дальнейшему улучшению параметров туннельных диодов, изготавливаемых из них.

### Литература

1. Раимова, А.Т. Электроника и основы микропроцессорной техники: уч. пособие / А.Т. Раимова. – Оренбург: «ГОУ ОГУ», 2003. – 145 с.
2. Гуртов, В.А. Твердотельная электроника: уч. пособие / В.А. Гуртов. – 2-е издание. – М.: «Техносфера», 2005. – 408 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ХРЯЩЕВЫХ ТКАНЕЙ И ИХ ИМПЛАНТАНТОВ МЕТОДАМИ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Магистрантка Житкова М.А.,  
доктор техн. наук, профессор С.А. Чижик  
*Белорусский национальный технический университет*

В надежной работе такого природного элемента трения как синовиальный сустав важнейшей частью является гиалиновый хрящ, покрывающий костные поверхности. Механические свойства и состояние поверхности хрящевой ткани обеспечивают надежность и качество работы сустава на протяжении всей жизни человека. Для людей, страдающих заболеваниями суставов, единственным выходом порой являются искусственные хрящи (хрящевые имплантанты), изготавливаемые в большинстве случаев из полимерных композитов или никелида титана. Подбор материалов и структуры имплантантов для обеспечения их наибольшего сходства с естественной тканью является важной задачей как для физиологов, биологов, так и механиков с материаловедцами.

Для изучения механических свойств объектов различной природы в научно-исследовательских работах широко распространен метод атомно-силовой микроскопии (АСМ), в котором используется твердотельный механический зонд в виде иглы и детектируется результат физико-механического взаимодействия иглы с поверхностью исследуемого объекта.

В данной работе с помощью АСМ осуществлялись:

- исследования локальных упругих свойств имплантантов индентированием с помощью функции статической спектроскопии. Интерпретация экспериментальных данных проводилась на основе модели Герца.
- исследования трибологических свойств искусственных хрящевых имплантантов в микро- и наномасштабах зондами различной формы (сфера, конус) при различных типах нагружения. Суть процесса определения силы трения состоит в измерении угла закручивания консоли зонда вокруг своей оси под действием сил трения с поверхностью материала. Сравнение результатов трибологических тестов для пар трения различного происхождения даст возможность выбора оптимально подходящих материалов для работы в условиях, приближенных в реальной работе суставов.

Усовершенствование методик, применяемых при работе с тканями на АСМ, позволит получать более точные результаты еще и для исследований тканей в разных средах (синовия, физраствор, воздух).

## АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Студент гр. 113415 Зажеко А.А.,  
доктор техн. наук, профессор В.А. Сычик  
*Белорусский национальный технический университет*

Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) – электронное устройство, преобразующее входной аналоговый сигнал в дискретный код (цифровой сигнал). АЦП является неотъемлемой частью цифровых измерительных приборов, микропроцессоров и микроконтроллеров.

Типы АЦП: последовательный, параллельный и последовательно-параллельные АЦП.

В последовательном АЦП входное напряжение последовательно сравнивается одним единственным компаратором с несколькими эталонными уровнями напряжения, и в зависимости от результатов этого сравнения формируется выходной код. Наибольшее распространение получили АЦП на основе так называемого регистра последовательных приближений (рис. 1).

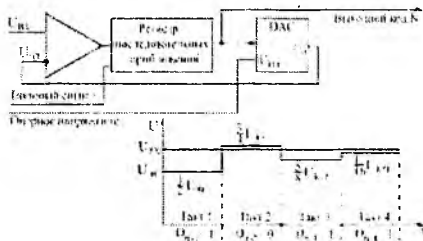
Входное напряжение подается на вход компаратора, на другой вход которого подается эталонное напряжение, ступенчато изменяющееся во времени. Выходной сигнал компаратора подается на вход регистра последовательных приближений, тактируемого внешним тактовым сигналом. Выходной код регистра последовательных приближений поступает на ЦАП, который из опорного напряжения формирует меняющееся эталонное напряжение. Регистр последовательных приближений работает так, что в зависимости от результата предыдущего сравнения выбирается следующий уровень эталонного напряжения.

Разрешение (разрядность) АЦП характеризует количество дискретных значений, которые преобразователь может выдать на выходе. Важными характеристиками АЦП, используемыми в системах спектроскопии, являются интегральная и дифференциальная нелинейности.

### Литература

1. Титце, У. Полупроводниковая схемотехника: справочное руководство / У. Титце, К. Шенк. – пер. с нем. – М.: Мир, 1982. – 512 с.

Рисунок 1



## **МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ МИКРОФОНЫ ВЫСОКОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ**

Студент гр. 113424 Казютина А.Н.,  
член-корр. НАН Беларуси, доктор техн. наук,  
профессор Ю.М. Плескачевский  
*Белорусский национальный технический университет*

МЭМС-микрофоны служат примером наиболее быстроразвивающихся новых типов изделий микросистемой техники. Их характеристики существенно зависят от выбранной технологии изготовления. Технология MEMS (MICRO ELECTRO MECHANICAL SYSTEMS – электромеханические микросистемы) – это изготовление электромеханических устройств методами полупроводниковой технологии. За последние десятилетия использование этого процесса в производстве все более расширяется.

Принципиальным отличием МЭМС-микрофонов от обычных является тесная связь конструкции микрофонов с технологией. Отдельные элементы и конструкция в целом определяются выбором одного из типов объемной или поверхностной обработки и создания структур на базе кремния.

Микрофоны и телефоны относятся к классу электроакустических преобразователей (ЭАП). ЭАП состоит из трех основных элементов: электрической схемы, механической колебательной системы и звукового поля. Полная колебательная система выполняет колебания механической системы, их электромеханическое преобразование и механо-акустическое преобразование.

В основе классификации микрофонов как ЭАП лежит принцип электромеханического преобразования: индуктивного, емкостного, пьезоэлектрического и пьезорезистивного. В МЭМС-микрофонах преимущественно используется емкостное преобразование. Ближайший конкурент — электретный микрофон — обладает преимуществом наличия собственного источника питания. В принципе, это тот же емкостной преобразователь, но дополнительная функция источника питания заставляет, как правило, увеличивать его площадь в 4 раза. А использование электрета сокращает температурный диапазон применения таких микрофонов. Использование микрофона как части интеллектуального оснащения мобильного телефона вообще снимает эту проблему с источником питания, так как микрофон становится только одним из потребителей энергии.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ОБОБЩЕННОЙ ПРОВОДИМОСТИ ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТВЕРДЫХ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Студенты гр.113428 Кабак С.Н., Кобяк Д.И.,  
кандидат техн. наук, доцент А.В. Ковалевская  
*Белорусский национальный технический университет*

Анализ существующих методик расчета теплопроводности пористых материалов показал, что метод обобщенной проводимости является надежным инструментом при расчете теплопроводности.

Эффективную теплопроводность пористых систем рассматривают как функцию пористости, теплопроводности газа, заполняющего поры материала, теплопроводности газового микрозазора, контактной теплопроводности между частицами и теплопроводности самих частиц (конвекций в порах пренебрегают для частиц с  $L < 4$  мм)

$$\frac{\lambda_{эфф}}{\lambda_{ск}} = f\left(\Pi, \frac{\lambda_c}{\lambda_{ск}}, \frac{\lambda_{г.з}}{\lambda_{ск}}, \frac{\lambda_k}{\lambda_{ск}}\right)$$

Кажущаяся теплопроводность воздуха, как функция расстояния между стенками поры,  $T = 283$  °С, выразится:  $\Delta l = 1, 2, 4, 5, 8, 10$  им соответственно,  $\lambda = 0,29; 0,032; 0,0405; 0,0535; 0,0625$ .

Для построения модели предполагается, что средний размер частиц одинаков, форма зерен близка к шарообразной, поток тепла прямолинейный. Выделяется элементарная ячейка, тепловые свойства которой идентичны тепловым свойствам системы.

Если принять, что линии теплового потока параллельны вертикальным образующим элементарной ячейки, то тепловые сопротивления составляющих 1/4 ячейки можно представить в виде электрической цепи.

Эффективное тепловое сопротивление 1/4 ячейки равно  $R_{эфф} = \frac{4}{\lambda_{эфф} L}$ ,

где  $L$  – внешний размер электрической ячейки.

Учитываются тепловые сопротивления частиц, сопротивления газового микрозазора, сопротивление, обусловленное сужением линий тока теплового потока в области, прилегающей к месту контакта, сопротивление микрошероховатости в месте контакта, сопротивление окисной пленки. Это модель пористой системы позволяет получить значения эффективной теплопроводности, наиболее близко приближающегося к экспериментальным данным.

## УНИПОЛЯРНЫЙ ТРАНЗИСТОР С ИНДУЦИРОВАННЫМ КАНАЛОМ

студентка гр. 113415 Колос О.В.

доктор техн. наук, профессор В.А. Сычк

*Белорусский национальный технический университет*

Униполярные транзисторы с индуцированным каналом, обладая высоким входным сопротивлением и потенциальным управлением его коэффициента передачи по напряжению, являются основными активными элементами аналоговых, логических и цифровых устройств, а так же основными компонентами СБИС.

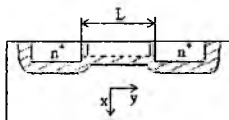


Рис. 1. Упрощенная структура МДП-транзистора

Транзистор состоит из МДП-структуры и содержит поверхностный (инвертирующий слой) между двумя диффузионными переходами. При отсутствии или  $U_{зи} < 0$  диффузионные переходы И и С не имеют электрической связи друг с другом и  $R_{вх} \rightarrow \infty$ . Когда поверхность инвертирована, т.е.  $U_{зи} > 0$  и между переходами С, И приложено  $U_{си} > 0$ , то электроны могут входить в канал из одного перехода (И) и выходить из канала в другой переход (С). Электроны движутся в той области подложки, где они являются основными НЗ, т.е. в индуцированном канале.

Для получения статических параметров МДП-транзисторов с индуцированным каналом часто используется метод, предусматривающий соединение друг с другом затвора и истока и измерение  $I_c = f(U_{нз})$ . В соответствии со схемой транзистор находится в режиме насыщения тока и следовательно его можно описать уравнением:

$$I_c^{нас} = k_1 \frac{W}{2L} (U_3 - U_T)^2 = \frac{k}{2} (U_3 - U_T)^2, \quad (1)$$

согласно которому график зависимости  $I_c^{1/2} \sim U_3$  линеен.

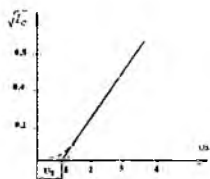


Рис. 2. График зависимости

$$I_c^{1/2} \sim U_3$$

Пороговое напряжение  $U_T$  определяется в точке пересечения продолженной характеристики с осью абсцисс. Крутизна транзистора:

$$S = \frac{\partial I_c}{\partial U_{зи}}, \quad (2)$$

которая для режима работы транзистора, когда  $U_{си} < U_3 - U_T$ , оценивается как:

$$S = \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} U_{си} \quad (3)$$

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛАСТЕРНЫХ СТРУКТУР В НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ

Студенты гр.113425 Брашевец А.Л., гр. 113414 Костюкевич В.О.,  
доктор физ.-мат. наук А.Л. Зайцев

*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время в электронике широко распространяется получение наноструктур с использованием кластерных пучков. Это переходные объекты между изолированными атомами или молекулами и твёрдым телом. Они занимают промежуточное положение между ван-дер-ваальсовыми молекулами, содержащими несколько атомов, и такими мелко дисперсионными частицами, как аэрозоли. Нижний предел числа частиц в кластере составляет единицы, а верхний определяется тем, что добавление ещё одной частицы к их совокупности заметно изменит свойства системы в целом.

Свойства атомных кластеров очень сильно и даже качественно отличаются от свойств макроскопических тел, что и обуславливает интерес, проявляемый к ним [1]. Наиболее удобно использовать кластеры в качестве пучков заряженных частиц. Это упрощает их транспортировку и применение, а также выделение кластеров выбранного размера масс-спектрометрическими методами [2].

Использование кластерных пучков представляет интерес в процессах ионной имплантации, при эпитаксии многомолекулярных соединений, для получения тонких плёнок и новых материалов.

### **Литература:**

1. Елецкий, А.В. // УФН / А.В. Елецкий, Б.М. Смирнов. – 1989. – т. 159, вып. 1, № 9. – с. 45–81.
2. Бражник, В.В., Ляпин, А.Г. // УФН / В.В. Бражник, А.Г. Ляпин. – 1996. – т. 166, № 8. – с. 893– 897.

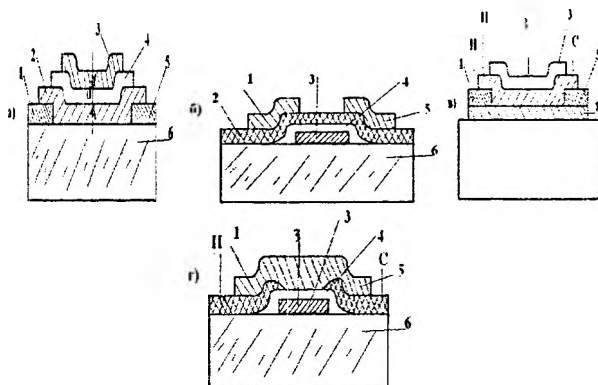


## ТОНКОПЛЕНОЧНЫЙ УНИПОЛЯРНЫЙ ТРАНЗИСТОР С ИЗОЛИРОВАННЫМ ЗАТВОРОМ

Студент гр.113425 Молчан Т.В.,  
доктор техн. наук, профессор В.А. Сычик  
*Белорусский национальный технический университет*

Тонкопленочные МДП-транзисторы с изолированным затвором обладают высокими электрическими свойствами, просты в изготовлении и широко используются в качестве усилительных элементов и электронных ключей при синтезе гибридных интегральных и цифровых схем.

Тонкопленочные полевые транзисторы с изолированным затвором могут быть сформированы следующими структурами:



а), б) – структуры со ступенчатым расположением электродов;

в), г) – структуры с планарными электродами.

1 – исток; 2 – полупроводник; 3 – затвор; 4 – диэлектрик; 5 – сток;

6 – диэлектрическая подложка

Поверхность тонкой пленки существенно влияет на электрические свойства, как полупроводника, так и металла, ограничивая поперечное сечение носителей заряда и их длину свободного пробега.

Основные параметры полевых транзисторов: крутизна характеристики  $S$ , внутреннее сопротивление  $r_c$ , коэффициент усиления  $K$ , напряжение отсечки  $U_{зи\text{отс}}$ , входное сопротивление  $R_{зи\text{вх}}$ , емкость затвор-канал  $C_3$ .

Разработаны транзисторы на основе прозрачных полупроводников для использования в матрицах дисплеев. Перспективный материал для таких транзисторов – полупроводниковые полимеры. Также формируются униполярные транзисторы на основе углеродных нанотрубок.

## МИКРОЭЛЕМЕНТЫ ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Студент группы 113424 О.Г. Реутская,  
член-корр. НАН Беларуси, д.т.н., профессор Ю.М. Плескачевский  
*Белорусский национальный технический университет*

Научно-технический прогресс последнее время большими темпами идет по пути миниатюризации электротехники. Одной из важных задач является создание микроэлементов питания. Идея состоит в том, чтобы использовать микроэлектронную технологию для изготовления источников питания, которые можно встраивать непосредственно в микросхемы. При наличии таких «батареек» можно создать сеть наблюдений на основе технологии МЭМС (микроэлектромеханические системы) – сеть микро-сенсоров, следящих за температурой воздуха, давлением автомобильных шин, состоянием мостов и т.д. Основное преимущество новых источников питания – возможность интеграции в полупроводниковые изделия и большой срок хранения, совместимость с технологическими процессами производства полупроводников, высокая плотность энергии. Они легко поддаются миниатюризации и могут быть изготовлены из материалов широкого спектра.

Нанобатарея как источник питания за «время жизни» находится в двух положениях:

### 1. Исходное состояние (до активации):

- аноды и катоды располагаются на подложке в виде несоприкасающихся полос;
- над анодным и катодом находится пористая сотовая мембрана из кремния, покрытая слоем  $\text{SiO}_2$  и фторуглеродным полимером;
- на мембране покоится слой жидкого электролита.

2. Рабочее состояние. Во время активации электролит просачивается через мембрану и заливает аноды и катоды, начинается электрохимическая реакция, которая сопровождается генерацией электрической энергии.

Источниками для реализации «батареек» можно использовать радиоактивные изотопы, в результате распада которых выделяются бета-частицы – энергоемкие электроны. Излучение, которое образуется в этом процессе, не приносит никакого вреда окружающей среде и человеку. Принцип действия следующий: радиоизотоп располагается рядом с  $p$ - $n$  переходом, где под воздействием высокоэнергетических электронов и создаются спаренные электрон и «дырки».

## СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ

Студент гр. 113416 Е. А. Скопцов,  
кандидат техн. наук, доцент Е.Ф. Карпович  
*Белорусский национальный технический университет*

Данная работа посвящена изучению электрических и физических свойств жидких кристаллов и влиянию внешних воздействий на их свойства.

Жидкие кристаллы были открыты в конце прошлого века. Исследования последних лет показали, что структура жидкого кристалла чрезвычайно подвижна: достаточно небольших внешних воздействий (температура, электрические и магнитные поля, давление и т.д.), чтобы она изменилась, а это сразу же приводит к изменению макроскопических свойств вещества. Следовательно, жидкие кристаллы являются уникальным материалом, свойства которого можно изменять, используя слабые управляющие воздействия, или регистрировать их. Большой интерес жидкие кристаллы представляют для радиоэлектроники и оптоэлектроники.

Наибольший класс веществ, существующих в жидкокристаллическом состоянии – это ароматические соединения, содержащие бензольные кольца, меньший – вещества с нафталиновым скелетом, гораздо реже встречаются алифатические жидкие кристаллы.

В работе приведены классификация, основные сведения о структуре, физических свойствах и методах исследования жидких кристаллов. Больше внимание уделено их физическим свойствам, особенно влиянию на них внешних факторов, а также рассмотрению возможных областей применения.

Отличительной способностью жидких кристаллов является чрезвычайно малая потребляемая мощность, низкие управляющие напряжения, что позволяет сочетать индикаторы с миниатюрными электронными устройствами, облегчая возможность применения миниатюрных источников питания с длительным сроком работы.

Уникальные свойства жидких кристаллов определяют их применение в радиоэлектронике, однако в последнее время появились перспективные разработки использования жидких кристаллов в технике (смазочные вещества) и в медицине (лечение болезней суставов введением в них жидких кристаллов).

**ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ  
СОЕДИНЕНИЙ  $A^{IV}B^{VI}$** 

Студент гр.113416 Агель В.Г.,  
кандидат техн. наук, доцент Т.В. Колонтаева  
*Белорусский национальный технический университет*

Свойства полупроводниковых соединений позволяют использовать эти материалы в различных областях электронной техники. Они применяются как в качестве самостоятельных материалов, так и в качестве основы для композиционных материалов.

Проведен детальный обзор литературы в области полупроводниковых материалов и полупроводниковых соединений.

Способность полупроводников образовывать двойные соединения различной структуры позволяет неограниченно расширять их электрофизические и эксплуатационные свойства, а также возможности их использования в различных областях приборостроения.

В работе изучена классификация соединений  $A^{IV}B^{VI}$ , которые обладают интересными выпрямительными и фотоэлектрическими свойствами.

Более детально изучена структура и свойства соединений: теллуридов свинца и олова. Рассчитаны термодинамические характеристики двойных полупроводниковых соединений. Определены границы устойчивости существования двойных химических соединений и их свойства.

Проанализирована диаграмма двойной системы  $PbTe-GeSe_2$ , изучены области формирования твердых растворов и их влияние на структуру и свойства получаемых полупроводниковых материалов.

Твердые растворы на основе соединений  $A^{IV}B^{VI}$  находят широкое применение. Твердые растворы на основе  $A^{IV}Te$  относятся к узкозонным полупроводникам. Поэтому такие растворы применяются в оптоэлектронике, ячейках памяти, переключающих устройствах.

Изученные полупроводниковые материалы на основе соединений  $A^{IV}B^{VI}$  обладают рядом уникальных свойств, которые определяются чрезвычайно высокой чувствительностью зонной структуры к внешним воздействиям (магнитному полю, электромагнитному излучению, давлению, температуре, примесям).

Для получения монокристаллов группы  $A^{IV}B^{VI}$  используют традиционные методы.

## СТЕКЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ С ВЫСОКОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТЬЮ

Студент гр. 113416 Амбражевич Е. С.,  
кандидат техн. наук, доцент Т. В. Колонтаева  
*Белорусский национальный технический университет*

Метод направленной кристаллизации стекла – одно из важнейших достижений в стеклотехнике. Возможность значительного управления процессом кристаллизации обеспечивает требуемое сочетание физико-химических и эксплуатационных свойств синтезируемых материалов.

Стеклокерамические материалы (ситаллы) обладают ценным комплексом электрических свойств, которые открывают широкие возможности для их использования в различных отраслях приборостроения.

Ситаллы можно использовать для изготовления изоляторов, вакуумных трубок, печатных плат, конденсаторов, для решения проблем микроиниатризации электронной техники.

Проведенный литературный обзор в области применения стеклообразных и стеклокерамических материалов для электронной техники позволил определить приоритетные направления научных исследований.

В работе проанализирована система  $\text{BaO-Al}_2\text{O}_5\text{-SiO}_2\text{-TiO}_2$  с целью синтеза ситаллов с высокой диэлектрической проницаемостью (сикондов).

Предварительной стадией получения ситаллов является синтез исходного аморфного стекла. Стадией, определяющей конечные свойства стеклокерамического материала, является направленная кристаллизация (ситаллизация) стекла по особому режиму. Ситаллизация стекла производится в две стадии, каждая из которых служит для получения определенной микроструктуры.

Ситалл представляет собой сочетание аморфной (стекловидной) и кристаллической фаз, содержание последней может достигать 90 %.

Основной кристаллической фазой, определяющей значение диэлектрической проницаемости, является титанат бария  $\text{BaTiO}_3$ .

В работе изучен стандартный технологический процесс варки стекла, а также подобраны режимы ситаллизации стекла.

Особое внимание было уделено изучению микроструктуры стеклокерамического материала и электрофизических свойств, а также их зависимости от различных факторов.

## ПРИМЕНЕНИЕ ХРОМАТОГРАФИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Студент гр. 113417 Лецук Д.А.,

кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

*Белорусский национальный технический университет*

Хроматография чаще всего рассматривает как современный и эффективный метод разделения сложных смесей. При осуществлении хроматографии используются различия в физико-химических свойствах компонентов системы.

Анализ хроматограмм позволяет получить информацию о характеристике вещества, о термодинамических и кинетических параметрах. Хроматография используется в настоящее время для изучения различных областей естественных наук.

Очень широко метод хроматографии применяется в физической химии для изучения фазовых переходов, структуры материалов после адсорбции и др. Существует несколько методов хроматографии – газовая, жидкостная и т.д.

Проведен обзор литературы, описывающей сущность хроматографического метода изучения структуры, особенности его осуществления и областей применения.

Хроматографические данные часто применяют для исследования фазовых переходов, характерных для полимеров и жидких кристаллов. На графических зависимостях свойств в области фазовых переходов наблюдается скачкообразное, а не линейное изменение параметров.

В работе изучен хроматографический метод определения удельной поверхности. В этом методе смешивают адсорбирующееся вещество с газом-носителем и пропускают через хроматографическую колонку с исследуемым материалом до достижения равновесия. После помещения колонки в жидкий азот проводят адсорбция, а затем десорбцию азота при нагревании колонки до комнатной температуры.

По зарегистрированным хроматографическим пикам определяют поверхность материала, учитывая, что величина площади пика азота пропорциональна общей поверхности твёрдого тела и используя площадь пика эталонного образца с известной поверхностью.

Кроме того, хроматографические методы широко распространены при определении температур кипения и плавления, коэффициент диффузии, молярных масс, термодинамике растворов.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВОЙНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ФАЗ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Студент гр.113417 Романюк С.М.,  
кандидат техн. наук, доцент Т.В. Колонтаева  
*Белорусский национальный технический университет*

Общее число элементарных полупроводников невелико. Число полупроводниковых соединений практически неограниченно, что позволяет удовлетворить требования современной электронной техники. Большинство двойных соединений, известных в химии, в той или иной степени проявляет полупроводниковые свойства. Удобна классификация полупроводниковых соединений по расположению исходных элементов в периодической системе.

Соединения  $A^{III}B^V$  являются алмазоподобными полупроводниками и ближайшими аналогами кремния и германия.

В условиях промышленного производства соединений  $A^{III}B^V$  получают в виде монокристаллов или эпитаксиальных слоёв.

В данной работе объектом изучения явилось одно из наиболее используемых полупроводниковых соединений – арсенид галлия GaAs. Проведён анализ диаграммы состояния двойной системы «галлий-мышьяк», определены термодинамические условия образования химического соединения. Диаграммы состояния систем  $A^{III}B^V$  имеют однотипный характер и фиксируются по одному соединению. Изучены особенности получения и изучения электрофизических свойств арсенида-галлия, а также области применения этого полупроводникового соединения. Большее значение имеет стадия очистки монокристаллов соединения. Для регулирования электрофизических свойств арсенид галлия подвержен легированию.

Двойные полупроводниковые соединения  $A^{III}B^V$  используют для получения светоизлучающих диодов, фотодиодов, туннельных диодов. Широко используются твёрдые растворы замещения на основе соединений  $A^{III}B^V$ .

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КАРБИДА КРЕМНИЯ В ЭЛЕКТРОНИКЕ

Студент гр. 113416 Е. А. Скопцов,  
кандидат техн. наук, доцент Т. В. Колонтаева  
*Белорусский национальный технический университет*

Полупроводниковые материалы в настоящее время широко применяются в технике. Получение высококачественных полупроводников является актуальной задачей приборостроительного материаловедения.

Карбид кремния относится к алмазоподобным полупроводникам и является единственным бинарным соединением, образуемым полупроводниковыми элементами IV группы Периодической системы элементов Д. И. Менделеева.

По типу химической связи карбид кремния относится к ковалентным кристаллам. Это обеспечивает карбиду кремния высокую химическую и радиационную стойкость, температурную стабильность физических свойств, высокую твердость и механическую прочность.

В работе проведен анализ диаграммы термодинамического равновесия двухкомпонентной системы «Si-C» с определением условий устойчивого существования химического соединения SiC. Особое внимание уделено изучению политипизма карбида кремния, позволяющее значительно расширить сочетание физико-химических свойств и областей применения материала.

При получении монокристаллов SiC в качестве сырья используют предварительно синтезированный порошкообразный карбид кремния. Рассмотрены особенности технологии, влияние степени легирования на свойства материала, дефекты и способы их устранения.

Уникальное сочетание физико-химических и электрических свойств карбида кремния обеспечивает ему широкие перспективы применения в электронике для широкого спектра приборов, способных работать в условиях высоких температур, воздействия радиации и в химически агрессивных средах.



## **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ПЛАСТИФИЦИРОВАННОЙ КЕРАМИЧЕСКОЙ ПЛЕНКИ**

Студент гр. 113416 Я.И. Шукевич,

кандидат техн. наук, доцент Т.В. Колонтаева

*Белорусский национальный технический университет*

Тонкие керамические пленки получили широкое применение в современной радиоэлектронике. Они используются в качестве диэлектриков в электрических конденсаторах, разделительной изоляции и защитных покрытий в полупроводниковых приборах, в интегральных и пленочных схемах, а также в различных технологических процессах изготовления приборов.

Свойства тонких материалов существенно отличаются от массивных и определяются, в первую очередь, поверхностными явлениями. Большое значение имеют реологические свойства, метод получения, тип подложки, область применения.

Проведен обзор литературы в области получения пленочных материалов различной химической природы с определенными физико-химическими и электрическими свойствами.

В работе изучен процесс получения пластифицированной пленки на основе алюмооксидной вакуумно-плотной керамики. Для получения пленки предварительно синтезируется алюмооксидная керамика, которая характеризуется определенным сочетанием физико-химических и электрических свойств.

Изготовление пленки основано на подготовке литьевого шликера. Проанализирован стандартный технологический процесс изготовления пластифицированной керамической пленки.

Особое внимание уделено подбору технологических добавок, способствующих пленкообразованию, наполнению, технологичности. В процессе изготовления особо контролируются вязкостные свойства шликера, влияющие на качество пластифицированной керамической пленки.

Микроструктура керамической пленки и ее эксплуатационные свойства определяются температурно-временными факторами технологического процесса получения.

Возрастающие требования развития новой техники (миниатюризация, быстродействие, чувствительность) определяют необходимость разработки и применения новых изделий на основе пленочных керамических материалов.

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Студент гр. 113417 Кутепова Н.А.,

кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.

*Белорусский национальный технический университет*

Высокоразвитая поверхность коллоидных систем обуславливает большой избыток свободной поверхностной энергии, что делает эти системы термодинамически неустойчивыми и стремящимися к уменьшению межфазной энергии. Это вызывает нарушение агрегатной устойчивости коллоидной системы, уменьшение степени дисперсности и агрегатирования частиц, т. е. происходит коагуляция.

Коагуляция протекает в результате воздействия внешних факторов. Устойчивость коллоидных систем может быть значительно повышена путем создания дополнительно на поверхности частиц адсорбционных слоев с повышенными структурно-механическими свойствами. Такое защитное действие оказывают стабилизаторы.

Коллоидные поверхностно-активные вещества способны образовывать термодинамически устойчивые гетерогенные дисперсные системы.

Проведен детальный обзор литературы в области формирования высокодисперсных систем различного типа и назначения.

Изучены методы определения молекулярно-кинетических свойств коллоидных систем. Большим разнообразием отличаются методы их получения и возможности использования в различных областях приборостроения.

В работе изучены особенности получения коллоидного кремнезема. Дисперсный кремнезем является основным компонентом оксидных материалов, получаемых золь-гель методом.

Характерной особенностью гидрозолей кремнезема является их способность к гелеобразованию. Характерной особенностью коллоидного кремнезема является сложная зависимость агрегативной устойчивости от  $pH$  среды.

Большое влияние на свойства высокодисперсных систем оказывают кинетические и термодинамические параметры технологии получения.

Интерес к коллоидному кремнезему остается высоким, что проявляется в разработке на основе кремнезема новых материалов, обладающих уникальными свойствами.

## ПОЛУЧЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ В МЕТАСТАБИЛЬНОМ СОСТОЯНИИ

Студент гр.113417 Лобчук С.В.,  
кандидат техн. наук, доцент Т.В. Колонтаева  
*Белорусский национальный технический университет*

Современная электронная техника нуждается во всё новых материалах, которые расширяют функциональные возможности устройств. Одним из перспективных направлений является синтез материалов на основе их метастабильных состояний.

Аморфное состояние является самым неравновесным, а материалы с аморфной структурой обладают уникальными электрофизическими свойствами, которые недостижимы в кристаллическом состоянии. У каждого вещества существует неограниченное многообразие разновидностей аморфного состояния, которые различаются характеристиками микроокружения атомов, видом микродобавок.

При получении вещества в условиях его термодинамической неустойчивости необходимо контролировать скорость твердофазового превращения «метастабильная фаза – стабильная фаза». В работе проанализированы факторы, влияющие на скорость. При низкой скорости твердофазного превращения может наступить «закалка» метастабильного состояния. Воспользовавшись правилом ступеней Освальда можно осуществлять фиксацию каждой из промежуточных метастабильных фаз.

При получении материалов электронной техники большая роль в управлении получением материалов в метастабильном состоянии принадлежит подложке, на которую осуществляют осаждение. Использование метастабильной подложки позволяет получить монокристаллы с такой же метастабильной структурой. Определяющим фактором при этом является правильный подбор кинетических параметров.

Таким образом, управление процессами получения метастабильных состояний базируется на термодинамическом и кинетическом анализе систем.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ НАПРАВЛЕННОГО СИНТЕЗА МАТЕРИАЛОВ

Студент гр.113417 Шахнович А.А.,  
кандидат техн. наук, доцент Т.В. Колонтаева  
*Белорусский национальный технический университет*

При превращении исходных веществ в конструкционный материал имеют место разнообразные физико-химические процессы (растворение, плавление, кристаллизация).

Экспериментальный подбор условий синтеза является трудоёмким и иногда очень длительным. Для направленного синтеза материалов с необходимыми свойствами большую значимость приобретает физико-химический анализ.

Основы физико-химического анализа были заложены в трудах Д.И. Менделеева, Н.С. Курнакова и других.

Физико-химический анализ соединяет в себе как теоретические обобщения, так и экспериментальный аппарат теории. В классическом анализе используют классические химические формулы.

В современном анализе добавляются кристаллохимические формулы, учитывающие концентрацию дефектов в кристалле. Это особенно важно при синтезе полупроводниковых фаз, используемых в приборостроении, т.к. их свойства могут существенно измениться при незначительном изменении структуры.

Диаграммы «состав-свойство» – важнейшие объекты физико-химического анализа. Каждая диаграмма является не только обоснованием для решения практической задачи, но и имеет большое теоретическое значение.

В работе проведён физико-химический анализ систем « $\alpha$ » и « $\beta$ ». Соединения легированные оловом, являются представителями класса фоточувствительных полупроводниковых материалов.

При анализе диаграмм состояния определены границы формирования твёрдых растворов, а также условия их образования. Установлена зависимость состава твёрдых растворов, находящихся в равновесии с жидким расплавом, от температуры синтеза.

Использование фазовых диаграмм для направленного синтеза конструкционных материалов перспективно. Физико-химический анализ постоянно дополняется современными представлениями о веществах и материалах.

## ПОЛУПРОВОДНИКИ С АМОРФНОЙ СТРУКТУРОЙ

Студентка гр.113416 Ющенко А.А.,  
кандидат техн. наук, доцент Т.В. Колонтаева  
*Белорусский национальный технический университет*

Полупроводники с аморфной структурой широко используются в приборостроении. Они характеризуются неизменными расстояниями между ближайшими атомами, совпадающими с длинами межатомных связей в кристалле. Но далее наблюдается значительный разброс расстояний.

Ближний порядок в расположении атомов определяет фундаментальные свойства материалов. Отсутствие дальнего порядка аморфные полупроводниковые материалы имеют большую плотность ненасыщенных связей.

При введении в аморфный полупроводник водорода происходит насыщение связей. Это позволяет получать гидрогенизированный аморфный кремний ( $\alpha$ -Si:H). Легирование  $\alpha$ -Si:H примесями позволяет воспроизводить изменять электропроводность и получать в нем *p-n*-переходы.

Проведен обзор литературных данных в области получения полупроводниковых материалов с аморфной структурой. Приведена классификация материалов по электрофизическим свойствам и области применения.

В работе рассмотрены особенности электронного состояния аморфного кремния, изучены способы получения материала и технологические режимы. Подробно рассмотрены электрофизические свойства. Составлена технологическая схема процесса получения аморфного гидрогенизированного кремния.

Благодаря простой и воспроизводимой технологии тонкие пленки аморфного гидрогенизированного кремния ( $\alpha$ -Si:H) находят массовое применение при создании фотоэлектрических преобразователей.

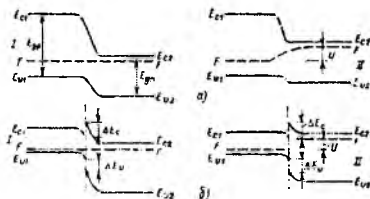
Принцип действия таких приборов основан на разделении носителей заряда, генерируемых при поглощении фотонов, внутренним полем *p-n*-переходов.

Для расширения возможностей управление свойствами (электрическими, оптическими, фотоэлектрическими) аморфных полупроводников применяют сплавы гидрогенизированного кремния с германием, углеродом, азотом.

## ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ГЕТЕРОПЕРЕХОДНЫЕ СТРУКТУРЫ

Студент гр. 113415 Ходак И.И.,  
 доктор техн. наук, профессор В.А. Сычик  
 Белорусский национальный технический университет

Полупроводниковые гомо- и гетеропереходы благодаря особым электрическим свойствам используются как важнейшие элементы в структурах полупроводниковых, оптоэлектронных приборов и первичных измерительных преобразователей.



К идеальному *p-n* гетеропереходу приложено внешнее напряжение  $U$  в прямом. В этом случае, потенциальный барьер, который должен преодолеть дырки при переходе из *p*-области в *n*-область, заметно понижается. И если приложенное напряжение  $U$  достаточно велико, барьер может быть понижен до нуля. Следовательно, дырочный ток в прямом направлении сильно возрастает. Но потенциальный барьер, который должны преодолеть электроны при переходе из *n*-области в *p*-область, остается достаточно высоким, а поэтому электронный ток в прямом направлении будет довольно мал. В том случае, если два полупроводника имеют различную ширину запрещенной зоны  $E_g$ , различную относительную диэлектрическую проницаемость  $\epsilon$ , различную работу выхода  $\Phi$ , различное электронное сродство  $\chi$ , то электрическое поле, обуславливающее наклон зон на границе раздела, терпит разрыв вследствие различия в величинах  $\epsilon$ , это обусловит и разрыв краев энергетических зон на границе раздела, следовательно барьер для электронов значительно меньше, чем для дырок, поэтому доминирующими носителями будут электроны.

ВАХ гетероперехода определяется выражением:

$$J = A^* T^2 \exp\left(-\frac{qU_{ba}}{kT}\right) \left[ \exp\left(\frac{qU_f}{kT}\right) - \exp\left(\frac{qU_r}{kT}\right) \right],$$

Емкость гетероперехода определяется по формуле:

$$C = \sqrt{\frac{qN_A N_D \epsilon_1 \epsilon_2}{2(\epsilon_1 N_D + \epsilon_2 N_A)(V_0 + U)}}$$

### Литература

1. Зи, С. Физика полупроводниковых приборов / С. Зи. – пер. с англ. М.: «Мир», 1984. – 359 с.
2. Бонч-Бруевич, В.Л. Физика полупроводников / В.Л. Бонч-Бруевич. – М.: Наука, 1977. – 684 с.

## РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ НАПОРИСТОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА АЛМАЗ-КАРБИД КРЕМНИЯ

Студенты гр.113425 Асадчий А.Н., Журавок А.А., Шевель А.А.,  
кандидат техн. наук, доцент А.В. Ковалевская  
*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время пористые композиционные материалы находят широкое применение. Традиционно их используют в качестве теплоизоляторов. Это обусловлено их низкой теплопроводностью. Тепло от одной соприкасающейся поверхности к другой может передаваться в основном четырьмя самостоятельными процессами: а) теплопроводностью через контакт; б) теплопроводностью через среду, заполняющую поры и пространство между выступающими шероховатостями контактирующих поверхностей; в) лучистым теплообменом между поверхностями; г) конвекцией газа в порах.

Ограниченные размеры пор и микрозазоров на стыке частиц препятствуют возникновению конвективных токов газа под действием температурного градиента. Известно, что при величинах  $(GrPr) < 10^3$  конвективным теплообменом в порах можно пренебречь. Это справедливо для частиц диаметром не более 4 – 5 мм.

Для тонкопористых материалов лучистая теплопроводность составляет не более 1,5 % от величины коэффициента молекулярной теплопроводности.

Для расчета эффективной теплопроводности нанопористого композиционного материала алмаз-карбид кремния применяли метод обобщенной проводимости.

В данной работе производился расчёт теплопроводности, композиционного материала алмаз-карбид кремния. Использовался микрошлиф порошок алмаза АСМ14/10. Карбид кремния служил покрытием для частиц алмаза, а после прессования, пропитки и спекания образовывал каркас, в котором упрочняющей фазой являлись частицы алмаза. Теплопроводность алмаза составляет 800–900 Вт/м·К, а теплопроводность карбида кремния 80–100 Вт/м·К. Расчёт теплопроводности композиционного материала при различных соотношениях компонентов показал, что при достаточно малых размерах пор (менее 1 мкм) даже при значительной пористости коэффициент теплопроводности составляет 500–600 Вт/м·К. Это открывает перспективу использования данного материала в микроэлектронике в качестве теплоотводов.

## ПЬЕЗОЭЛЕКТРИКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Студент гр. 113416 Шукевич Я.И. ,  
кандидат техн. наук, доцент Е.Ф. Карпович  
*Белорусский национальный технический университет*

В представленной работе показаны основные свойства и области применения пьезоэлектрических материалов.

По наиболее общей классификации материалов электронной техники их делят на 4 класса: проводники, полупроводники, диэлектрики и магнитные материалы. Диэлектрическими называют материалы, основным электрическим свойством которых является способность к поляризации и в которых возможно существование электростатического поля. Пьезоэлектричество-это электричество, возникающее в результате механического давления на пьезокристалл. Прямой пьезоэлектрический эффект представляет собой появление зарядов на противоположных гранях образца пьезокристалла при сжатии или растяжении кристалла. При изменении направления механического давления знаки электрических зарядов меняются на противоположные. При обратном пьезоэлектрическом эффекте происходит изменение размеров кристалла в зависимости от напряженности электрического поля. Примеры пьезоэлектриков – кварц, сегнетовая соль, также пьезокерамика на основе цирконата-титаната свинца. Большие успехи достигнуты в разработке приборов, использующих пьезоэлектрический эффект в радиоэлектронике. Помимо генераторов, стабилизаторов, преобразователей, в настоящее время разрабатываются пьезоэлектрические трансформаторы, предназначенные для использования в схемах электронно-лучевых приборов, газоразрядных приборов, счётчиков Гейгера и других. Их преимущество – отсутствие магнитного поля, простота и надежность. Незаменимы пьезоэлектрические компоненты в излучателях и приемниках ультразвука, в фокусирующих линзах и стабилизаторах частоты. Также пьезоэлектрические акселерометры – основная часть инерциальной навигационной системы подводных лодок. Кварцевые резонаторы, изготовленные из высококачественного пьезокристалла, используют в качестве фильтров, также для стабилизации и эталонирования частоты генераторов, например, в радиолокационных станциях и электронных часах.



**СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Студентка гр. 113416 Ющенко А.А,  
кандидат техн. наук, доцент Е.Ф. Карпович  
*Белорусский национальный технический университет*

Данная работа посвящена изучению электрофизических свойств светочувствительных полимерных материалов и области их применения.

Светочувствительные материалы – химические соединения или вещества, которые под действием электромагнитного излучения меняют свои структурные или физико-химические свойства. Среди большого разнообразия материалов, используемых современной радиоэлектроникой и полиграфией, фото-, электроно- и рентгенорезисты занимают особое положение. Они предназначены для проведения литографии. Фото-, электроно-, рентгенорезисты – это чаще всего композиции из органических полимеров и веществ, чувствительных к излучению. Путем введения различных добавок, а также варьированием условий обработки можно изменять те или иные свойства резистивного слоя, они позволяют адаптировать резист к конкретным условиям применения и могут не сыграть положительной роли в других условиях резиста. В производстве печатных плат формирование сплошных пленок резистов вызывает затруднение, поэтому с этой целью применяют пленочные фоторезисты. Для повышения адгезии к подложке позитивных резистов существует специальная подготовка алюминиевой фольги для получения высококачественной безрастровой полутонковой печатной формы. Важнейшее свойство резистивного слоя – светочувствительность. Для её повышения составляют композиции из двух новолачных смол, вводят различные добавки. Проблема создания светочувствительных композиций включает в себя подбор светочувствительных и пленкообразующих компонентов, обеспечивающих копируальному слою высокую интегральную и спектральную чувствительность. Значительную разрешающую способность мелких растровых и штриховых элементов, а также необходимые сплошность пленок, адгезию к формным основам, механическую прочность и химическую стойкость. Существуют позитивные и негативные фоторезисты. Позитивные резисты можно разделить на 2 группы, которые отличаются по механизму образования рельефного позитивного изображения. Первую составляют материалы, у которых растворяющийся в щелочах пленкообразующий полимер совмещается с гидрофобным светочувствительным ингибитором растворения. Другая – материалы, в пленкообразующем полимере которых в результате фотохимических, а затем термических стадий разрушается основной скелет. Негативные – слои поливинилового спирта с солями хромовых кислот или эфирами коричной кислоты.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ АДсорбЦИИ МОЛЕКУЛЫ ВОДОРОДА НА ПОВЕРХНОСТЬ МЕДИ (100) МЕТОДОМ ФУНКЦИОНАЛА ПЛОТНОСТИ.

Студент гр. 113414 Ткачевич В.В.,

студентка гр. 113425 Ланюк А.А.,

доктор техн. наук, профессор А.Л. Зайцев

*Белорусский национальный технический университет*

Медные пленки широко используются в технологии радиоэлектроники. В некоторых ответственных технологических процессах изготовления интегральных схем для устранения окисления в качестве защитной среды используется водород, который может адсорбироваться на поверхность медной нанокристаллической меди и изменять ее электрофизические свойства. Кроме экспериментальных методов исследования наиболее эффективным способом прогнозирования процессов адсорбции молекулярного водорода на поверхность металла является метод функционала электронного плотности, который позволяет рассчитывать энергетику взаимодействия и геометрию стабильных структур в системе «поверхность металла – молекула».

Целью данной работы является расчет энергии взаимодействия молекулы водорода с поверхностью меди (100) при ее последовательном приближении. Расчеты выполнены с использованием программы «ABINIT», позволяющей производить вычисления полной энергии и структурную оптимизацию атомно-молекулярной системы в рамках теорий функционала плотности и псевдопотенциалов. В качестве модели поверхности металла использовали периодическую ячейку, моделирующую пятислойную нанокристаллическую пластину алюминия с гранцентрированной решеткой. При проведении расчетов использовался алгоритм структурной оптимизации. Моделирование взаимодействия валентных электронов алюминия проводили с использованием сохраняющих норму псевдопотенциалов Трулье-Мартинса при ограничении кинетической энергии электронов выбрано равным 25 Хартри. Ширина вакуумной зоны периодической ячейки равнялась 16 Å.

Результаты расчетов позволили установить зависимость полной энергии системы от расстояния молекулы водорода от поверхности (граничного атомного слоя) меди. Определены энергия физической и химической адсорбции водорода. Показано, что для хемосорбции водорода характерны две устойчивые пространственные конфигурации, которые соответствуют адсорбции водорода на вершинный атом меди и мостиковое расположение атома водорода между двумя вершинными атомами. Определен энергетический барьер перехода молекулы водорода из физического в хемосорбционное состояние (0,27 – 0,4 эВ).

В результате исследований установлено, что молекула водорода в процессе адсорбции и диффузии не подвергается полной диссоциации, а существенно растягивается, причем расстояние между атомами не превышает параметра кристаллической решетки меди. поверхностью металла.

## ТРЕБОВАНИЯ К ДРАЙВЕРАМ НЕСМЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Студент гр. 113425 Бусурина О.В.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент С.П. Сернов  
*Белорусский национальный технический университет*

Светодиод – это полупроводниковый прибор, преобразующий электрический ток непосредственно в световое излучение, по-английски светодиод называется light emitting diode, или LED. Светодиоды нашли широкое применение в различных устройствах. Это объясняется рядом достоинств, присущих светодиодам, среди которых высокая эффективность, высокая удельная яркость, энергосбережение, надежность и широкий диапазон рабочих температур. Для светодиодов, которые выполняют в основном индикаторные функции, главной потребительской характеристикой является сила света. Для мощных светодиодов световой поток является более подходящей оценкой произведенного света при сравнении различных источников света.

Чтобы максимально использовать все возможности светодиода, необходимо грамотно организовать систему питания [1].

Потребность в разработке и выпуске драйверов вызвана все большим применением мощных светодиодов в различных областях электронной техники. Спектр драйверных микросхем покрывает рабочие напряжения от 2,7 до 100 В и включает драйверы сверхъярких светодиодов с интегрированным ключом, контроллеры драйверов сверхъярких светодиодов и микросхемы для мобильных устройств. Выпускают драйверы, предназначенные для подключения одного и нескольких светодиодов, драйверы OLED-панелей, микросхемы для использования в светодиодных табло, микросхемы, рекомендуемые для использования в осветительных системах и в автоэлектронике.

Основными техническими характеристиками драйверов являются входное напряжение, входной фильтр, выходное напряжение, диапазон выходного тока, рассеиваемая мощность, уровень выходных шумов и пульсаций, температурный коэффициент напряжений, емкость нагрузки, КПД, рабочий диапазон температур, габаритные размеры, управление и др. [2].

Существуют различные фирмы, которые выпускают драйверы светодиодов, среди них Recom, Texas Instruments, NXP Semiconductors, International Rectifier, National Semiconductor, Hongli Optoelectronics.

### Литература:

1. Никитин, А. Мощные светодиоды компании Hongli Optoelectronics / А. Никитин // *Новости электроники*. – 2008. – №17, с. 11–14.
2. Местечкина, Г. Драйверы со стабилизацией выходного тока для питания светодиодов / Г. Местечкина // *Новости электроники*. – 2008. – №7, с. 10–12.

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ОБОРУДОВАНИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Студентка гр. 113425 Волкорезова Е.Ю.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент С.П. Сернов  
*Белорусский национальный технический университет*

Возрастающее требование к мощности питания при использовании в автоэлектронике новых быстрых процессов ведут к постепенной смене метода преобразования: с простого на более сложный, но эффективный импульсный преобразователь [1].

С ростом частоты преобразования физические размеры пассивных компонентов, таких как катушка индуктивности или накопительный конденсатор, могут быть уменьшены.

Использование импульсных преобразователей уменьшает общий размер питания. Это дает возможность применять импульсные преобразователи для управления питанием в таких автомобильных устройствах, как системы самодиагностики, информационно-развлекательные системы, модули управления двигателем.

Источников помех, способных вызвать сбой или отказ устройства, существует бесчисленное множество. Однако наиболее часто встречаются следующие помехи:

- наносекундные помехи, вызванные срабатыванием механических контактов выключателей и реле;
- микросекундные помехи, связанные с работой реактивных элементов в цепях мощных нагрузок (зарядка конденсаторов, а также отдача энергии, накопленной в обмотках моторов, соленоидов, и пр.);
- помехи, вызванные работой близкорасположенных радиопередатчиков [2].

В связи с тем, что в бортовую сеть автомобиля входят как электрические, так и электромеханические устройства, оказывающие влияние на работу друг друга, напряжение питания бортовой сети отличается от номинального.

Таблица 1 – Напряжение питания бортовой сети автотранспортного средства

Напряжение испытаний	Номинальное напряжение	Рабочее напряжение
Питание 12 В	12±0.2 В	13.5±0.5 В
Питание 24 В	24±0.4 В	27±1 В

### Литература

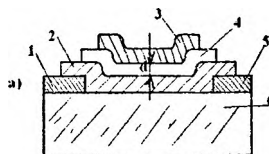
1. Новости электроники. – 2007. – № 15.
2. Хрусталёв, А.А. Генераторы наносекундных импульсов на S-диодах для модуляции полупроводниковых генераторов / А.А. Хрусталёв // ПТЭ. – 1984. – №3.

## УНИПОЛЯРНЫЙ ТРАНЗИСТОР С ПЛАВАЮЩИМ ЗАТВОРОМ

Студент гр. 113425 Шевель А.А.,  
 доктор техн. наук, профессор В.А. Сычик  
*Белорусский национальный технический университет*

Униполярный транзистор с плавающим затвором представляет собой приборный перепрограммируемый элемент памяти в матрицах ПЗУ. Его электрические свойства определяются структурой и топологией компонентов транзистора.

Тонкопленочные полевые транзисторы с плавающим затвором: 1 – исток; 2 – полупроводник; 3 – затвор; 4 – диэлектрик; 5 – сток; 6 – диэл. подложка.



В транзисторах с плавающим затвором инжектированный заряд хранится на плавающем затворе, находящемся между первым и вторым подзатворными диэлектрическими слоями. Инжекция носителей из полупроводника через первый слой окисла на плавающий затвор осуществляется путем прямого туннелирования через трапециевидный барьер. Величина заряда  $Q_{ox}(t)$ , накапливаемая на изолированном затворе, равна:

$$Q_{ox}(t) = \int_0^t I(t) dt,$$

Данное соотношения позволяют на основе расчета выбрать наиболее оптимальные режимы записи и стирания информационного заряда.

Тонкопленочные транзисторы с плавающим затвором широко используют в запоминающих устройствах, что ведёт к их дальнейшему развитию и усовершенствованию технологий их производства. Однако, они имеют ряд недостатков: значительный разброс характеристик, малая стойкости к действию статического электричества и ряда других - резко ограничивает область практического применения этих приборов даже при допустимости их индивидуальной подборки.

### Литература

1. Зи, С. Физика полупроводниковых приборов / С. Зи. – пер. с англ. М.: «Мир», 1984. – 359 с.
2. Малин, Б.В. Параметры и свойства полевых транзисторов / Б.В. Малин, М.С. Сонин. – М.: Мир, 1967. – 380с.

## ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОНТАКТА МЕТАЛЛ-ПОЛУПРОВОДНИК

Студент гр. 113415 Гузев В.С.,  
доктор техн. наук, профессор В.А. Сычик  
*Белорусский национальный технический университет*

Электрические переходы типа металл-полупроводник широко используются при разработке многофункциональных полупроводниковых приборов. В этой связи существенный интерес представляет анализ структуры и электрических свойств контакта металла с низкоомными и высокоомными полупроводниками.

При контакте полупроводника с металлом в пограничных слоях возникают потенциальные барьеры, а концентрации носителей заряда внутри этих слоев могут сильно изменяться по сравнению с их значениями в объеме [1].

Свойства приконтактных слоев зависят от приложенного внешнего напряжения, что приводит в ряде случаев к сильно нелинейной вольтамперной характеристике контакта [2].

Перенос носителей заряда при контакте металл-полупроводник происходит основными носителями заряда в отличие от  $p-n$  переходов, где осуществляется неосновными носителями заряда. Используется три теории переноса носителей заряда при контакте металл-полупроводник: теория термоэлектронной эмиссии, теория изотермической диффузии Шоттки, теория термоэлектронной эмиссии диффузии.

Основными параметрами, характеризующими электрофизические свойства контакта металл-полупроводник являются: ширина обедненного слоя, прямое (обратное) сопротивление контакта металл-полупроводник, высота потенциального барьера, плотность тока, емкость контакта, работы выхода с полупроводника и металла.

### Литература

1. Шалимова, К.В. Физика полупроводников / К.В. Шалимова. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 392 с.
2. Бонч-Бруевич, В.Л. Физика полупроводников / В.Л. Бонч-Бруевич, С.Г. Клешников. – М.: Мир, 1989. – 670 с.

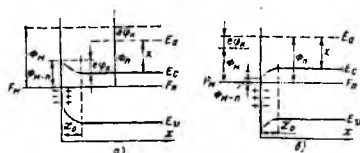


Рис.1. Контакт металл-электронный полупроводник в случае  $\Phi_m > \Phi_p$  (а) и  $\Phi_m < \Phi_p$  (б)

## МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕИЗОБРАЖАЮЩЕЙ ОПТИКИ ДЛЯ НЕСМЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Студент группы 113425 Журавок А.А.,  
аспирант кафедры МНТ Балохонов Д.В.,  
кандидат физ. мат. наук, доцент С.П. Сернов  
*Белорусский национальный технический университет*

При разработке несменных источников света необходимо решать задачу по преобразованию светового распределения светодиода к требуемому в Правилах ЕЭК ООН виду [1]. Одним из вариантов решения данной задачи является использование линзы или системы линз. Натурное тестирование линз является дорогостоящим процессом, поэтому предпочтительнее проводить качественное компьютерное моделирование и оптимизацию формы линзы. Для этого предлагается использовать специально разработанную программу моделирования линз произвольной формы.

Алгоритм работы программы основан на расчете траектории световых лучей через произвольное число преломляющих поверхностей с учетом частичных световых потоков, излучаемых светодиодом в телесные углы, количество и размер которых определяются из экономических и технологических соображений, причем число лучей, ограничивающих данные телесные углы, зависит только от аппаратных возможностей вычислительной системы. Далее методом накопительного суммирования частичных световых потоков с целью получить требуемое стандартами световое распределение.

Результатом работы программы являются распределения силы света светодиода с линзой (3), помещенное на один график со стандартным световым распределением (2) и световым распределением светодиода (1) без линзы (рис. 1). Результаты сохраняются в файл и выводятся на экран в графическом виде

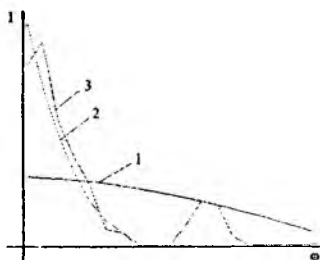


Рис. 1. Результат работы программы.  
Пояснения в тексте

### Литература

1. Сернов, С.П. Эффективность применения светодиодных технологий в автомобильной светотехнике / С.П. Сернов, Д.В. Балахонов, Т.В. Колонтаева // сборник трудов 5-й международной конференции. – Санкт-Петербург, 2008.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
СИСТЕМЫ

УДК 658.012.011.56

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ ДВИЖЕНИЯ  
ГРУЗОПОТОКОВ НА ОСНОВЕ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА**

Студенты гр.113614 Далидович К.Н., гр. 113534 Бояревич Т.И.,  
кандидат техн. наук, ст. преподаватель Е.Н. Савкова  
*Белорусский национальный технический университет*

В соответствии с ТКП 45-1.01-80 различают управляемые (внутренние) и неуправляемые (внешние) процессы организации, которые взаимодействуют посредством горизонтальных, вертикальных и перекрестных связей. В частности, процесс движения грузопотоков «поставщик – дистрибьютор – заказчик» можно представить в виде функциональной модели, позволяющей на этапе планирования выявлять «критические точки», в которых достигается снижение издержек за счет перераспределения ресурсов, и определять наиболее эффективный путь поставки [1]. Данный процесс может быть автоматизирован с использованием экономико-математических методов и моделей и функционально-стоимостного анализа, посредством которых осуществляется выбор оптимального варианта.

В данной работе предложена система-«навигатор», которая в режиме, близком к реальному времени, позволяет осуществлять автоматизированный анализ затрат, возникающих при движении грузопотоков на предприятии [2]. Система построена по модульному принципу и представлена тремя блоками: «Поставщики», «Внутренняя среда», «Заказчики».

Указанные блоки представляют собой базы данных, в которых оптимизация выбора объекта осуществляется на основе запроса, формирующего рейтинг по задаваемым критериям. Данная многопараметрическая модель позволяет проводить мониторинг процессов, ресурсов и затрат управления грузопотоками и может быть реализована с помощью доступных аппаратных и программных средств.

**Литература**

1. Ильдеменов, С.В. Операционный менеджмент: Учебник / С.В. Ильдеменов, А.С. Ильдеменов, С.В. Лобов. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 337 с.
2. Серенков, П.С. Методы менеджмента качества. Функционально-стоимостной анализ: учеб. пособие / П.С. Серенков. – Мн.: БНТУ, 2005. –184 с.



## **РАЗРАБОТКА ДОКУМЕНТОВ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОК НА РУП «МИНСК КРИСТАЛЛ»**

Студентка гр.13 Балаш Е.В.,  
кандидат техн. наук, доцент З.Е. Егорова  
*Белорусский государственный технологический университет*

Система менеджмента безопасности (СМСБ) пищевой продукции, созданная в соответствии с требованиями международного стандарта ИСО 22000:2005 «Система менеджмента безопасности пищевых продуктов. Требования к организациям, участвующим в пищевой цепи», гарантирует безопасность пищевого продукта на протяжении всей пищевой цепи. Данная система построена на принципах системы менеджмента качества (СМК) и НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points).

Учитывая это, руководством РУП «Минск Кристалл» принято решение о создании и внедрении на предприятии СМБ, чему также способствует наличие системы НАССР и СМК, распространяющихся на производство водок, спирта этилового ректифицированного из пищевого сырья и ликероводочных изделий.

С этой целью необходимо разработать, внедрить и поддерживать в рабочем состоянии программу предварительных условий (ППУ), рабочую программу предварительных условий (РППУ) и план НАССР, что и является основной задачей нашей работы.

Для решения поставленной задачи нами был проведен анализ документов вышеперечисленных систем менеджмента, функционирующих на предприятии. Было выявлено, что для формирования комплекта ППУ, который обеспечивает контроль уровня опасностей и предупреждение вторичного загрязнения продукции в процессе производства, необходимо, прежде всего, разработать план по пересмотру и верификации имеющихся документов и разработке недостающих.

Анализ действующих документов плана НАССР показал, что используемые на предприятии блок-схемы процесса производства и документы по анализу риска не могут быть в полной мере использованы для разработки РППУ и Плана НАССР в соответствии с требованиями СТБ ИСО 22000-2006. Учитывая вышеизложенное, нами были внесены следующие изменения в документы плана НАССР. В документ «Описание производства водок» были добавлены параметры для всех технологических стадий процесса изготовления водок, точки контроля, перечень контролируемых в них показателей и должностных лиц, ответственных за контроль, а также вид регистрационно-учетной документации.

Разработанные нами проекты документов будут переданы в рабочую группу НАССР предприятия.

## **НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА ЭТИЛОВОГО СПИРТА (ИЗ ВСЕХ ВИДОВ СЫРЬЯ) НА ПРОВЕДЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ**

Студент гр. ТОВ 12 Барнашова А.Ю.,  
кандидат техн. наук, доцент З.Е. Егорова

*Белорусский государственный технологический университет*

Применяемые в настоящее время нормы расхода спирта на лабораторные нужды разработаны в 80-х годах прошлого столетия и не учитывают особенности современного испытательного оборудования и средств измерений, а также новых методов испытаний продовольственного сырья и пищевой продукции.

Для пересмотра устаревших и обоснования новых норм расхода этилового спирта на проведение лабораторных испытаний пищевой продукции нами была проделана следующая работа:

- осуществлен сбор и анализ имеющихся данных по нормированию расхода спирта в разных отраслях пищевой промышленности;
- установлена номенклатура показателей качества и безопасности пищевой продукции и продовольственного сырья, для определения которых необходим этиловый спирт;
- составлен перечень измерительного и испытательного оборудования, для содержания которых в работоспособном состоянии требуется этиловый спирт;
- опытным путем определены удельные нормы расходы этилового спирта для создания стерильных условий работы в микробиологической лаборатории.

Результаты анализа отраслевых документов по нормированию спирта и удельные нормы расхода этилового спирта, полученные нами опытным путем, были использованы сотрудниками кафедры физико-химических методов сертификации продукции БГТУ для разработки проекта документа «Методические указания по использованию спирта этилового (из всех видов сырья) в испытательных и производственных лабораториях по контролю качества продовольственного сырья и пищевой продукции». После согласования и утверждения в концерне «Белгоспишепром» данные методические указания будут использоваться подведомственными перерабатывающими предприятиями для приобретения на лабораторные нужды и списания этилового спирта.

Разработанные методические указания, устанавливающие порядок и нормы расхода этилового спирта, позволят всем испытательным и производственным лабораториям обращаться к единому документу независимо от отрасли пищевой промышленности, руководствоваться едиными нормативами при осуществлении однотипных операций, учесть особенности современного испытательного оборудования и средств измерений, новых методов испытаний продовольственного сырья и пищевой продукции.

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА НЕСТЕРИЛИЗОВАННЫХ ОВОЩНЫХ И ОВОЩЕФРУКТОВЫХ НЕКТАРОВ

Студентка 5-ТОВ-13 Доброгост Т.А.,  
кандидат техн. наук, доцент З.Е. Егорова

*Белорусский государственный технологический университет*

С 1 сентября 2008 года были введены новые стандарты на консервированные соки, нектары и сокосодержащие напитки. Требования новых стандартов гармонизированы с нормами соответствующих директив Евросоюза и свода правил для оценки качества фруктовых и овощных соков, действующего в странах Европейского союза.

Традиционно нектары подвергают термической обработке, что приводит к снижению питательной ценности готовой продукции. Учитывая это, на кафедре физико-химических методов сертификации продукции совместно со специалистами РУП «Институт овощеводства» была разработана технология производства нестерилизованных овощных и овощефруктовых нектаров, обогащенных витамином С и селеном. Для практического внедрения данной технологии необходимо было провести исследования показателей качества ассортиментного ряда новых видов овощных и овощефруктовых нектаров.

Объектами исследований являлись нектары, обогащенные витамином С и витамином С и селеном: нектар морковный, нектар морковно-апельсиновый, нектар морковно-тыквенный, нектар морковно-тыквенно-апельсиновый.

В них определяли:

- массовую доли мякоти – по ГОСТ 8756.10;
- массовую долю растворимых сухих веществ – по ГОСТ 28562;
- рН – по ГОСТ 26188;
- минеральные примеси – по ГОСТ 25555.3;
- содержание примесей растительного происхождения – по ГОСТ 26323;
- посторонние примеси – по СТБ 829;
- содержание витамина С – по ГОСТ 24556-89;
- содержание селена – Инстр. 4.1.10-15-12-2006, Инстр. 4.1.10-14-5-2006.

Результаты исследований легли в основу проекта ТУ ВУ 600052756.009-2009 «Нектары нестерилизованные овощные и овощефруктовые, обогащенные витамином С и селеном» и проекта сборника рецептов (всего 8 наименований).

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕТОДИК ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ**

Студенты гр.113514 Боброва И.В., Заяц Т.В., Придыбайло Т.С.,  
кандидат техн. наук, доцент С.С. Соколовский  
*Белорусский национальный технический университет*

Целью данной работы является повышение эффективности проектирования методик выполнения измерений (МВИ) геометрических параметров деталей путем создания базы данных, составляющих основу информационной поддержки автоматизации данного процесса. На основании анализа общего алгоритма проектирования МВИ были выделены основные элементы проектируемой базы данных:

1. модуль классификации и кодирования контролируемых геометрических параметров деталей;

2. модуль классификации и кодирования типовых измерительных задач;

3. модуль типовых проектных решений методик выполнения измерений;

На первом этапе проектирования МВИ с использованием предлагаемой базы данных с учетом исходной информации об объекте контроля и контролируемом параметре необходимо, используя информацию, представленную в модуле 1 базы данных, произвести идентификацию контролируемого параметра и определить его класс. Эта информация является исходной для работы с модулем 2.

Используя информацию, представленную в модуле 2, необходимо идентифицировать измерительную задачу. Представленные классификационные признаки позволяют определить вид, разновидность, тип контролируемого параметра, его нормативную и аналитическую модель и на основании этой информации сформировать код измерительной задачи, который является входной информацией для работы с модулем 3 базы данных.

На основании кода измерительной задачи модуль 3 позволяет сформировать совокупность конкурирующих методик выполнения измерений, которые, в принципе, могут обеспечить решение данной измерительной задачи. Источники доминирующих погрешностей и их аналитические модели, представленные в этом же модуле, позволяют произвести предварительную оценку погрешности измерений для каждой конкурирующей МВИ. Сравнение этой погрешности с допустимой позволяет выделить МВИ, подходящие по точностному критерию. В дальнейшем выбор конкретной методики осуществляется с привлечением других критериев отбора, основанных на учете прежде всего экономичности измерений, эргономических свойств применяемых средств измерений и прочее.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ**

Студент гр.113514 Боброва И.В., студент гр.113524 Королькова Л.И.,  
ст. преподаватель Л.В. Купреева

*Белорусский национальный технический университет*

Качественная подготовка специалистов в сфере образования не возможна без современных подходов к ней, среди которых ключевыми являются системный и процессный подходы. Применение данных подходов при подготовке специалистов в области стандартизации и управления качеством позволяет упорядочить процесс познания, избежать ненужного дублирования, обеспечить гармонизацию программы подготовки с родственными специальностями и, следовательно, решает проблему взаимного признания подготовки и переподготовки специалистов в высших учебных заведениях различных государств. При взаимном признании представляются доказательства обоснования необходимости и достаточности программы подготовки и уровня компетентности специалистов.

При формировании программы подготовки специалистов в области стандартизации и управления качеством кафедрой СМИС делается акцент на применение системного и процессного подходов.

Системный подход предполагает использовать в процессе обучения трехуровневую систему подготовки специалистов: ВУЗ, аспирантуру и магистратуру. Суть процессного подхода заключается в том, что знания, получаемые студентами, формируются исходя из потребностей предприятий. Вся совокупность знаний условно можно разделить на: знания, обеспечивающие внешнюю деятельность; знания о процессах жизненного цикла эффективного производства; знания о процессах, обеспечивающих процессы жизненного цикла; знания, обеспечивающие профессиональную деятельность в области стандартизации и управления качеством.

Такое разделение обусловлено тем фактом, что специалист в области стандартизации и управления качеством должен иметь базис (основу) для восприятия последующих знаний, т.е. обладать знаниями, обеспечивающими внешнюю деятельность. Кроме того, данный специалист должен осуществлять управленческую деятельность, а значит иметь представление как о процессах, которыми нужно управлять, так и о сопутствующих процессах, следовательно, ему необходимы знания о процессах жизненного цикла эффективного производства и знания о процессах, обеспечивающих процессы жизненного цикла. Получение вышеперечисленных знаний позволяет специалисту приступить к изучению собственно процессов стандартизации и управления качеством, т.е. к получению знаний, обеспечивающих профессиональную деятельность в области стандартизации и управления качеством.

Таким образом, при использовании комплексного подхода специалист в области стандартизации и управления качеством обладает необходимым и достаточным уровнем компетенции.

## **ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД КАК ДОКАЗАТЕЛЬНАЯ ОСНОВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТЕПЕНИ ДОВЕРИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ**

Студент гр. 113534 Богославец Е. Е.,  
доктор техн. наук, доцент П.С. Серенков  
*Белорусский национальный технический университет*

В контексте понятий СТБ ISO 9001 прикладная метрология – предметная область, основной вид деятельности в рамках которой (измерения) относится к так называемым «специальным» процессам. Действительно, продукцию такого «специального» процесса – результат измерения с неопределенностью – в принципе невозможно однозначно перепроверить. С этих позиций показателем качества результата измерения с неопределенностью является степень доверия к нему, причем ее предельное значение определяется риском неправильного принятия решения на основе полученного результата измерения.

Наиболее критичным этапом обеспечения необходимой степени доверия к результату измерения является выявление и структуризация влияющих на рассматриваемый параметр качества продукции факторов.

Существующие методы типа «лестница неопределенностей», причинно-следственные диаграммы (S.W.I.P.E., P.I.S.M.O.E.A.) относятся к категории «простых» методов и уже не могут обеспечить необходимую чувствительность.

С позиций системного подхода, критерием доказательности выявления всего массива влияющих факторов является «участие» того или иного фактора в процессе получения результата деятельности системы. Понятие процесса с этих позиций является центральным понятием системного анализа.

Решением проблемы является корректная модель комплексного процесса измерения, для построения которой нами адаптирована научно обоснованная и проверенная на практике методология функционального моделирования сети процессов системы менеджмента качества IDEF0.

Корректно построенная функциональная модель комплексного процесса измерения решает две основные задачи:

- позволяет произвести реорганизацию самого процесса с целью ликвидации «узких мест» с позиций требований СТБ ISO 9001 и СТБ ISO/IEC 17025,
- сформировать доказательную модель оценки степени доверия к результатам измерений, в том числе с позиций требований СТБ ISO 5725 (части 1 – 6).

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА В РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ

Студентка гр.113524 Василевская М.Н.,  
доктор техн. наук, профессор В.Л. Соломахо,  
кандидат техн. наук Ю.Б. Спесивцева

*Белорусский национальный технический университет*

Основными инструментами, позволяющими получить информацию о ресурсах предприятия, которая сводит к минимуму количество решений при проектировании, не обеспечивающих технологичность конструкции, являются статистические методы. Для оценки качества процесса производства продукции используют индекс пригодности процесса удовлетворять технический допуск с учетом положения среднего значения  $P_{pk}$ , который учитывает конкретные условия обработки (точность оборудования, технологической оснастки и др.). Если  $P_{pk} \geq 1$ , то имеется возможность осуществить процесс так, что 99,73 % будут попадать в поле допуска. Если  $P_{pk} < 1$ , то процесс является неуправляемым, т.к. размеры части изделий будут неизбежно выходить за пределы поля допуска. В случае невозможности найти решение по данному вопросу рекомендуется расширить допуск, т.к. требования к качеству деталей в данном случае трудновыполнимы. Поскольку допуски параметров сопрягаемых деталей в конструкции изделия взаимосвязаны, индекс пригодности процесса должен быть включен в состав критерия технологичности  $Q_j$  при расчете и оптимизации размерных цепей [1]:

$$Q_j(\delta_j) = \sum_{j=1}^m \frac{q_j \cdot t_j}{P_{pk}}$$

где  $m$  – количество технологических операций, необходимых для получения элемента детали  $j$ -го уровня точности;  $\delta_j$  – допуск составляющего звена;  $q_j$  – коэффициент, учитывающий стоимость выполнения технологической операции;  $t_j$  – время, затрачиваемое на выполнение технологической операции.

Использование информации о качестве производственных процессов на стадии проектирования в массовом и крупносерийном производстве позволяет оптимизировать назначение норм точности на функциональные параметры изделий с учетом условий конкретного предприятия.

### Литература

1. Соломахо, В.Л. Оптимизация нормирования точности функциональных параметров изделий // В.Л. Соломахо, Ю.Б. Спесивцева / Весці НАН Беларусі. Сер. Фіз-тэхн. Навук. – 2007. – №2. – С. 64–68.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ

Студенты гр. 113026 Гнутенко Е.В., гр. 113516 Колонтаева Л.В.,  
кандидат техн. наук, ст. преподаватель Е.Н. Савкова  
*Белорусский национальный технический университет*

В соответствии с действующей нормативной базой [1, 2] неотъемлемой частью комплекта рабочих чертежей (кроме основных комплектов рабочих чертежей строительных конструкций) является спецификация – текстовый документ, определяющий состав оборудования, изделий и материалов, предназначенный для комплектования, подготовки и осуществления строительства. Наличие и количество разделов спецификации определяется исходя из поставленных задач и марок основных комплектов рабочих чертежей. Процесс разработки спецификаций является трудоемким и требует концентрации внимания проектировщика. Наличие ошибок в спецификациях приводит к возникновению разногласий между сторонами (подрядчиком и заказчиком), вследствие чего подрядчик может понести значительные материальные потери. В данной работе предложена прикладная объектно-ориентированная модель, позволяющая автоматизировать процесс создания спецификаций и избежать ошибок, закладываемых при проектировании. В качестве объекта было выбрано строительное сооружение, для которого необходимо спроектировать систему безопасности (пожарной сигнализации). Система разрабатывалась в среде AutoCad с помощью программного обеспечения FastPro. На стадии расстановки оборудования и разводки шлейфа закладывалась вся необходимая информация для генерации спецификаций. На начальном этапе проектирования были выделены отношения между составляющими спецификаций (часть, раздел, подраздел и изделие), между которыми выявлены прямые и косвенные связи. Затем была разработана объектно-ориентированная модель спецификации оборудования, изделий и материалов. Использование библиотек и шаблонов, при программной реализации позволило писать более эффективный код при меньших затратах труда. Реализация данной объектно-ориентированной модели позволяет полностью автоматизировать процесс разработки и создания спецификаций с учетом текущего масштаба, текстового стиля.

### Литература

1. ГОСТ 21.110-95. Правила выполнения спецификации оборудования, изделий и материалов.
2. ГОСТ 21.105-95. Общие требования к текстовым документам (ЕСКД)



**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РУНГЕ-КУТТА ПРИ ОЦЕНКЕ  
ОПТИЧЕСКИХ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТОВ**

Студентка гр. 113127 Гусакова Н.В.,  
кандидат техн. наук, ст. преподаватель Е.Н. Савкова  
*Белорусский национальный технический университет*

Последние научные достижения и открытия в фотобиологии, колориметрии, светотехнике и медицине на уровне нанотехнологий свидетельствуют о необходимости применения встроенных компьютерных систем для оценки и контроля свойств объектов. Данные системы позволяют определять геометрические, фотометрические и колориметрические характеристики объектов на основе обработки их изображений. При этом важной задачей является обеспечение достоверности результатов, что может быть достигнуто путем совершенствования аппаратных и программных средств. Поскольку современные информационно-измерительные системы характеризуются высоким разрешением, чувствительностью и позволяют в максимальной степени исключить влияние оператора, то основной вклад в суммарную стандартную неопределенность вносит методическая составляющая, обусловленная выбором методики измерений, применяемыми аппроксимациями при математической обработке результатов и тщательностью учета всех влияющих факторов. Одной из областей, где достоверность результатов напрямую связана с безопасностью и здоровьем людей, является медицина. Так, например, новым направлением в медицинской диагностике является использование флуоресцентной способности полупроводниковых наночастиц, называемых «квантовыми точками» или «искусственными атомами», которые благодаря своим уникальным химическим и физическим свойствам позволяют делать структуру клеток под микроскопом заметнее. При обработке получаемых изображений необходимо учитывать специфические свойства наночастиц, отличные от проявлений на макроуровне, и решать многопараметрические задачи, связанные с расчетами геометрических и оптических характеристик. При этом может возникнуть проблема, связанная с тем, что для определения искомой величины необходимо решить дифференциальное уравнение, которое не имеет аналитического решения, что ведет к применению численных методов интегрирования, увеличивающих неопределенность измерений. Удобным инструментом при численном интегрировании, на наш взгляд, является метод Рунге-Кутты, основанный на пошаговом поиске решения с различными порядками приближений в зависимости от «опережающей» точности, и позволяет повышать достоверность результатов.

## **КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ В ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**

Студентка гр. 113517 Зыблиенко И.М.,  
кандидат техн. наук, ст. преподаватель Е.Н. Савкова  
*Белорусский национальный технический университет*

В соответствии с СТБ ISO 9000 продукция, рассматриваемая как результат процесса, делится на четыре общие категории: услуги; программные средства; технические средства (изделия); перерабатываемые материалы. В настоящее время вопросы, связанные с контролем качества услуг, технических средств и перерабатываемых материалов, достаточно хорошо проработаны. Что касается контроля программных средств, несмотря на быстрое расширение сфер их применения в производстве, измерениях и научных исследованиях, данное направление находится в стадии развития. Быстрое увеличение сложности и размеров современных комплексов программ при одновременном повышении ответственности выполняемых функций резко повысило требования со стороны пользователей к их качеству, надежности функционирования и безопасности применения.

В данной работе сделана попытка обобщения существующих подходов к контролю качества программных средств и рассмотрены перспективы их совершенствования. Основными показателями качества программных средств являются надежность, быстродействие, функциональная полнота, завершенность разработки, уровень требований к комплексу технических средств, степень и простота настройки на техническую среду, экономичность. Контроль качества программных средств может включать процедуры тестирования (testing), доказательства (proof), испытаний (validation), аттестации (certification). Информационно-измерительные системы и комплексы могут подвергаться проверке, калибровке, испытаниям и другим метрологическим мероприятиям. Укрупнено можно выделить пять этапов жизненного цикла программных средств: спецификацию, проектирование, кодирование, отладку и сопровождение. Возрастающая сложность программных средств и высокие требования к их надежности обуславливают необходимость внедрения эффективных методов «безошибочного» программирования, основывающихся на применении CASE-средств, объектно-ориентированного и логического программирования.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Студентка гр.113524 Карасюк Е.В.,  
кандидат техн. наук Ю.Б. Спесивцева

*Белорусский национальный технический университет*

Важнейшими условиями успешного функционирования предприятий являются накопление, обработка, передача и хранение необходимой информации. Каждая управленческая функция сопровождается определенным комплексом документов и оптимизация документооборота сегодня может рассматриваться как мероприятие по обеспечению эффективности системы менеджмента качества и один из инструментов повышения конкурентоспособности предприятий.

Стратегия развития предприятия «Минская типография», его техническое перевооружение строятся на внедрении новейших технологий с использованием самого современного оборудования, при этом без должного внимания остается проблема автоматизации организационно-методического обеспечения нормативной базы предприятия. Очевидно, что система электронного документооборота позволит экономить время и материальные ресурсы.

Одним из возможных вариантов эффективной автоматизации документооборота является создание специализированных баз данных и систем управления ими, имеющих набор функций с учетом индивидуальных требований полиграфического предприятия. «Минская типография» имеет развитую иерархическую и территориально-распределенную структуру управления, а также некоторые различия в организации работы с документами, требующие специальной регламентации. Предприятие испытывает необходимость в унификации документационных процессов, применении новых и устранении устаревших методов и приемов работы с документами.

С учетом специфики предприятия нами разрабатывается база данных «Стандарт» в пакете Microsoft Office – Access 2007, которая позволит оптимизировать и упорядочить процесс документооборота бумажных и электронных документов: осуществлять быстрый поиск конкретного документа и коллективную работу над документами сотрудников структурных подразделений, получать информацию о последних изменениях в ГНПА, обеспечить безопасное хранение электронных документов без лишнего дублирования, парольная система доступа ограничивает доступ к документации в пределах компетенции сотрудника, что в конечном итоге должно повысить оперативность принятия управленческих решений.

## **ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ СОВМЕСТИМОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ**

Студент гр. 113524 Королькова Л.И.,  
кандидат техн. наук, доцент М.В. Станкевич  
*Белорусский национальный технический университет*

Международная практика технического нормирования и оценки соответствия в области электромагнитной совместимости (ЭМС) предусматривает обязательный характер подтверждения соответствия требованиям ЭМС технических средств.

Целью обеспечения ЭМС является оценка риска возможных последствий для технических средств от электромагнитных помех, поэтому разрабатывать, производить и эксплуатировать продукцию машиностроения и приборостроения необходимо таким образом, чтобы минимизировать риск из-за воздействия электромагнитных колебаний.

Анализ действующих и разрабатываемых технических нормативных правовых актов (ТНПА) позволил выделить две основные группы объектов, подлежащих подтверждению соответствия по ЭМС:

1. Технические средства – аппараты, системы, подвижные или стационарные установки, содержащие электрические и (или) электронные компоненты, способные создавать электромагнитные помехи, либо качество функционирования которых зависит от воздействия внешних электромагнитных помех, кроме средств электросвязи. Требования к ним будут регламентированы разработанным техническим регламентом ТР 2007/002/ВУ, срок введения в действие которого перенесен с правом досрочного применения с 1 июля по 31 декабря 2010 года.

2. Оборудование электросвязи – технические средства, используемые для формирования, обработки, хранения, передачи или приема сообщений электросвязи, а также иные технические средства, используемые при оказании услуг электросвязи или обеспечении функционирования сетей электросвязи. В данной области на стадии рабочего проекта находится технический регламент «Оборудование электросвязи. Безопасность и электромагнитная совместимость».

Разрабатываемые технические регламенты устанавливают требования безопасности, гармонизированные с соответствующими Директивами ЕС. Согласно плану государственной стандартизации Республики Беларусь на 2009 г. планируется разработка взаимосвязанных с техническими регламентами государственных стандартов, однако в течение переходного периода целесообразно использовать при подтверждении соответствия по ЭМС в качестве доказательной базы и маркировке знаками соответствия действующие межгосударственные и государственные стандарты.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ БИЕНЕМЕРА

Студенты гр. 101156 Крапивный А.В., Жуковский Е.И.,  
кандидат техн. наук, доцент А.В. Кусяк  
*Белорусский национальный технический институт*

В метрологической практике промышленных предприятий, научных и учебных организаций широко используются отечественные и зарубежные модели биенемеров для контроля точностных показателей зубчатых колес по норме кинематической точности. Согласно ГОСТ 1643 такими показателями могут быть следующие контрольные комплексы:

- погрешность обката и радиальное биение зубчатого венца колеса;
- колебание длины общей нормали и радиальное биение зубчатого венца колеса.

В исследованиях использовали биенемер ЗИП-1, эталонное зубчатое колесо 6 степени точности и универсальные средства измерений.

Анализ результатов измерений радиального биения зубчатого венца показал, что погрешность биенемера может быть вызвана нарушением регламента снятия остаточных напряжений после термической обработки и нарушением правил технического обслуживания, что привело к увеличению в два раза радиального биения вала, на котором установлено контролируемое зубчатое колесо при измерении.

Так как погрешность результата измерения является суммарной величиной, то в нее входят следующие погрешности: средства измерения, метода измерения, метода базирования отсчета показаний средства измерений и др.

Наиболее весомой погрешностью из приведенных выше, является погрешность метода базирования измерительного наконечника биенемера относительно впадины между зубьями колеса.

Для доказательства этого был применен метод измерения параметров контакта «измерительный наконечник – зубья» по правой и левой стороне зубьев. Форму отпечатка площади контакта получали с помощью копировальной бумаги. Анализ измерений параметров контакта по правой и левой стороне зубьев показал их различие на 15 – 20 %. Такая разница измерений указывает на наличие погрешности базирования наконечника относительно зубьев из-за радиального биения вала.

Результаты исследования позволяют восстановить метрологические возможности биенемера и внедрить биенемер в учебный процесс постановкой лабораторной работы по дисциплине «Нормирование точности и технические измерения».

## КООРДИНАТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ КРИВОЛИНЕЙНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА

Студентка гр.113525 Кундикова Е.А.,  
кандидат техн. наук О.А. Кротова

*Белорусский национальный технический университет*

Сущность координатных измерений заключается в определении реальной модели объекта по результатам измерений координат нужного числа точек в выбранной системе координат и последующей обработке этой модели, причем эффективность измерений определяется выбором минимально необходимого количества точек [1]. В процессе контроля наконечник измерительного преобразователя контактирует с объектом измерений своими точками при различном направлении нормали проверяемой поверхности в точке контакта. Измерения могут проводиться в прямоугольной, полярной, цилиндрической и сферической системах координат. В зависимости от количества реализуемых направлений измерений, все используемые средства могут быть классифицированы на однокоординатные (штангенциркуль, микрометр и др.) и многокоординатные (координатно-измерительные машины, проекторы и др.). Вид поверхностей определяет метод измерения криволинейных поверхностей второго порядка. Так методами измерения цилиндрических поверхностей являются: метод экстремальных значений; поперечных сечений; образующих: винтовой линии (траектория рабочего перемещения измерительного наконечника служит классификационным признаком). Методы измерения номинально конических поверхностей классифицируют: метод сравнения с мерой; геометрический и тригонометрический методы. Все методики контроля размеров и формы номинально сферических поверхностей делятся на группы по механизму получения измерительной информации: для поверхностей первой группы характерно определение координат контрольных точек и сравнение их значений с координатами точек номинальной поверхности; для второй – перемещение чувствительного элемента осуществляется вдоль профиля контролируемой поверхности; для третьей – аналитическое воспроизведение модели реальной поверхности по результатам измерения координат контролируемых точек и их сравнение с номинальной формой поверхности.

### Литература

1. Соломахо, В.Л. Теоретические основы координатных измерений / В.Л. Соломахо, Б.В.Цитович, С.С.Соколовский // Тез. докл. 53 Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 2–6 февр. 1999 г./ Белорус. гос. политехн. акад. – Минск, 1999. – 43 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРИ МОНИТОРИНГЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Студентка гр.103616 Левченко Н.С.,  
ст. преподаватель И.Ф. Мирошниченко  
*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время появились нормативные документы, регламентирующие проведение мониторинга строительных конструкций. В качестве примера можно привести [1]. Как показывает анализ, в них отсутствуют требования к метрологическим параметрам средств измерения. Это связано с тем, что каждое здание является индивидуальным информационным объектом. Даже для зданий, построенным по типовым проектам, деформации элементов зависят от свойств грунта, расположения здания, размещения внутри здания оборудования и других факторов. Анализ аварий промышленных и гражданских зданий показывает, что во многих случаях процесс разрушения носит лавинообразный характер. Процессу разрушения предшествует изменение параметров напряженно-деформированного состояния здания, что может быть зафиксировано средствами измерения.

Нами проведен анализ возможности использования теории распознавания образов, которая используется в средствах технической диагностики, для применения в системах мониторинга строительных конструкций. Для этого использовались результаты многолетних наблюдений за состоянием гидротехнических сооружений, представленные в виде таблиц и графиков в [2]. Определены корреляционные зависимости между температурой, изменениями давления, деформациями. На основе анализа был составлен словарь диагностических признаков и оценена их информативность. Сделаны выводы о возможности использования вероятностных признаков для обработки информации в системах мониторинга строительных конструкций.

### **Литература**

1.ГОСТ Р22.1.12-2005. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования.

2.Гинзбург М.Б. Натурные исследования плотин в Италии. «Энергия». Л. 1969. 264с.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ АДАПТИВНЫХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО**

Студентка гр.113127 Лосева Е.А.,  
кандидат техн. наук, ст. преподаватель Е.Н. Савкова  
*Белорусский национальный технический университет*

Существующие подходы к освещению разработаны при неполном понимании световоспринимающих возможностей сетчатки. Открытие третьего вида фоторецепторов – меланопсинсодержащих клеток сетчатки, предоставляет новые возможности развития систем архитектурного освещения с учетом его влияния на нейроповеденческие реакции человеческого организма. Знание закономерностей нейроанатомии зрительных и незрительных каналов восприятия света является чрезвычайно важным при проектировании зданий и их осветительных систем. С начала 90-х годов магистральным направлением развития компьютерной графики стало физически аккуратное (т.е. основанное на физических законах) моделирование распространения света в различных средах. Эта задача сводится к определению освещенности, создаваемой в данной точке пространства, первичными и вторичными излучателями.

Технология на основе метода Монте-Карло позволяет с высокой точностью рассчитывать освещенность моделируемых сцен и строить реалистичные изображения фотографического качества. Идея метода Монте-Карло прямой трассировки лучей состоит в статистическом воспроизведении механизма распространения света путем моделирования всевозможных траекторий лучей. Траектории световых частиц (фотонов) отслеживаются на всех этапах существования от момента их генерации источниками света до поглощения или выхода из сцены. При генерации световых частиц направление, в котором испускается фотон, длина волны и стартовая позиция на источнике света определяются стохастически согласно фотометрическому распределению энергии источника и его геометрической форме. Затем траектория фотона трассируется до пересечения с поверхностью объекта сцены, после чего дальнейшее поведение фотона определяется светорассеивающими свойствами поверхности. Метод поддерживает все типы поверхностей, включая сочетания диффузных и зеркальных свойств, а также поверхности со сложными оптическими свойствами, описываемыми двунаправленными функциями отражения (преломления) света.



## ПОСТАНОВКА НА ПРОИЗВОДСТВО ОБОРОННОЙ ПРОДУКЦИИ

Студент гр.113524 Олишевка Н.И.,  
кандидат техн. наук, доцент М.В. Станкевич  
*Белорусский национальный технический университет*

Техническое нормирование и стандартизация оборонной продукции (ОП) являются неотъемлемой частью системы технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. В данной области разрабатываются и применяются технические нормативные правовые акты (ТНПА) следующих видов: военные технические регламенты (ТР В), военные технические кодексы установившейся практики (ТКП В), государственные военные стандарты Республики Беларусь (СТБ В), государственные стандарты с едиными требованиями для гражданской продукции и ОП, военные дополнения к государственным стандартам (СТБ ВД), технические условия на ОП (ТУ ВУ В), стандарты организаций.

В Республике Беларусь сформирована Система разработки и постановки на производство оборонной продукции (СРПП ОП), регламентирующая основные стадии жизненного цикла ОП: исследование и обоснование разработки, разработка, производство, эксплуатация изделий, применение (хранение) материалов, капитальный ремонт.

Сравнительный анализ требований СТБ В 15.307-2007 «Система разработки и постановки на производство оборонной продукции. Военная техника. Испытания и приемка серийных изделий. Основные положения» (принятого взамен ГОСТ В 15.307-77) и ГОСТ 15.309-98 «Система разработки и постановки продукции на производство. Испытания и приемка выпускаемой продукции. Основные положения» позволил выявить особенности четырех основных категорий испытаний – предъявительских, прямо-сдаточных, периодических и типовых – при постановке на производство ОП и учесть их при пересмотре и разработке соответствующих ТНПА. Комплекс разработанных стандартов организации для научно-производственного предприятия «Тетраэдр» направлен на реализацию мероприятий Государственной программы развития технического нормирования и стандартизации в отношении оборонной продукции на 2008–2015 годы [1] в части внедрения систем управления качеством организаций, разрабатывающих и изготавливающих оборонную продукцию, на базе международных стандартов ИСО серии 9000.

### Литература

1. Постановление Совета Министров Республики Беларусь «Об утверждении Государственной программы развития технического нормирования и стандартизации в отношении оборонной продукции на 2008–2015 годы» от 14 декабря 2007 г. № 1742.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СОЗДАНИЯ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В СФЕРЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ МЕТРОЛОГИИ**

Студент гр. 113514 Павлов К.А.,  
доктор техн. наук, доцент П.С. Серенков  
*Белорусский национальный технический университет*

В современном мире глобальной конкуренции значение качества является общепризнанным. Однако качество должно быть подтверждено. Подтверждением соответствия занимаются специальные измерительные или испытательные лаборатории (далее лаборатории), которые проходят аккредитацию на техническую компетентность. Проблема заключается в том, что в целом ряде нормативных документов, включая международные, регламентировано большое количество требований, предъявляемых к различным аспектам деятельности лаборатории (структура, организация работ, техническое обеспечение, документация и др.). Органы по аккредитации, ограниченные в ресурсах, в процессе аудита в принципе не могут в полной мере проверить соответствие лаборатории всем этим требованиям. Возникает риск необъективной оценки ее компетентности.

Решением этой проблемы может стать база знаний на основе всего комплекса ТНПА, регламентирующего требования к лаборатории. Для повышения результативности ее использования в процессе аудита, между понятиями, входящими в базу, должны быть установлены как явные, так и скрытые связи. Также она должна постоянно пополняться и совершенствоваться с учетом разработки и внедрения новых ТНПА, регламентирующих требования к проблемной области [1]. Такой базой знаний, может служить онтологическая модель деятельности лаборатории.

Существует ряд подходов и алгоритмов построения онтологий в области информационной техники, систем менеджмента качества, включая и область измерений. Для повышения результативности онтологической модели деятельности лаборатории предложен новый язык расширенной логики, включающий синтаксис конструкций языка – термов, формул, предложений и прикладной логической теории, построенных на основе логики предикатов первого порядка.

### **Литература**

1. Серенков, П.С. Концепция инфраструктуры стандартизации как базы знаний на основе онтологий / П.С. Серенков, В.Л. Соломахо, В.А. Нифагин // *Новости. Стандартизация и сертификация.* – 2004. – № 5. – С. 25–29

## АНАЛИТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ БАЗИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ В ПРИЗМЕ

Студентка гр.113514 Придыбайло Т.С.,  
кандидат техн. наук, доцент С.С. Соколовский  
*Белорусский национальный технический университет*

Целью данной работы является повышение точности измерения отклонений расположения и суммарных отклонений формы и расположения поверхностей деталей на основе аналитической компенсации методической составляющей погрешности базирования деталей в призмах. При этом в качестве основного источника погрешности базирования рассматривается отклонение формы базового номинально цилиндрического элемента детали в поперечном сечении от номинальной. Таким образом, в данном случае речь идёт о методической составляющей погрешности измерения из-за идеализации формы базового элемента. По сути, реальная форма базового элемента в поперечном сечении представляет собой весьма сложный профиль, который можно условно представить как результат совместного проявления некоторого множества гармонических отклонений точек с различными частотами, фазами и амплитудами.

Наличие таких отклонений точек базовой поверхности детали при её вращении в призме приводит к плоскопараллельному смещению (осцилляции) оси базированного элемента и, следовательно, к такому же смещению оси измеряемой поверхности. Это вносит в результат измерения контролируемого отклонения расположения или суммарного отклонения формы и расположения рассматриваемой поверхности (например, её радиального биения) соответствующую методическую погрешность. Предлагается способ аналитической компенсации такой погрешности, сущность которого заключается в следующем.

Для базирования элемента детали с использованием того или иного средства координатных измерений определяют координаты ряда контрольных точек, характерным образом расположенных на профиле его поперечного сечения. Полученные таким образом координаты выделенных точек реального профиля задают дискретную его модель. Данная информация выступает в качестве исходной для использования после этого дискретного преобразования Фурье, позволяющего преобразовать дискретную модель реального профиля в его аналоговую модель с соответствующим её аналитическим представлением. На основе такого аналитического списания реального профиля, с использованием специально разработанного математического обеспечения осуществляется условное аналитическое «вращение» профиля в призме с некоторым фиксированным рабочим углом и оценивается соответствующая осцилляция его центра.

## ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ НОМИНАЛЬНО КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ ДЕТАЛИ

Студентка гр.113534 Прокопович И.А.,  
ст. преподаватель П.А. Петрусенко  
*Белорусский национальный технический университет*

Целью работы является определение координат центра и поля рассеяния центров номинально круглой окружности, полученных по «неполным данным», а также определение значений отклонений расчётных радиусов от номинального значения и оценка размеров и отклонений от круглости.

Решение задачи выполняется с применением метода вычислительного эксперимента с демонстрацией имитационной модели [1].

Для проведения вычислительного эксперимента разработан программный продукт, который позволяет создавать математическую модель номинально круглой окружности и математическую обработку результатов измерений, а также графически демонстрировать метод нахождения центра окружности и графически представлять отклонения расчётных значений радиусов и центров окружности от номинальных значений.

Математическая модель реальной поверхности для проведения исследований строится в виде некоторого множества точек, случайным образом расположенных (рассеянных) по отношению к участку некоторой теоретической поверхности в виде окружности, искаженной  $K$  гармоникой с заданной амплитудой ( $A$ ). Эта поверхность нами принимается за детерминированную низкочастотную составляющую экспериментальной модели (детерминированную модель реальной поверхности).

Исходными данными для создания программного продукта явились: произвольная точечная окружность, полученная выбросом точек генератором случайных чисел с заданной амплитудой, номинальным радиусом и усложненная синусоидальным характером исходного контура с произвольным числом гармоник.

### Литература

1. Цитович, Б.В. Вычислительный эксперимент в области линейных измерений / Б.В. Цитович // IX Всеакадемич. шк. по проблемам метрологич. обеспечения и стандартизации: тез. докл. / Бердянск. – 1991.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЫБОРА МОМЕНТНЫХ КЛЮЧЕЙ

Студентка гр. 113515 Сердюкова Т.В.,  
кандидат техн. наук, доцент Э.С. Блюменталь  
*Белорусский национальный технический университет*

В последнее время в связи с расширением сертификационных требований к изделиям, процессам и услугам, увеличивается потребность в средствах измерений крутящего момента.

Существует много конструкций приборов для измерения и контроля моментов сил затяжки резьбовых соединений. Зачастую затруднительным для потребителя является вопрос выбора необходимого ключа из многообразия ключей, поставляемых на рынок. Большинство затруднений возникает при выборе диапазона измерения и соответствующего присоединительного квадрата. Актуальным является вопрос точности динамометрического ключа. Часто потребитель не владеет информацией о тех требованиях, которым должен соответствовать необходимый ему динамометрический ключ. В связи с большим ценовым диапазоном и разнообразием производителей динамометрических ключей, возникает вопрос оптимальной цены для определенного динамометрического ключа. Поэтому целесообразно было создать программу для выбора потребителем необходимого ключа. Основой для разработки данной программы послужила классификация, разработанная ранее [1]. Целью создания программы является облегчение процедуры выбора необходимого моментного ключа потребителем.

Разработанная программа предлагает пользователю подобрать динамометрический ключ из базы данных ключей, заложенных в саму программу, по следующим параметрам: принцип действия, вид выходного сигнала, тип ключа, вид погрешности, предел погрешности, размер присоединительного квадрата, вид индикации, цена, производитель.

Данная программа отличается удобной системой редактирования, а также легкостью добавления новых записей в базу данных. Программа предусматривает возможность просмотра полной информации о заинтересовавшем вас ключе в отдельном окне, которое появляется после двойного щелчка по наименованию нужного ключа.

По аналогии предложенной программы можно разработать программу по выбору других средств измерений, организованной по такому же принципу, например, выбор накладных средств измерения номинально цилиндрических поверхностей.

### Литература

1. Т.В. Сердюкова, Э.С. Блюменталь «Классификация средств измерения крутящих моментов» Сб. Новые направления развития приборостроения. Материалы научно-технической конференции, Минск 2009

## УЛУЧШЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДАТЧИКОВ СО СТРУННЫМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ

Студентка гр.113524 Сугако Е.В.,  
ст. преподаватель И.Ф. Мирошниченко  
*Белорусский национальный технический университет*

Датчики со струнными преобразователями применяются для измерения деформаций конструкций с начала прошлого столетия. Наиболее широко они используются для контроля технического состояния гидротехнических сооружений, а также трубопроводов высокого давления. Несмотря на появление других типов измерительных преобразователей, они продолжают использоваться при разработке новых информационно-измерительных систем. Это объясняется следующими существенными преимуществами струнного метода измерений перед другими:

- выходным сигналом преобразователя является частота. Для сигнала, модулированного по частоте изменение сопротивления линий связи, переходных сопротивлений коммутирующих элементов, паразитных термо-ЭДС не вызовет появления дополнительных погрешностей измерения;
- преобразование частота-код может проводиться с любой практически необходимой точностью;
- высокая добротность струнного резонатора позволяет реализовывать преобразователи высокой чувствительности.

В настоящее время интенсивно разрабатываются информационно-измерительные системы для проведения мониторинга зданий и сооружений. Особенностью этих систем является их многоуровневость, позволяющая проводить мониторинг, как отдельных сооружений, так и городских районов. Для этого целесообразно в состав датчиков вводить устройства предварительной обработки информации на основе микропроцессоров для реализации возможности создания информационных сетей.

Нами предлагается алгоритм преобразования информации для датчика деформаций, позволяющий снизить погрешность от нелинейности характеристики, а также от влияния температуры.

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫМ ДОКУМЕНТООБОРОТОМ АККРЕДИТОВАННОЙ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Студент группы 113525 Трескунов И.А.  
кандидат техн. наук, ст. преподаватель Е.Н. Савкова  
*Белорусский национальный технический университет*

В соответствии с действующими стандартами [ISO 9000, СТБ ИСО/МЭК 17025] испытательная или калибровочная лаборатория должна создавать, внедрить и поддерживать на должном уровне систему менеджмента, соответствующую сфере ее деятельности, документально оформлять свою политику, систему, программы, процедуры и инструкции, обеспечивая процессы обмена информацией, что необходимо подтверждать при аккредитации. Управление документооборотом требует значительных затрат временных, материальных и трудовых ресурсов. Таким образом, целью проекта является создание и отладка информационной автоматизированной системы управления, позволяющей осуществлять все функции, связанные с разработкой и поддержанием в рабочем состоянии документации испытательной лаборатории с минимально возможными затратами ресурсов. Разработанная модель («Система E-Lab»), основанная на модульном принципе, структурирует процесс управления, локализует события по времени и исполнителям, делает работу с персоналом прозрачной и легко контролируемой по результатам. Система E-Lab включает блоки «Библиотека объектов – ТНПА, журналы, записи», «Средства измерений и оборудование», «Сотрудники», «Испытания», «Протоколы и отчеты», «Неопределенность и межлабораторные сличения» и использует технологии открытого программного обеспечения. Система клиент-серверной архитектуры может быть развернута в гетерогенных сетях (Windows, Linux, MacOS/X, \*BSD). Серверный компонент представляет собой WWW сервер Apache 2 с сервером приложений PHP. В качестве сервера баз данных выбраны Firebird и PostgreSQL. Графическая подсистема E-Lab позволяет формировать на стороне сервера векторные (SVG, PDF) и растровые изображения (PNG). Элементы управления (оси и график) позволяют формировать в отчете графики и диаграммы. Система XML-RPC позволяет любому приложению, поддерживающему схему E-Lab, при прохождении аутентификации в системе выполнять обновление сложных, связанных объектов посылкой XML-сообщения. Опытный образец рабочей системы управления лабораторной информацией размещен в сети Интернет в режиме доступа <http://www.inp.bsu.by/clab>.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ О КАЧЕСТВЕ КАК ОДИН ИЗ АСПЕКТОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА**

Студентка гр.113524 Ульянова Ю.В.,  
ст. преподаватель О.А. Ленкевич

*Белорусский национальный технический университет*

В последнее время наблюдается повышенный интерес к новым информационным технологиям (методам и подходам) менеджмента качества. Мотивы такого интереса определяются, по крайней мере, двумя явно выраженными факторами. С одной стороны, все возрастающая конкуренция и соответствующие претензии рынка к производителю, обусловленные мировым финансовым кризисом, с другой стороны, экспансия стандартов серии 9000 версии 2000 года требуют новых форм и методов мобилизации ресурсов, перестройки механизмов управления, структуры бизнеса и т.п.

Современные представления о системном управлении базируются на том, что систему нужно четко определить, контролировать, анализировать и улучшать. Каждая организация в ходе своей деятельности сталкивается с необходимостью сбора и консолидации разного рода структурированных данных. Это могут быть опросы, анкеты, результаты мониторинга различных областей деятельности организации, результаты внешних и внутренних аудитов и т.д. Для целей повышения эффективности и результативности системы менеджмента качества важно правильно управлять полученной информацией. Основное назначение системы сбора и анализа данных о качестве – реализовать принцип менеджмента качества: принятие решений, основанное на фактах.

В соответствии с определением результативности, данные в рамках системы менеджмента качества можно разделить на две существенно отличающиеся категории: «качественные» данные; «количественные» данные. «Качественные» данные – данные, касающиеся структуры процессов. «Количественные» данные включают показатели качества продукции и процессов. В общем случае процесс сбора данных можно представить в виде реализации последовательности следующих этапов: подготовка к сбору данных, сбор данных и их анализ.

При совершенствовании существующей в организации системы сбора и анализа данных о качестве важно отсеивать лишние, несущественные данные, поэтому самым сложным в разработке автоматизированной системы является определение необходимого и достаточного количества показателей качества.



## ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ЦВЕТОМ

Студ. гр. 113517 Федорова Е.И., гр.113535 Заяц О.С., гр.113227 Шапарь А.В.,  
кандидат техн. наук, ст. преподаватель Е.Н. Савкова  
*Белорусский национальный технический университет*

Целью систем контроля и управления цветом в приложениях цифровой обработки изображений является повышение точности воспроизведения цветовых характеристик объектов путем согласованной цветопередачи между передающими устройствами (камерами, компьютерами, принтерами и т.д.) и материалами за счет компенсации присущих им искажений и несовпадения цветовых охватов. В настоящее время такие процедуры осуществляются посредством встроенного программного обеспечения, разработанного с учетом индивидуальных особенностей устройств и применяемых материалов. В области перекрытия цветовых охватов передающих устройств обработка графических данных сводится к автоматической аппроксимации цвета посредством сравнения с встроенными в программное обеспечение цветовыми мишенями. Воспроизведение цвета за пределами охвата в большинстве случаев основано на явлении метамерии (замене исходных цветов схожими в той или иной степени). Поэтому при обработке цифровых изображений часто возникает проблема рассогласования цветов, воспроизводимых на сканере, видеотерминале и принтере. Как правило, данная проблема решается субъективной поднастройкой цветовых характеристик изображения до получения максимального визуального сходства с оригиналом, что является вполне допустимым, например, в полиграфии. В работе рассмотрены методологические аспекты управления цветом и преобразований цветовых пространств, позволяющие на начальном этапе анализа выявить пути повышения точности воспроизведения колориметрических характеристик объектов. Выполнен обзор свойств и областей применения пространств RGB, sRGB, XYZ, HSB, LUV, Lab, YIQ, YCbCr. Построены графические модели преобразований данных пространств в прямоугольных и угловых координатах с учетом угловых полей наблюдателей, типов стандартного излучения, позволяющие наглядно оценивать возможности современных встроенных систем управления цветом, осуществлять моделирование и повышать точность аппроксимации цветовых характеристик регистрируемых объектов.

## УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ И РЕГИСТРАЦИЯ ДАННЫХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ МАТЕРИАЛОВ

Студент гр. 113227 Шапарь А.В.,  
кандидат техн. наук В.А. Шапарь

*Белорусский национальный технический университет*

Разработка новых материалов и покрытий рабочих поверхностей для высоконагруженных пар трения машин с целью повышения их износостойкости и долговечности является актуальной задачей и предполагает проведение больших объемов триботехнических исследований. В связи с этим особую остроту приобретают вопросы повышения эффективности испытаний, достоверности регистрируемых данных, снижения затрат времени на переналадку оборудования и т.д.

Исходя из опыта модернизации измерительной системы и программного обеспечения машины трения с возвратно-поступательным движением испытуемых образцов было принято решение о разработке и изготовлении экспериментального образца трибометра с возможностью комплексного программного управления режимами проводимых испытаний с использованием современных подходов и элементной базы.

Целью разработки является:

- обеспечение возможности программного управления скоростью, длиной хода, нагрузкой в процессе испытаний;
- расширение числа и уменьшение погрешностей оценки контролируемых параметров;
- снижение трудоемкости переналадки трибометра;
- автоматизация сбора и обработки данных.

Разработаны конструкция, общий алгоритм управления системами трибометра, изготовлены и испытаны функциональные узлы и блоки.

Для обеспечения гибкости управления приводом возвратно-поступательного перемещения испытуемого образца целесообразно применение шаговых или синхронных линейных двигателей. Предпочтение было отдано первым в силу их большей доступности. Управление режимами испытаний осуществляется с помощью микроконтроллера AVR ATmega16, в системе сбора и первичной обработки данных использован микроконтроллер ADuC834. Блок управления связан с персональным компьютером по интерфейсу USB с использованием микросхемы AVR ATtiny2313. Программное обеспечение создано при помощи средств языка C++ с использованием технологии объектно-ориентированного программирования и модульного построения программ.

ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

**СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОХОЖДЕНИЯ СИГНАЛОВ  
ЧЕРЕЗ ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ В СИСТЕМЕ MathCAD**

Студент гр. 771501 Вайнилович Ю.В.,  
кандидат физ.-мат. наук В.Т. Першин  
*Белорусский государственный университет информатики и  
радиоэлектроники*

**Цель работы:**

Изучение особенностей использования пакета MathCAD в вычислениях при проведении гармонического анализа; изучение структуры спектра анализируемого сигнала; анализ прохождения одиночного импульса через простейшую разделительную цепь и анализ прохождения последовательности прямоугольных импульсов через простейшую разделительную цепь.

**Поставленные задачи:**

Используя пакет MathCAD, построить форму напряжения на выходе разделительной RC-цепи при подаче на её вход одиночного прямоугольного импульса. Построить временные диаграммы, амплитудные и фазочастотные характеристики входного и выходного сигналов, амплитудные и фазочастотные характеристики коэффициента передач. Оценить техническую ширину спектра выходного сигнала при заданных данных RC-цепи. Решить эту же задачу, когда на вход той же разделительной RC-цепи подаётся неограниченная последовательность этих же импульсов. Сравнить полученные результаты и сделать свои выводы.

**План работы:**

- Находим с помощью встроенной функция пакета MathCAD  $fft(t)$  спектр входного сигнала;
- Находим комплексный коэффициент передачи цепи;
- Перемножаем спектр входного сигнала с комплексным коэффициентом передачи и получаем спектр выходного сигнала;
- По спектру выходного сигнала, используя функцию  $iff(t)$  MathCAD, получаем выходной сигнал.

Для графической иллюстрации результатов анализа используется встроенная графическая система MathCAD.

В работе приведены эпюры входного сигнала, амплитудные и фазочастотные характеристики линейной цепи, спектры входного и выходного сигналов.

**СПОСОБЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ**

Студент гр.583121 Кадач Д.А.,  
доцент Ю.А. Родионов

*Институт информационных технологий при БГУИР*

Одним из способов разрешения проблемы энергосбережения в области теплоэнергетики является внедрение приборов учета теплового потребления и воды в системах отопления и водоснабжения. Мы приводим реальные примеры, которые доказывают, что приборы регулирования и учета тепловой энергии и воды помогают снизить затраты на производство тепла не в ущерб здоровью и комфорту конечному потребителю. Мы предлагаем модернизацию расходомера прибора учета тепловой энергии *Sensonic II* с целью обеспечения его более долговечной работы. Модернизация заключается в дополнении к конструкции расходомера устройства на основе «пескоструйного эффекта». Это устройство «разбивает» струю водяного потока на мелкие струйки, обеспечивая равномерное приложение усилия на крыльчатку в каждой ее точке, тем самым уменьшая усилие на ось крыльчатки. Следовательно, такое неприятное явление как гидроудар будет полностью исключено. Суть устройства заключается в следующем: устройство находится перед входным патрубком в теплосчетчик. В этом устройстве находятся лопасти, расположенные крест-накрест под определенным углом к центру. Т.к. есть крестовое соединение лопастей, то при попадании в устройство вода разбивается на четыре равных струи, а угол наклона этих лопастей уменьшает силу удара самой струи в крыльчатку, а, следовательно, и нагрузку на ее ось. Угол наклона лопастей варьируется от 25 до 45 градусов и зависит от конкретного типоразмера прибора, т.к. прибор большего типоразмера пропускает большее количество воды в единицу времени, а, следовательно, и с большим давлением. Поэтому, чтобы компенсировать силу, приложенную струей воды с большим давлением, на крыльчатку и ось прибора, увеличивается угол наклона лопастей. Реальная апробация нашего устройства в системе ЖКХ РБ показала: уменьшение износа оси крыльчатки расходомера, а, следовательно, увеличение срока службы прибора на 30%. Применение данного устройства в составе прибора не повлияло на достоверность показаний.

**Литература**

1. Каталог Ista. Учет тепла и воды, 2008. – 16 с. Официальный сайт ИП «Иста Митеринг Сервис». – Минск. 2008. – <http://www.ista.by>.
2. Каталог Ista. *Sensonic II*. – Эссен. 2006. – 36 с.

**ИЗУЧЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА**

Студенты гр. 540301-302 Купреева О.В., Максименко А.Г.,  
кандидат техн. наук Д.А. Котов

*Белорусский государственный университет информатики и  
радиоэлектроники*

В настоящее время в промышленности широко применяются методы плазменной обработки поверхности, которые уже стали традиционными. Они используются для модификации поверхности материалов и нанесения тонких пленок различного функционального назначения.

В нашей работе мы изучаем диэлектрический барьерный разряд (ДБР). ДБР является самостоятельным неравновесным газовым разрядом. Для получения такого разряда необходимо использовать конструкцию из электродов, покрытых изолирующими слоями, либо поместить диэлектрик между двумя электродами, что является неотъемлемым условием для функционирования ДБР. Существенное влияние на свойства такого разряда оказывают свойства диэлектрика. Для создания такого разряда между электродами прикладывается переменное или импульсное высокое напряжение. В зависимости от расположения и конструктивных особенностей электродов можно генерировать разряды объемные и поверхностные. Разрядные устройства для формирования плазмы в объеме, в свою очередь, подразделяются на планарные и цилиндрические, а на поверхности – на планарные, со-планарные и цилиндрические со-планарные. Главным достоинством ДБР является то, что условия для его создания легко обеспечить как при пониженном, так и при атмосферном давлении. Обычно, ДБР при атмосферном давлении состоит из большого числа маленьких параллельных микрозарядов.

В результате проведенных исследований было установлено, что в объемном разряде плотность микрозарядов во времени определяется протяженностью первого. Чем больше амплитуда напряжения, тем однороднее распределение зарядов по диэлектрической поверхности. Равномерность распространения разряда можно улучшить посредством возбужденных метастабильных частиц или ионов, имеющих большое время жизни, а также повышением рабочей частоты. При низких амплитудах напряжения (но выше напряжения пробоя) микрозаряды всегда появляются в одних и тех же местах.

Структура ДБР зависит от состояния газа, давления, конструкции и конфигурации электродов, частоты и полярности питающего напряжения. При специальных условиях можно достичь также диффузного (гомогенного) разряда, который открывает новые возможности его технологического применения.

## РАСЧЕТ И МАКЕТИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ КОНЦЕНТРАТОРОВ

Студенты гр. 113228 Аксенов Е.С., гр. 113517 Николаевская Е.Р.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент Т.И. Развина  
*Белорусский национальный технический университет*

Одним из решений проблемы поиска альтернативных источников электроэнергии в настоящее время является непосредственное преобразование солнечной энергии в электрическую энергию. Для этой цели широко используются полупроводниковые преобразователи энергии (солнечные элементы, солнечные батареи). Актуальной технической задачей является повышение эффективности солнечных энергетических установок на основе таких преобразователей. Целью настоящей работы является разработка оптических устройств, обеспечивающих увеличение мощности стандартных солнечных элементов за счет изменения освещенности их рабочих поверхностей.

В наших экспериментах были использованы солнечные батареи СБ 0,5-6 и СБ 0,8-6. Для выполнения исследований была собрана экспериментальная схема, содержащая блок определения вольт-амперных и нагрузочных параметров используемых батарей, и оптический блок, моделирующий изменение условий их освещенности. Для увеличения мощности, снимаемой с единицы площади используемых батарей, были выполнены расчет и макетирование оптических концентраторов (или отражателей) солнечной энергии. Основное внимание в работе уделено разработке концентраторов на основе призматических и зеркальных элементов.

Исследование хода световых лучей через призматические элементы позволили определить угловые и геометрические параметры, влияющие на энергетические характеристики солнечных элементов с такими корреляторами. Рассматривались различные насадки в виде прямоугольных призм, равнобедренных призм с различными углами при основании. При расчете и макетировании зеркальных концентраторов ограничивались приближением, учитывающим только одно отражение светового луча от плоскости зеркала (в направлении плоскости преобразователя). Расчеты показывают, что при оптимизации размеров и угла наклона отражателей к плоскости батареи такие концентраторы позволяют получать увеличение освещенности рабочей поверхности до 3-5. Однако, значительное увеличение светового потока, падающего на солнечный элемент, может привести к его перегреву и соответствующему снижению КПД преобразования. Поэтому в таких конструкциях с концентраторами необходимо предусматривать охлаждение рабочих элементов.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДИАМАГНИТНОЙ ЛЕВИТАЦИИ

Студенты гр. 103717 Андала И.Г., Конников А.А.

кандидат физ.-мат. наук, доцент Ю.В. Развин

*Белорусский национальный технический университет*

В общем случае под термином левитация понимают состояние «свободного парения». Применение левитации открывает новый этап в развитии транспортной техники, позволяя создавать принципиально новый высокоскоростной транспорт – поезда на магнитной подвеске. Без использования технологии левитации было бы невозможно создание суперцентрифуги, сверхточных навигационных приборов. Явление диамагнитной левитации, благодаря своим уникальным свойствам, значительно расширяет область возможных применений. Прежде всего, такая левитация реализует подвеску без трения, параметры которой легко можно регулировать изменением профиля магнитного поля, данный принцип лежит в основе проектирования сверхчувствительных гравиметров и другого геофизического оборудования. Явление диамагнитной левитации можно использовать для разделения полезных ископаемых и других пород. Преимуществом диамагнитной левитации является то, что «подвешивание» равномерно распределено по всему объему исследуемого тела. Это делает возможным моделировать состояние невесомости в хорошем приближении прямо на Земле.

В данной работе детально проанализированы особенности процессов взаимодействия различных магнетиков с магнитным полем и проведено их экспериментальное моделирование. Магнитные подвесы (решающие проблему левитации) можно разделить на электродинамические и электромагнитные. Электродинамические подвесы основаны на известном явлении электромагнитной индукции. Электромагнитный подвес основан на свойстве магнита или электромагнита притягиваться к железному (ферромагнитному) сердечнику. Недостатком магнитных подвесов являются неизбежные потери из-за вихревых токов.

Исключение составляют магнитные подвесы диамагнитных тел. Явление диамагнитной левитации объясняется тем, что вещества намагничиваются навстречу действующему на них внешнему магнитному полю (диамагнетизм). Магнитное поле не притягивает диамагнетики, а выталкивает их в том направлении, в котором его напряженность уменьшается. В отличие от других видов левитации диамагнитная левитация характеризуется тем, что компенсирует силу притяжения на атомарном уровне.

## К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ МЕТОДОМ НАКЛОННОГО МАЯТНИКА

Студентов гр. 103718 Арутюнян С.В., гр. 103618 Глушак Д.А.,  
кандидат физ.-мат. наук Д.С. Бобученко  
*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время в лабораторном практикуме, выполняемом студентами на кафедре экспериментальной и теоретической физики БНТУ и во многих других вузах, измеряются коэффициенты трения качения для различных материалов. Используется метод наклонного маятника, представляющего собой маятник, плоскость колебаний которого наклонена под некоторым углом  $\beta$  к вертикали. Принято считать, что коэффициент трения качения  $k$ , представляет собой плечо силы нормального давления  $N$  относительно мгновенной оси вращения, имеет размерность длины и зависит от материала тел, состояния их поверхностей и целого ряда других факторов. Однако измерения по стандартной методике коэффициента трения качения показывают, что он уменьшается с увеличением  $N$ , что противоречит его физическому смыслу. Поэтому в данной работе проведено исследование динамики качения путем экспериментального измерения с помощью видеокамеры зависимости угла качения маятника  $\alpha$  от времени. На рис. 1 приведены зависимости угла качения маятника  $\alpha$  (а) и логарифма амплитуды колебаний (б) от времени для  $\beta = 60^\circ$ . Колебания оказались в пределах точности измерений (по времени 0,05 с, по углу  $0,1^\circ$ ) периодическими и амплитуда колебаний уменьшается по экспоненциальному закону. Из этого следует, что момент силы трения качения пропорционален угловой скорости  $d\alpha/dt$ . Подробные результаты представлены в стендовом докладе.

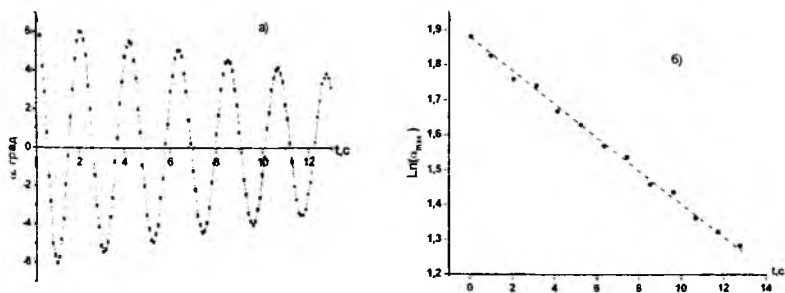


Рис. 1. Зависимости угла качения маятника  $\alpha$  (а) и логарифма амплитуды колебаний (б) от времени для  $\beta = 60^\circ$



## ВЯЗКОСТЬ. ЛАМИНАРНЫЙ И ТУРБУЛЕНТНЫЙ РЕЖИМЫ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

Студенты гр. 113918 Балбатун С.Ю., Сарнацкий А.А.,  
доктор физ.-мат. наук, профессор Д.С. Доманевский  
*Белорусский национальный технический университет*

При направленном движении (течении) жидкой или газообразной среды, вызванной перепадом давлений или других сил, всегда проявляется свойство вязкости, заключающееся в возникновении сопротивления перемещению одной части среды относительно другой.

Ньютон впервые предположил, что соответствующая элементарная сила вязкости или внутреннего трения  $dF_v$  между слоями жидкости прямо пропорциональна площади соприкосновения слоев  $dS$  и градиенту скорости  $\frac{dv}{dy}$ :  $dF_v = \eta \frac{dv}{dy} dS$ , где  $\eta$  – коэффициент вязкости (вязкость), зависящий от природы и состояния жидкости (газа). Экспериментальные и теоретические исследования показывают, что существуют два режима течения. При небольших скоростях наблюдается ламинарное (слоистое) течение, при котором слои жидкости скользят, не перемешиваясь между собой. Газовые слои толщиной порядка длины свободного пробега молекул перемешиваются вследствие хаотического теплового движения. Наиболее распространенным способом измерения силы вязкости в ламинарном режиме является метод Стокса. Он основан на измерении скорости равномерного погружения ( $v_0 = \text{const}$ ) тел сферической формы радиуса  $r$ , достигаемый за счет уменьшения силы вязкости и уравнивания ей силы тяжести:  $F_v = 6\pi\eta v_0 r$ .

При более высоких скоростях движения жидкости  $Q$  в трубе длиной  $l$  и радиуса  $R$  в соответствии с формулой Пуазейля:  $Q = \frac{\pi R^4}{8\eta l} \Delta P$ , изменяя перепад давления  $\Delta P$  можно реализовать турбулентный (вихревой) режим течения. При критической скорости:  $v_c = Q / \pi R^2$  достигается значение числа Рейнольдса:  $R = \frac{\rho v R}{\eta} \geq 2000$  соответствующее турбулентному течению. При этом наблюдается быстрая расходимость окрашенной струи жидкости по всему сечению трубы в виде вихревых образований, свидетельствующих о превалирующей роли сил лобового сопротивления:  $F \approx \rho S v^2$ , испытываемых телом, помещенным в турбулентную жидкость.

## ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРИМЕНЕНИЕ РЕОПЛЕТИЗМОГРАФИИ

Студентка гр. 113816 Бут-Гусаим М.А.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент Ю.А. Бумай  
*Белорусский национальный технический университет*

Целью данной работы являлось рассмотрение физических основ реоплетизмографии.

Реоплетизмография (импедансная плетизмография, реография) – это метод исследования кровенаполнения органов или отдельных участков тела на основе регистрации их импеданса, т.е. полного (активного и реактивного – емкостного) сопротивления переменному току высокой частоты. Метод основан на пропорциональности относительного изменения импеданса относительному приросту объема тела за счет кровенаполнения  $\Delta Z/Z = - \Delta V/V$ . Реализация метода реографии состоит в следующем: на область исследования накладывают электроды и пропускают через них электрический ток  $\sim 1$  мА высокой частоты (30 – 300 кГц). Изменения степени кровенаполнения и скорости движения крови в кровеносных сосудах сопровождаются колебаниями импеданса тканей, расположенных между электродами.

Рассмотрены амплитудные и частотные характеристики периодических волн кровенаполнения: первого порядка (пульсовых), второго порядка (дыхательных) и третьего порядка, связанных с состоянием тонуса.

Анализируется влияние шунтирования кровеносных сосудов прилегающими к ним тканями, вследствие чего колебания сопротивления при кровенаполнении происходят на фоне некоторого постоянного сопротивления участка тела между электродами. Учтено обстоятельство, что изменение объема во время систолы сердечного цикла является результатом как поступления крови в сосуды, так и его оттока из сосуда.

Рассмотрены разновидности метода реографии, предназначенные для исследования строго определенных органов или функциональных систем: реокардиография (для исследования сердечной деятельности), реоэнцефалография (мозгового кровообращения), реовазография (кровообращения в нижних и верхних конечностях), реопульманография (легочного кровообращения и легочной вентиляции), реогепатография (кровотока печени), реофтальмография (кровообращения в сосудистой оболочке глаза).

Рассмотрены устройство реографов и типы электродов, используемых для получения реограмм.

## **РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО КУРСА ПО ИНФОРМАТИКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ MOODLE**

Студенты гр. 113028 Вайсман А.Г., Соболевский А.В., Гаврилов А.М.,  
ассистент А.А. Царева

*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время актуальным вопросом образовательной системы является внедрение элементов дистанционного обучения (ДО). Широкое использование курсов ДО связано с возможностью совмещения учебы с работой без отрыва от производства, одновременного получения нескольких образований, а также с эффективностью использования на аудиторных занятиях. Именно поэтому целью настоящей работы является разработка учебного курса по предмету «Информатика» в среде дистанционного обучения Moodle.

Moodle включает в себя большой набор учебных модулей, таких как «лекция», «практическое задание», «wiki», «гlossарий», «тест», «опросник» и другие. В данной работе разрабатываются модули: «лекция», «практическое задание», «тест» и «гlossарий», являющиеся базовыми для усвоения и закрепления учебного материала.

Каждая лекция учебного курса разбита на логические информационные блоки, составляющие разделы и подразделы рассматриваемых тем. В частности лекция «Математические основы компьютерной техники» содержит следующие разделы: «Понятие и виды систем счисления», «Представление чисел в различных системах счисления», «Арифметические основы работы ЭВМ», «Логические основы работы ЭВМ». Лекционный материал представлен нелинейной структурой. Это позволяет учащимся двигаться в удобном для них темпе и возвращаться при необходимости к уже пройденным главам.

Практические задания включают в себя комплекс задач, соответствующих лекционному материалу. Ответом на задание может быть короткое высказывание, либо «файл для скачивания», который высылается непосредственно преподавателю на проверку.

Тестовые задания включают набор вопросов теоретического и практического характера.

Гlossарий учебного курса содержит основные термины и понятия, математические и терминологические сведения, необходимые для изучения лекционного материала.

Данное пособие может рационально использовать для учащихся дистанционного и заочного отделений, а также на аудиторных занятиях для повышения эффективности усвоения знаний.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ КЛИЕНТА ICQ-СЕТЕЙ

Студент гр. 113027 Войтович А.В.,

ст. преподаватель О.В. Дубровина

*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время всё больше и больше людей используют глобальную сеть Интернет, как средство коммуникации. Многие Интернет-порталы предоставляют своим пользователям такую возможность в виде всевозможных чатов, форумов, а зачастую и просто в виде электронной почты. Один из наиболее популярных сейчас способов общения – это общение через ICQ. Сервис предназначен для обмена мгновенными текстовыми сообщениями в сети Интернет в режиме реального времени.

Основной целью данного проекта было создание ICQ-клиента, который бы потреблял минимальное количество трафика. Такая возможность позволяет не зависеть от ресурсов компьютера, а, следовательно, использоваться на портативных и мини-устройствах.

Для проектирования и программной реализации поставленной задачи использовалась интегрированная среда программирования Delphi 7 [1]. Приложение реализовано на основе компонента TIQCCClient v1.34. Сам компонент построен на базе технологии WinSock2.

Библиотека WinSock содержит в себе файл Winsock.dll. Она хорошо подходит для создания простых приложений, поскольку в ней реализованы все необходимые функции для создания соединения и приема/передачи файлов. Одним из главных преимуществ данной библиотеки является универсальность содержащихся в ней для многих платформ и языков программирования. Так, например, фрагмент программного кода, моделирующий сканер портов, легко можно будет перенести на язык C/C++ и даже в операционные системы \*nix, так как включенные в них сетевые функции одноименны и имеют практически те же параметры.

Функциональность приложения заключается в осуществлении диалога с другим клиентом. При этом ресурсы (сетевой трафик) используются исключительно для решения данной задачи, дополнительных ресурсов не требуется. В проекте реализована функция хранения истории сообщений. Приложение не требует инсталляции, а, следовательно, является максимально простым для использования пользователями любого уровня подготовки.

### Литература

1. Архангельский, А.Я. Программирование в Delphi 7 / А.Я. Архангельский. – М.: Бином-Пресс, 2003.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ С ВЫСОКОЙ ПОДВИЖНОСТЬЮ ЭЛЕКТРОНОВ

Студенты гр.113227 Волоткович С. В., Шапарь А.В.,  
кандидат физ.-мат. наук В.В. Черный  
*Белорусский национальный технический университет*

Полевые транзисторы с высокой подвижностью электронов (НЕМТ) на основе гетероперехода GaAlAs-GaAs широко используются в технике высоких частот. Важной с практической точки зрения задачей является определение сопротивлений пассивных областей – прежде всего истока, так как это сопротивление определяет усилительные свойства транзистора и его собственные шумы. В данной работе проведено дальнейшее развитие метода определения данных параметров НЕМТ, предложенного ранее [1, 2].

Вначале, как и в выполненных ранее работах, проводились измерения вольтамперных характеристик барьера Шоттки, смещенного в прямом направлении. В широком интервале токов (от 0,1 мкА до 0,1 мА) наблюдалась экспоненциальная зависимость тока от напряжения, что согласуется с моделью термоэлектронной эмиссии. Из полученных зависимостей определялась величина фактора идеальности.

Далее определялось отношение переменной составляющей напряжения между стоком и истоком к переменной составляющей тока затвора в прямом направлении при различных значениях тока стока. На основании полученных данных определялась зависимость так называемого конечного сопротивления от обратного тока стока. Полученная зависимость анализировалась более подробно, чем это имело место в ранее выполненных работах. Это связано с тем, что расчетная формула для определения сопротивления истока имеет простой вид только в узком интервале тока стока. Вначале данный интервал определялся приближенно, используя полученное ранее значение фактора идеальности. Далее внутри данного интервала для повышения точности конечного результата проводились дополнительные измерения, из которых по минимуму дисперсии определялась величина сопротивления истока, которая составляла для исследованных транзисторов 7–10 Ом. Сопротивление стока определялось, поменяв местами выводы истока и стока.

### Литература

1. Шур, М. Современные приборы на основе арсенида галлия / М. Шур. – М.: «Мир», 1991. – 632 с.
2. Пожела, Ю. Физика быстродействующих транзисторов / Ю. Пожела – Вильнюс: «Мокслас», 1989. – 264 с.

**ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ  
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛЕНОК СУЛЬФИДА ОЛОВА**

Студент гр. 113454 Воробей А.В.,  
кандидат физ.-мат. наук В.А. Иванов

*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время в мире проводятся интенсивные исследования по поиску и получению альтернативных полупроводниковых материалов для создания на их основе недорогих тонкопленочных эффективных солнечных элементов большой площади. Одним из таких альтернативных материалов может служить полупроводниковое бинарное соединение сульфид олова (SnS). Данное соединение имеет ширину запрещенной зоны  $\Delta E_g = 1,1$  эВ, что считается подходящим для создания эффективных солнечных элементов.

Целью настоящей работы являлось исследование температурных зависимостей электропроводности ( $\sigma$ ) полупроводниковых плёнок SnS для определения параметров энергий активации энергетических уровней, созданных в запрещенной зоне собственными дефектами, образующимися в процессе получения пленки. Пленки были получены на стеклянных подложках методом термического вакуумного напыления из предварительно синтезированных методом сплавления поликристаллических слитков. Полученные пленки толщиной 1,0–1,5 мкм согласно термоэлектрическим измерениям были *p*-типа проводимости. Измерение температурных зависимостей электропроводности плёнок проводилось в вакуумной камере в температурном интервале  $\Delta T = 150$ –400 К. Для охлаждения пленок ниже комнатной температуры применялся жидкий азот. В качестве электрических контактов использовался токопроводящий клей типа “Leit-C”, с помощью которого медные проводники приклеивались к поверхности пленки.

В результате проведенных исследований было установлено, что температурные зависимости электропроводности описываются соотношением  $\sigma = \sigma_0 \exp(-\Delta E_a/kT)$ , где  $\Delta E_a$  – энергия активации энергетического уровня, определяющего тип проводимости пленки,  $k$  – постоянная Больцмана. Расчет величин энергий активации проводился на компьютере по разработанным программам согласно экспериментальным зависимостям электропроводности от температуры. Рассчитанное значение энергии активации составляло  $\Delta E_a = 0,120$  эВ. Так как согласно литературным данным сульфид олова кристаллизуется с дефицитом атомов серы, то полученное значение энергии активации можно приписать собственным дефектам типа вакансии серы ( $V_s$ ), образующим в запрещенной зоне акцепторные энергетические уровни.

## ТЕХНИЧЕСКИЙ И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Студентки гр. 113528 Гиль Н.Н., Евсеенко Т.И.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент В.В. Красовский  
*Белорусский национальный технический университет*

Прсанализирована эффективность светоотдачи для различных источников. Источники теплового излучения имеют низкий коэффициент светоотдачи, поскольку большая часть энергии их излучения приходится на инфракрасную область спектра [1]. Оценка доли энергии  $K$ , приходящейся на видимую область спектра, сделана на основе формулы Планка:

$$K = \frac{\frac{2\pi h}{c^2} \int_{\nu_1}^{\nu_2} \nu^3 (\exp(\frac{h\nu}{kT}) - 1) d\nu}{\sigma T^4}$$

где  $\nu$  – частота излучения,  $\nu_1 = 4,3 \cdot 10^{14}$  Гц,  $\nu_2 = 7,5 \cdot 10^{14}$  Гц – красная и фиолетовая границы спектра соответственно,  $T$  – термодинамическая температура,  $\sigma$  – постоянная Стефана-Больцмана,  $h$  – постоянная Планка,  $c$  – скорость света в вакууме.

Числовой расчет для  $T = 3000$  К дает значение  $K \approx 13$  %. Для оценки светоотдачи  $K_{co}$  в интеграле необходимо также учесть функцию видности [1]. В результате найдем  $K_{co} \approx 5$  %. С учетом безызлучательных потерь энергии световой КПД лампы накаливания оценен не более чем в 4 %.

Следовательно, для увеличения светоотдачи необходимо использовать не тепловое, а люминесцентное излучение. Соответствующими источниками являются газосветные люминесцентные лампы. Их светоотдача достигает значения 80 лм/Вт. Однако они имеют также ряд существенных недостатков, среди которых зависимость стабильности работы от внешних условий, возможность создания радиопомех, содержание ртути [2].

Ожидается, что наибольшая светоотдача будет достигнута у светоизлучающих диодов (СИД). Создание СИД в системе AlGaInN позволило перекрыть весь видимый световой диапазон. При этом используются два типа СИД – монохромные (в светосигнальных устройствах и устройствах отображения информации) и белые, которые уже сегодня являются конкурентоспособными источниками освещения. Планируется, что по мере развития технологии производства световая эффективность белых светодиодов в течение 20 лет может возрасти до 200 лм/Вт. Пока что единственный недостаток СИД – их более высокая сравнительная стоимость.

### Литература

1. Ландсберг, Г.С. Оптика / Г.С. Ландсберг. – М.: «Наука», 1976. – 928 с.
2. Светодиоды – новые технологии рынка освещения. <http://www.leds.ru>.

**РЕШЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ**

Студентка гр. 113127 Гусакова Н.В.,  
ст. преподаватель Н.А. Кондратьева

*Белорусский национальный технический университет*

Многие задачи приборостроения и работы приборов в реальном режиме времени сводятся к нелинейным дифференциальным уравнениям (НДУ), решение которых выполняется численными методами. Примером таких НДУ могут служить задачи динамики, когда силы являются нелинейными функциями. Точность решения НДУ определяется, как выбранным методом для численного интегрирования НДУ, так и шагом интегрирования ( $h$ ). Однако при значительном уменьшении  $h$  число вычислений управляющей функции резко возрастает и время получения решения НДУ может стать неприемлемым. Следовательно, важным фактором при решении является определение оптимального соотношения между необходимой точностью и шагом. При решении задачи о свободном падении тела с учетом сил трения численными методами Эйлера и Рунге-Кутта 2, 3, 4 порядков было определено, что решения, полученные методами Рунге-Кутта, асимптотически приближаются к аналитическому решению, чего не дает метод Эйлера. При решении этим методом разница полученного решения и аналитического стремится к  $10^{-4}$ . Одинаковой точности можно достичь, уменьшив шаг  $h$  менее точного метода, однако при этом значительно возрастает количество вычислений функции и, следовательно, время решения задачи. Так, например, для методов Рунге-Кутта различных порядков, для обеспечения точности  $10^{-8}$  значение шага и число вычислений функции ( $N$ ) составляют соответственно: Рунге-Кутта 2-го порядка,  $h = 0,1555$ ,  $N = 643$ ; Рунге-Кутта 3-го порядка,  $h = 0,8276$ ,  $N = 121$ ; Рунге-Кутта 4-го порядка,  $h = 2,4898$ ,  $N = 41$ . Следовательно, для того, что бы добиться одинаковой точности  $10^{-8}$  методом второго порядка, надо сделать в 15 раз больше вычислений функции, чем методом четвертого порядка. Проведенное моделирование показывает, что для создания эффективных программ решения НДУ необходимо разработка адаптивных алгоритмов решения НДУ – алгоритмов с переменным шагом.



## **КОМПЛЕКС ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО FLASH ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ**

Студентка гр.113017 Дробышева Т.С.,  
преподаватель Е.С. Рогальский

*Белорусский национальный технический университет*

Сегодня большое распространение получили информационные системы, решающие ряд актуальных задач, в том числе и в области обучения. Очень важно чтобы современные специалисты обладали умениями и навыками в области компьютерных технологий. Информационные системы, использующие Flash-технологии, сегодня находят широкое применение в ряде отраслей науки и техники, в том числе и в приборостроении. Этому способствуют такие достоинства этого инструментального программного обеспечения (ПО) как простота использования, наглядность, динамика объектов, анимация, возможность моделировать различные события, развивающиеся по временной координате, которую к тому же можно изменять (масштабировать).

Данная работа посвящена изучению основных элементов инструментального ПО в области flash-технологии. Для этого предлагается курс, состоящий из пяти лабораторных работ. Первая лабораторная работа посвящена изучению интерфейса и панели управления Flash. Во второй работе рассматриваются основы Flash-анимации. В третьей и четвертой работах рассмотрены вопросы технологии создания скриптов. В пятой лабораторной работе рассматриваются примеры Flash-технологии в различных областях науки и техники.

Отличительной особенностью предлагаемого курса лабораторных работ является использование этой технологии в обучении и вопросы реализации полученных знаний в практической области. Достоинством разработки, по мнению авторов, является единообразная проработка учебного материала, использование технологии всплывающих окон, программного скроллинга, загрузка Movie-объектов. Вся работа выполнена в едином стиле и имеет современный дизайн.

### **Литература**

1. Гурвиц, М. Использование Macromedia FlashMX / М. Гурвиц, Л. Мак-Кейб. – М.: «Вильямс», 2003. – 706 с.

2. Уотролл, Э. Эффективная работа: FlashMX / Э. Уотролл, Н. Гербер. – СПб: «Питер», 2003. – 722 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ ОПТИЧЕСКОГО СЧИТЫВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Студентки гр. 113127 Дровникова И.С., Шило А.Ю.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент Ю.В. Развин  
*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время в компьютерной технике широко используются такие носители информации, как оптические диски CD, DVD и другие. Оптические диски разных форматов характеризуются специфическими особенностями строения. В тоже время для всех оптических дисков запись и считывание данных происходит от центра диска и ведется по дорожке (спирали) к наружной кромке. Спираль формируется на поверхности диска при его изготовлении. В процессе записи информации на оптических дисках неизбежно возникают некоторые отклонения в расположении пиков. Для считывания информации с дорожки шириной 0,6...0,8 мкм нужно, чтобы сфокусированный луч лазера удерживался на ней с точностью  $\pm 0,1$  мкм. Поэтому требуется разработка методов автоматического слежения за дорожкой. Целью выполненного исследования является изучение режимов автотрекинга при считывании информации с оптического диска. Актуальность данных исследований определяется переходом на новые форматы: разработка оптических дисков с многослойной структурой рабочих слоев и голографических методов записи-считывания на оптические диски.

В работе рассматривается модель оптического считывания. Кроме основного считывающего луча используются ещё два дополнительных. Дополнительные лучи формируются путем расщепления основного. Для получения дополнительных лучей могут использоваться различные оптические явления: отражение, дифракция. В качестве исследуемых образцов в данной работе использовались считывающие головки на основе полупроводниковых красных и ИК-лазеров различных моделей CD- и DVD-приводов (CD-3002A и другие).

Основной считывающий луч располагается посередине, а дополнительные – соответственно, на одинаковом расстоянии по обеим сторонам от него. Каждому из лучей соответствует свой фотоприемник. Когда основной луч следует точно по центру дорожки, сигналы, получаемые с фотоприемников дополнительных лучей, одинаковы. При смещении считывающего луча один из фотоприемников дополнительных лучей начинает получать больше света, а другой – меньше. При их сравнении получается определенный разностный сигнал, который и будет характеризовать величину и знак ошибки позиционирования лазерного луча при считывании с оптического диска.

## ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ ПОСРЕДСТВОМ ЭМУЛЯЦИИ ДИРЕКТОРИИ

Студент гр. 113017 Ермолович П.А.,  
ст. преподаватель О.В. Дубровина

*Белорусский национальный технический университет*

Сегодня массовое применение персональных компьютеров оказалось связанным с появлением самовоспроизводящихся программ – вирусов, препятствующих нормальной работе компьютера, разрушающих файловую структуру дисков и наносящих ущерб хранимой в компьютере информации. Поэтому актуальным является проблема защиты компьютерной информации. В вычислительной технике понятие безопасности является весьма широким. Оно подразумевает и надежность работы компьютера, и сохранность ценных данных, и защиту информации от внесения в нее изменений неуполномоченными лицами, и сохранение тайны переписки в электронной связи. Разумеется, во всех цивилизованных странах на безопасности граждан стоят законы, но в вычислительной технике правоприменительная практика пока не развита, а законотворческий процесс не успевает за развитием технологий, и надежность работы компьютерных систем во многом опирается на меры самозащиты.

Для решения защиты информации была разработана программа позволяющая «эмулировать» директорию (папки) в ярлыке: «Мой компьютер», «Internet Explorer», «Сетевое окружение», «Корзина», «Мои документы». После применения эмуляции на директорию, она начинает обладать теми же свойствами что и настоящий ярлык. Но главное в такой эмуляции то, что открытие эмулированной папки в проводнике вызывает запуск приложения (либо просто открытие) того ярлыка, эмуляция которого была применена. Тем самым мы ограничиваем доступ к нужной нам директории.

После разработки были получены следующие результаты:

– программа имеет интуитивно понятный интерфейс, что позволяет любым пользователям без затруднений ее использовать;

– если эмулирование применяется к несистемным папкам, то программа адекватно работает (без сбоев), однако применение эмуляции на задействованные папки или системные (Windows, Documents and Settings, Program files и т.д.) может привести к неработоспособности программы. Однако это само собой устраняет проблему об изменении системы, которое влечёт за собой нарушение работоспособности системы, как таковой;

– размер директории не влияет на скорость программы;

– хранение пароля в реестре значительно снижает риск его кражи, как если бы он хранился в текстовом файле;

– после снятия эмуляции, происходит корректное извлечение директории из так называемого «сейфа эмуляции», все файлы были в порядке.

В процессе разработки этой работы было проработано большое количество литературы, выявлены источники угрозы информации и определены способы защиты от них. Разработана программа для защиты данных. Было выявлено, что программа работает при наличии NET Framework 2.0. Она была протестирована на различных типах данных.

## **УЧЕБНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ «СЛОЖЕНИЕ ВЗАИМНО ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫХ КОЛЕБАНИЙ»**

Студент гр. 113017 Ермолович П.А.,  
ст. преподаватель В.Э. Малаховская,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент Ю.В. Развин  
*Белорусский национальный технический университет*

Тема «Колебания и волны» не только завершает в курсе общей физики раздел «Механика» и обеспечивает целостность изучения ее законов, но и является основной в курсе «Электричество и магнетизм». Из содержания курса физики ясно видно, что колебательные процессы различной физической природы качественно описываются одинаковыми уравнениями. Данное обстоятельство позволяет использовать для исследования и аналитического описания колебательных процессов общие математические методы и методики физического практикума. Целью данной работы является создание в рамках разрабатываемого физического практикума обучающей программы и моделирование основных процессов в колебательном движении. Получаемые данные позволяют наглядно продемонстрировать аналогию анализа колебаний в механике, электромагнитных и оптических явлениях, а также будут способствовать углублённому изучению практического применения изучаемого материала.

В данной работе приведены результаты разработки математической модели двумерного осциллятора, основанной на принципе суперпозиции двух взаимно перпендикулярных гармонических колебаний. Можно выделить два вида решения данной задачи. Во-первых, материальная точка участвует в двух колебаниях одинаковой частоты. Траектория результирующего движения представляет в общем случае эллипс. При некоторых частных условиях указанная форма может вырождаться в отрезок прямой либо в круг. Во-вторых, если частоты складываемых колебаний не одинаковы, но кратны друг другу, то траектория результирующего движения имеет вид сложных замкнутых кривых.

Основная форма предлагаемой программы имеет следующие особенности. Для создания траектории необходимо заполнить соответствующие поля, т.е. задать значения параметров исходных колебаний: амплитуды, частоты и разность фаз. Все значения, введенные пользователем, после построения, заносятся на панель отображения задаваемых гармонических функций. Имеются опции «запоминание» и «выделением цветом», что позволяет получать и проводить сравнение на одном координатном поле изображений двух траекторий, одна из которых выделена цветом. Все команды в форме дублируются в меню «Файл».

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФРАКЦИИ ФРЕНЕЛЯ

Студентки групп 113917, 113717 Заблоцкая А.В., Корнеевкова О.А.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент И.А. Хорунжий  
*Белорусский национальный технический университет*

Метод зон Френеля и метод векторных диаграмм, позволяют оценить величину интенсивности света лишь в центре интерференционной картины. На практике интерес может представлять распределение интенсивности света в плоскости наблюдения. Распределение интенсивности излучения в плоскости наблюдения можно получить, решив волновое уравнение по методике, предложенной в [1]. Суть метода заключается в том, что распределение напряженности электрического поля в плоскости препятствия разлагается в дискретный ряд Фурье. Подстановка этого ряда превращает уравнение в простое дифференциальное уравнение первого порядка относительно дискретных коэффициентов Фурье. После вычисления коэффициентов Фурье, соответствующих необходимой координате, делается обратное преобразование Фурье, и полученное распределение напряженности электрического поля волны пересчитывается в распределение интенсивности. Расчеты, проведенные с помощью разработанной программы, показали отличное совпадение результатов расчета с экспериментальными и литературными данными. Результаты расчета представлены на рис. 1.

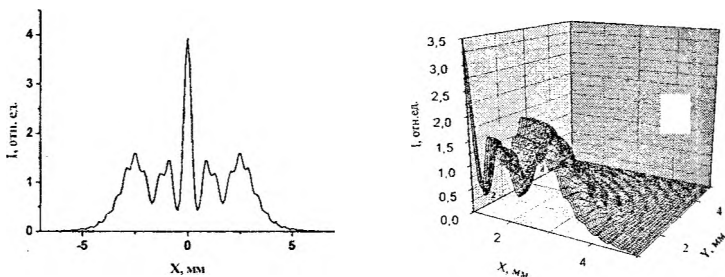


Рис. 1. Рассчитанное распределение интенсивности света при открытых пяти зонах Френеля в дифракционной картине по диаметру пучка (а) и по одной четверти площади плоскости наблюдения на 3D графике (б)

## Литература

1. Fleck, J.A. Time-Dependent Propagation of High Energy Laser Beams through the Atmosphere / J.A. Fleck, J.J. Morris, M.D. Feit // Applied Physics. – 1976. – V. 10, N 2. – P. 129–160.

## МОМЕНТЫ ПРОИЗВОЛЬНЫХ ПОРЯДКОВ СИНУСОИДАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КАК РЕШЕНИЯ РЕКУРРЕНТНЫХ СООТНОШЕНИЙ

Студентка гр.104617 Заболотная Е.Б.,  
кандидат техн. наук, доцент П.Ф. Волкович  
*Белорусский национальный технический университет*

Начальные моменты произвольных порядков  $\alpha_n$  синусоидального распределения с плотностью  $f(x) = \frac{1}{2}\sin x$ ,  $0 \leq x \leq \pi$ , по определению выражаются с помощью рекуррентно вычисляемых интегралов вида

$$\alpha_n = \frac{1}{2} \cdot \int_0^{\pi} x^n \sin(x) dx. \quad (1)$$

Двукратное интегрирование выражения (1) порождает рекуррентное соотношение

$$\alpha_n = \frac{1}{2} \pi^n - n \cdot (n-1) \cdot \alpha_{n-2}. \quad (2)$$

Учитывая, что  $\alpha_0 = 1$ ,  $\alpha_1 = \pi/2$  по индукции из выражения (2) получаем

$$\alpha_{2k+1} = \frac{1}{2} \sum_{v=0}^k (-1)^v \frac{\pi^{2(k-v)+1} (2k)! (2k-1)!}{(2(k-v)+1)! (2(k-v))!}, \quad k = 1, 2, 3, \dots; \quad (3)$$

$$\alpha_{2k} = \frac{1}{2} \sum_{v=0}^{k-1} (-1)^v \frac{\pi^{2(k-v)} (2k)! (2k-1)!}{(2(k-v)+1)! (2(k-v))!}. \quad (4)$$

Центральные моменты произвольных порядков  $\mu_n$  указанного распределения по определению

$$\mu_n = \frac{1}{2} \int_0^{\pi} \left(x - \frac{\pi}{2}\right)^n \sin(x) dx. \quad (5)$$

Учитывая, что  $\mu_0 = 1$ ,  $\mu_1 = 0$ , по индукции получаем:

$$\mu_{2k} = \sum_{v=0}^{k-1} \left(\frac{\pi}{2}\right)^{2(k-v)} - (2k)! , \quad \mu_{2k+1} = 0.$$

Полученные соотношения для моментов распределения применяются в инженерных расчетах.

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ HASKELL

Студент гр. 113027 Зеленкевич Н.Н.,  
ст. преподаватель О.В. Дубровина

*Белорусский национальный технический университет*

Haskell – один из самых распространенных функциональных языков программирования, основой которого является описание вычислений с помощью математических функций [1]. Такие языки широко используются в промышленности и научных исследованиях, так как позволяют осуществлять параллельные вычисления, что существенно увеличивает производительность.

К основным свойствам данного языка относятся:

1. краткость и простота (язык имеет встроенный механизм сопоставления с образцом, простой синтаксис, все операции с памятью выполняются автоматически, то есть при создании какого-либо объекта под него автоматически выделяется память);

2. строгая типизация обеспечивает безопасность программы, то есть большую часть ошибок можно исправить на стадии компиляции;

3. механизм модульности позволяет разделять программы на несколько сравнительно независимых частей с четко определенными связями между ними;

4. функции – это значения и объекты вычисления, то есть они могут быть переданы сами по себе другим функциям в качестве аргумента или возвращены в качестве результата;

5. отложенные или «ленивые» вычисления (некоторые аргументы функции могут быть неизвестными или же определяться другими функциями, то есть они вычисляются только в том случае, если нужны для вычисления окончательного результата).

В языке Haskell используются монады – это контейнерный тип данных, содержащий в себе значения иных типов – например, для внедрения операций ввода/вывода, а также монады используются для скрытия итеративных процессов, для хранения состояний объектов и т.д. Язык Haskell в последнее время становится все более популярным среди программистов, в том числе и благодаря тому, что появляется все больше прикладных библиотек, а сам язык интегрируется в распространенные программные среды (.Net, Com/ActiveX и т.п.).

### Литература

1. Душкин, Р.В. «Функциональное программирование на языке Haskell»/ Р.В. Душкин. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 608 с.

**УНИФИКАЦИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В РАМКАХ  
ДИСЦИПЛИНЫ «ИНФОРМАТИКА» ДЛЯ СТУДЕНТОВ  
СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ  
ЮВЕЛИРНОГО ПРОИЗВОДСТВА»**

Студенты гр. 113916 Иванова О.М, Молочко А.С.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент В.М. Романчук  
*Белорусский национальный технический университет*

Перед группой была поставлена задача создания сайта на тему «Ювелирная производственная фирма», «Ювелирная торговая фирма» и др. В качестве образца было необходимо найти сайт реально существующей фирмы.

Группа была разделена на бригады по четыре человека, каждой из которых было дано отдельное задание. В рамках задания было необходимо изучить такие программы как CorelDraw, Photoshop, Dreamweaver. Непосредственно сам сайт создавался в пакете Dreamweaver.

С помощью программы CorelDraw была создана карта проезда к проектируемой ювелирной мастерской. Пакет Photoshop использовался для фотомонтажа изображений моделей и ювелирных украшений, а также создания логотипа компании. Каждый участник проекта должен был работать в графическом редакторе личные фотографии, что повышало эмоциональное отношение к заданию и исключало возможность использования готовых курсовых работ.

На создание сайта в целом ушло 4 месяца (в среднем час в день), а на изучение каждого пакета в отдельности в среднем месяц.

На протяжении этого времени осуществлялась проверка знаний по изучаемым программам в виде текущих контрольных заданий:

1. Язык HTML. Гиперссылки.
2. Графический редактор CorelDraw. Создание сложной фигуры.
3. Графический редактор Photoshop. Элементы фотомонтажа. Работа со слоями.

Большинство студентов подошли к выполнению задания ответственно и творчески, поэтому оценка за курсовую работу в среднем составила 7,6 балла. Вместе с тем, статистический анализ показал значимость различий между ожидаемой оценкой по курсовой работе и полученной студентом на защите. Ожидаемая оценка на экзамене оказалась ниже.



## МОМЕНТЫ ПРОИЗВОЛЬНЫХ ПОРЯДКОВ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КАК РЕШЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ РЕКУРРЕНТНЫХ СООТНОШЕНИЙ

Студенты гр. 104617 Илюкевич А.И., Пайташ А.Н.,

кандидат техн. наук, доцент П.Ф. Волкович

*Белорусский национальный технический университет*

Начальные ( $\alpha_n$ ), центральные ( $\mu_n$ ), абсолютные начальные ( $\nu_n$ ) и абсолютные центральные ( $\varkappa_n$ ) моменты произвольных порядков непрерывных распределений по определению выражаются определёнными (несобственными) интегралами. Поскольку в рассматриваемом случае все они являются рекуррентно вычислимыми, то  $k$ -кратное интегрирование приводит к образованию рекуррентных интегральных соотношений  $k$ -ого порядка. Решением указанных рекуррентных соотношений в рассматриваемом случае являются моменты распределения:

$$\alpha_n = \frac{n!}{\lambda^n}, \text{ где } \lambda - \text{ параметр распределения;}$$

При этом:

$$\begin{aligned} \alpha_n &= \nu_n \\ \mu_n &= \frac{1}{\lambda^n} \sum_{k=0}^n (-1)^{n-k} \cdot C_n^k \cdot k! \\ \varkappa_n &= \lambda \left( \sum_{k=0}^n C_n^k \left(\frac{1}{\lambda}\right)^{n-k} \cdot \int_0^{\frac{1}{\lambda}} (-x)^k \cdot e^{-\lambda x} dx + \sum_{k=0}^n C_n^k \left(-\frac{1}{\lambda}\right)^{n-k} \cdot \int_{\frac{1}{\lambda}}^{\infty} x^k \cdot e^{-\lambda x} dx \right), \\ \text{где } I_k &= \int_a^b e^{-\lambda x} dx = -e^{-\lambda x} \sum_{v=0}^k \frac{k! \cdot x^{k-v}}{(k-v)! \cdot \lambda^{v+1}} \Big|_a^b \end{aligned}$$

Сопоставление полученных формул для моментов распределения с выражениями этих моментов, полученными другими авторами, приводит к установлению ряда комбинаторных тождеств. Некоторые из них приводятся в докладе.

## CVD-АЛМАЗ В СИСТЕМЕ ОХЛАЖДЕНИЯ МОЩНОГО ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ПРИБОРА

Студентки гр.113717 Ковалева М.В., Цумарева А.В.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент И.А. Хорунжий  
*Белорусский национальный технический университет*

В последние годы интерес к алмазу, как материалу для микроэлектроники, неуклонно растет, в том числе из-за того, что алмаз имеет уникально высокую теплопроводность (в пять раз выше, чем у меди). Достигнутый уже сейчас уровень технологии выращивания CVD-алмаза путем осаждения поликристаллических пленок алмаза из газовой фазы (Chemical Vapor Deposition, CVD) [1] позволяет использовать такие пластинки в качестве теплопроводящих оснований для установок на них полупроводниковых структур с высокой тепловой нагрузкой. Представляет интерес компьютерное моделирование таких систем с целью оценки эффективности применения CVD-алмаза для этих целей.

Для проведения расчетов была использована модель, которая включает: рабочий *p-n*-переход, представляющий собой слой GaN толщиной 50 мкм и размером 800×800 мкм<sup>2</sup>, буферный кремниевый слой толщиной 100 мкм и размером 900×900 мкм<sup>2</sup>, алмазная подложка толщиной 100 мкм и размером 2×2 мм<sup>2</sup>, медный теплоотвод толщиной 2 мм и размером 5×5 мм<sup>2</sup>. При расчетах тепловая мощность, выделяемая в *p-n*-переходе, полагалась равной 3 Вт, теплопроводность алмазной подложки равной 2000 Вт/(м·К). Расчеты, проведенные для описанной выше модельной структуры без алмазной подложки, дали максимальное значение температуры *p-n*-перехода равное 48,09 °С. При добавлении алмазной подложки максимальная температура *p-n*-перехода несколько снижается и составляет 45,95 °С. Тем не менее, существенного снижения температуры *p-n*-перехода использование алмазной подложки в данном случае не дает, т.к. основное тепловое сопротивление создает буферный кремниевый слой. При установке приборной структуры непосредственно на алмазную подложку максимальная температура полупроводникового *p-n*-перехода составила 37,14 °С, а тепловое сопротивление 1 К/Вт. Таким образом, алмазные слои могут существенно улучшить теплообмен в приборной структуре, но при правильном определении места их установки.

### Литература

1. Ральченко, В. CVD-алмазы. Применение в электронике // В. Ральченко, В. Конов // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. – 2007. – №4 – С. 58–67.

## РАСЧЕТ ОПТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ЛАЗЕРА С ПАССИВНЫМ МОДУЛЯТОРОМ

Студенты гр. 113118 Кольцов П.А., Рогой П.С.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент Ю.В. Развин  
*Белорусский национальный технический университет*

В современных технологиях широко применяется лазерная обработка материалов. Быстрое развитие лазерной технологии привело к разработке и созданию технологических лазеров с широким диапазоном выходных параметров излучения. Среди различных типов лазеров особое место занимают твердотельные лазеры с импульсным включением добротности оптического резонатора. Экспериментальные методы импульсной модуляции добротности резонатора лазеров разнообразны, но наибольшее распространение получили схемы резонаторов с пассивным затвором. В настоящей работе обсуждаются результаты расчета и моделирования оптической схемы рубинового лазера с пассивной модуляцией.

Пассивная модуляция добротности осуществляется насыщающимися поглотителями, помещенными в оптический резонатор. Данные поглотители представляют собой растворы органических красителей в соответствующем растворителе, поглощающие на длине волны лазерного излучения. При возрастании интенсивности светового поля в резонаторе коэффициент поглощения пассивного затвора уменьшается. В момент, когда рабочий раствор становится прозрачным (просветляется на длине волны лазерного излучения), интенсивность оптического поля в оптическом резонаторе резко возрастает из-за обратной связи. Начинается формирование лазерного излучения, вызванное изменением добротности оптического резонатора лазера. Данная методика отличается простотой пассивных модуляторов и возможностью получать с их помощью импульсное излучение с высокими эксплуатационными характеристиками.

В качестве рабочей среды пассивного модулятора в нашей работе использовался раствор криптоцианина в этаноле. Конструктивно модулятор выполнялся в виде цилиндрической или плоской прозрачных кювет, толщина которых не превышала 5 мм. Приготавливался матричный раствор данного красителя ( $T = 0,3$ ), который затем разбавлялся растворителем. Собранный модулятор помещался в оптический резонатор, образованный диэлектрическими зеркалами. В качестве активного элемента лазера применялся рубиновый стержень диаметром 5 мм. В работе выполнен расчет влияния параметров резонатора (коэффициента полезных потерь) и начального пропускания модулятора на параметры лазерного излучения

## ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА ЧЕРНОТЫ ВОЛЬФРАМА

Студенты гр. 103317 Коровацкий Д.И., Панасевич Е.Н.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент А.М. Новоселов  
*Белорусский национальный технический университет*

Оптическая пирометрия широко используется при измерении температур нагретых сред бесконтактными методами. При использовании радиационных пирометров, позволяющих определять истинную температуру нагретого тела ( $T$ ) путем измерения радиационной температуры, необходимо в каждом конкретном случае независимым методом измерять коэффициент черноты (степень черноты) ( $\alpha_T$ ) реального тела, т.к. этот коэффициент зависит от состояния поверхности. Коэффициент черноты равен отношению энергетической светимости исследуемого тела ( $R_T$ ) к энергетической светимости абсолютно черного тела ( $R_T^0$ ):  $\alpha_T = R_T / R_T^0$ . Для нечерных тел  $\alpha_T$  всегда меньше единицы, для серых тел  $\alpha_T$  равен монокроматическому коэффициенту поглощения. В данной работе проводились измерения  $\alpha_T$  для вольфрамовой лампы накаливания по следующей методике. Подводимая энергия электрического тока в основном расходуется на тепловое излучение (потерями энергии за счет теплопроводности можно пренебречь). Поэтому в состоянии термодинамического равновесия мощности электрического тока и теплового излучения равны, т.е.

$$IU = \alpha_T S R_T^0 = \alpha_T S \sigma T^4,$$

где  $I, U$  – сила тока и напряжение в цепи питания лампы,  $S$  – площадь спирали,  $\sigma$  – постоянная Стефана-Больцмана. Поэтому  $\alpha_T$  измерялась косвенно по формуле:

$$\alpha_T = \frac{IU}{\sigma S T^4}.$$

Температура измерялась при помощи яркостного пирометра с исчезающей нитью. Установлено, что  $\alpha_T$  для вольфрама возрастает с температурой, что качественно согласуется с литературными данными. Отсутствие полного количественного совпадения можно связать с зависимостью  $\alpha_T$  от состояния поверхности.

Результаты и методика измерения коэффициента черноты могут быть использованы при постановке лабораторных работ по изучению теплового излучения.

## **ФОРМИРОВАНИЕ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ МЕТАЛЛОВ В ВОДЕ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ**

Студент гр. 113518 Краснова М.А.,  
д.ф.-м. наук, профессор А.М. Чапланов, д.ф.-м. наук М.И. Маркевич  
*Белорусский национальный технический университет*

Успехи современных технологий неразрывно связаны с достижениями в создании новых материалов. Интерес к исследованию наноразмерных структур существенно возрос в последнее время. Особый интерес представляют частицы, радиус которых находится в пределах 10 нанометров.

Физические и химические свойства вещества в этой области размеров отличаются как от свойств отдельных атомов и ионов, так и от свойств массивного вещества. Это позволяет усиливать или ослаблять известные свойства металлов, а также создавать совершенно новые металллические или металлсодержащие материалы с необычными, до сих пор недоступными свойствами. Большой интерес представляет использование наночастиц в таких областях как электроника, медицина, легкая и химическая промышленность.

Актуальность темы обусловлена тем, что коллоидные растворы, состоящие из наночастиц ряда металлов, в частности, серебра и меди обладают выраженной бактерицидной активностью. Так, например, коллоидное серебро – один из универсальных антибактериальных препаратов широкого спектра действия. Доказано, что оно эффективно против сотен возбудителей инфекционных заболеваний, тогда как известные антибиотики активны лишь против 5–10 видов бактерий. Бесспорным лидером в подобных исследованиях являются Япония и США. Следует отметить рост интереса к таким исследованиям в странах Евросоюза, Китае и Индии.

Однако получение коллоидных растворов (наночастицы металлов в воде) сопряжено с техническими трудностями. Возможным путем получения коллоидных растворов металлов может быть лазерная абляция этих металлов в воде.

Настоящая работа представляет обзор литературных данных в этом направлении. В работе рассмотрены различные методы получения наночастиц металлов, дана их сравнительная характеристика.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИНВАРИАНТНОГО ПОГРУЖЕНИЯ К РЕШЕНИЮ ДВУХТОЧЕЧНЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Студентки гр.113457 Красовская А.А., гр.113017, Турова Т.Л.,  
доктор физ.-мат. наук, профессор Н.Н. Роговцов  
*Белорусский национальный технический университет*

Классический вариант метода инвариантного погружения (CVIIM) был предложен Р. Беллманом и Р. Калабой [1]. Этот метод позволяет проводить решение целых семейств двухточечных краевых задач. Этот факт представляет собой интерес для приложений, ибо он позволяет подбирать оптимальные решения исходных задач в рамках определённых критериев. Одним из значительных преимуществ CVIIM перед другими методами решения двухточечных краевых задач было то, что он давал возможность конструктивного сведения данных задач к решению задач Коши. Эта особенность CVIIM также оказалась весьма востребованной, поскольку для решения задач Коши был разработан целый ряд устойчивых численных алгоритмов. Более общий и эвристичный подход к решению семейств различных краевых задач (в том числе и многомерных) был предложен в работах [2, 3]. Фактически в этих статьях был предложен новый вариант метода инвариантного погружения (NVIIM). Его базовые конструкции были основаны на процедуре погружения исходных краевых задач в семейство аналогичных задач и отыскании множества операций, которые оставляют инвариантными решения данных задач. Также как и CVIIM этот метод позволяет сводить исходные краевые задачи к решению задач Коши.

На основе NVIIM были получены аналитические и численные решения конкретных двухточечных краевых задач для ОДУ второго порядка. С использованием средств пакета MathCad был получен и проанализирован целый ряд зависимостей решений исходных краевых задач от длины параметра погружения. Данные результаты показали эффективность использования NVIIM для решения двухточечных краевых задач.

### Литература

1. Bellman R.E., Kalaba, R.E.. Proc.Nat.Acad.Sci. U.S.A., 1956, **42**, 629-632.
2. Роговцов Н.Н.. Докл. АН Беларуси.1992,**36**,N7-8,598-601.  
Rogovtsov N.N.. Differential Equations.2008,**44**,N9,1-20.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ МОДУЛЯЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ЛАЗЕРА

Студентка гр. 113118 Лаптева Е.О.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент Ю.В. Развин  
*Белорусский национальный технический университет*

Полупроводниковые лазеры, характеризующиеся узкой спектральной шириной линии излучения и его высокой мощностью, широко применяются в различных областях техники: от оптических систем передачи и обработки информации (ВОЛС, лазерные экраны, CD-ROM и др.) до бытовой техники. Такой широкий диапазон применения стимулировал разработку лазерных устройств, сочетающих в себе достоинства полупроводниковых лазеров с высокой стабильностью режимов работы. Одним из возможных решений является создание оптоэлектронной обратной связи и разработки на ее основе драйвера для управления и стабилизации режимов питания полупроводникового лазера и модуляции его излучения. Настоящая работа посвящена построению физической модели полупроводникового излучателя, учитывающей наличие обратной связи для стабилизации выходной мощности излучения, и проведению экспериментальных исследований лазерных полупроводниковых излучателей различной конструкции. Построенная модель позволяет рассматривать как стационарные режимы работы, так и импульсные (с амплитудно-модулированным сигналом) режимы работы полупроводникового излучателя.

В работе проводится качественное сравнение результатов расчета с данными проведенного эксперимента. Для создания действующего макета полупроводникового лазера в работе применялась специализированная лазерная головка. Отличительной особенностью таких лазерных головок является наличие в одном корпусе двух планарных полупроводниковых приборов: лазерный диод (ЛД) и фотодиод (ФД). В такой схеме лазерный диод имеет прямое смещение, соответственно, фотодиод будет иметь обратное смещение. Так же в лазерной головке формируется обратная оптическая связь между ЛД и ФД, когда часть лазерного луча попадает на фотодиод. Данная обратная связь использовалась в собранных оптоэлектронных схемах стабилизации уровня электрического питания лазерной головки и контроля импульсов модуляции лазерного излучения. В работе приведены экспериментально полученные вольтамперные и энергетические характеристики, соответствующие различным режимам генерации. Диапазон частот возможных для рассматриваемой модели составил  $\sim 10^7$  Гц. Проанализировано влияние температуры на режим работы лазера.

## **АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫМИ РАБОТАМИ**

Студент гр. 113025 Лоскот Ю.А., студентка гр.113017 Дробышева Т.С.,  
ст. преподаватель О.В. Дубровина

*Белорусский национальный технический университет*

Система управления лабораторными работами позволяет автоматизировать занятия в лаборатории, где предполагается для выполнения работ использовать компьютер. Она представляет собой сайт, предоставляющий доступ к информации о лабораторной работе и позволяющий пользователю загружать собственные файлы.

Права пользователей зависят от их роли на сайте. Система различает три роли: неавторизированный пользователь, студент и администратор. У неавторизированного пользователя есть возможность войти на сайт под своей учетной записью и зарегистрироваться. Пользователь «студент» имеет следующие права на доступ к лабораторной работе: просмотр описания работы (возможно, методическое пособие), прикрепление к лабораторной работе файлов, скачивание файлов, прикрепленных к лабораторной работе администратором или этим пользователем, просмотр своего статуса по лабораторной работе (не зачтена, зачтена). Администратор комплекса обладает всеми правами студента, а также может изменять описание любой из лабораторных работ, скачивать, прикреплять и удалять любые файлы, добавлять и удалять пользователей и лабораторные работы, изменять статус пользователя по любой из лабораторных работ.

Работа студента с системой происходит следующим образом. Перед началом занятий по предмету пользователь регистрируется (самостоятельно или администратором). Перед началом каждого сеанса работы пользователь входит на сайт под своим логином. Таким образом, он получает доступ к лабораторным и методическим пособиям к ним, а также ранее загруженным файлам. Перед окончанием сеанса пользователь может загрузить результаты выполнения работы на сервер. Таким образом, решается проблема хранения пользовательских файлов на общедоступных компьютерах. При использовании системы файлы не могут быть удалены или изменены никем, кроме администратора.

Комплекс реализован с использованием технологии ASP.NET и поддерживает следующие базы данных: MS Access, MySQL, MS SQL, Oracle. Тип базы данных и параметры подключения и авторизации настраиваются в XML файле Web.config. Сайт может быть размещён на операционных системах семейства Windows начиная с Windows NT под управлением сервера Internet Information Services (IIS). Системой поддерживаются все современные браузеры.



## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ С ПОПЕРЕЧНЫМ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИМ ЭФФЕКТОМ В МНОГОКАНАЛЬНЫХ МОДУЛЯТОРАХ СВЕТА**

Студент гр. 109317 Мазетова О.С.,  
старший преподаватель В.Э. Малаховская  
*Белорусский национальный технический университет*

Светомодуляционные характеристики многоканальных одномерных модуляторов света в значительной мере определяются величиной перекрестных электрических помех между световыми клапанами (СК) таких модуляторов. В практических конструкциях снижение уровня перекрестных помех связано с поиском компромисса между величиной контраста, стабильностью глубины модуляции света, с одной стороны, и плотностью расположения СК – с другой. Повышение плотности расположения СК (разрезающей способности линейного модулятора) связано с уменьшением расстояния между СК, что неизбежно увеличивает перекрестные помехи и ухудшает контрастные свойства прибора.

Влияние перекрестных помех в большей степени проявляется в многоканальных модуляторах, использующих в качестве рабочей среды материалы с поперечным электрооптическим эффектом, например, электрооптические керамики цирконата-титаната свинца, легированного лантаном. В таких модуляторах апертура каждого СК формируется в зазоре между парой электродов, нанесенных на одну поверхность электрооптической пластины и образующих планарный конденсатор. При расположении в линию ряда СК создаваемое электрическое поле не локализуется полностью в межэлектродном промежутке (апертуре) конкретного СК. Эффективно воздействуя на соседние с данным СК области модулирующей среды, оно становится сильным источником перекрестных помех для соседних СК. Помехи такого рода можно назвать статическими, поскольку они определяются в основном топологией электродных систем и мало зависят от частотного режима возбуждения СК. Наряду со статическими помехами модуляторам на основе поликристаллических (керамических) сегнетоэлектриков присущи динамические перекрестные помехи.

Перекрестные помехи, как статические, так и динамические, существенным образом ограничивают применение поликристаллических сегнетоэлектриков для создания высококонтрастных многоканальных модуляторов света, требуя более сложных топологических решений электродных систем и специальных (компенсирующих) режимов управления.

## ИЗМЕРЕНИЕ СВЕРХДЛИННЫХ И УЛЬТРАКОРОТКИХ ПРОМЕЖУТКОВ ВРЕМЕНИ

Студентки гр. 113528 Максимович В.В., Парханович А.В.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент В.В. Красовский

*Белорусский национальный технический университет*

Измерение времени является одной из важнейших технических задач. Точность его измерения оказывает существенное влияние на определение производных физических величин, таких как частота, скорость, ускорение, ширина фронта и длительность импульсов произвольной физической природы, параметры траекторий быстро летящих объектов, энергия элементарных частиц при их столкновениях, распадах и образованиях и т.п. Следует также учесть, что эта точность прямо влияет на точность воспроизведения единицы длины, так как с 1983 г. метр в СИ определяется через скорость света и единицу времени – секунду [1].

Решением 13-й Генеральной конференции по мерам и весам (октябрь 1967 г.) международная секунда определена как продолжительность 9 192 631 770 периодов излучения, соответствующего переходу между двумя уровнями сверхтонкой структуры основного состояния атома  $^{133}\text{Cs}$ . Воспроизведение единицы времени с очень высоким уровнем точности обеспечивают атомные стандарты, основными из которых являются три: цезиевый, водородный и рубидиевый [2].

Короткие промежутки времени до значений порядка 1 нс могут быть измерены с помощью современных электронных приборов, в частности – осциллографа. Для исследования длительности очень быстрых процессов вплоть до единиц пикосекунд используют стробоскопический осциллограф. Принцип стробирования, но уже в оптической области ультракороткими лазерными импульсами, позволяет изучать процессы с фемтосекундной длительностью. Сделана оценка достижимой длительности импульсов при переходе в рентгеновский диапазон.

Для определения больших исторических промежутков времени (порядка 10000 лет и более) используют радиоизотопный анализ (по содержанию изотопа  $^{14}\text{C}$  – период полураспада 5000 лет, по соотношению содержания  $^{238}\text{U}$  –  $T = 4,5 \cdot 10^9$  лет и Pb). Представлены расчетные графики для определения времени по этим и другим радиоизотопам.

### Литература

1. Одуан, К. Измерение времени. Основы GPS / К. Одуан, Б. Гино. – Киев, «Техносфера», 2002. – 400 с.

2. Мейзда, Ф. Электронные измерительные приборы и методы измерений / Ф. Мейзда. – М., «Мир», 1990. – 535 с.

## **ОСОБЕННОСТИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ**

студентки гр. 113118 Мангарова М.Е., Черота Ю.Э.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент Ю.В. Развин  
*Белорусский национальный технический университет*

Обработка материалов сфокусированным излучением лазера является ведущим научным и техническим направлением технологий современного приборостроения и машиностроения. Уникальные характеристики генерируемого излучения делают лазер идеальным инструментом для различных видов обработки большого класса материалов. В настоящее время разрабатываются и внедряются в практику высокопроизводительные технологии, совмещающие механическую и лучевую обработки. Такой подход позволяет не только повысить качество обработки материалов, но и улучшить технико-экономические показатели производственных процессов. Большинство технологических операций, осуществляемых с помощью лазеров, основано на тепловом воздействии света на обрабатываемые материалы.

В работе рассмотрены основные процессы взаимодействия вещества с импульсным лазерным излучением. При этом основное внимание уделено процессам, существенным при технологическом использовании импульсных лазеров. Компьютерное моделирование выполнено с применением пакета прикладных программ MatLab. Лазерное излучение, попадая на поверхность образца, частично отражается от нее, а частично проникает вовнутрь материала, поглощаясь в нем и нагревая его на глубину поглощающего слоя  $z$ . В этом случае процесс взаимодействия лазерного излучения с обрабатываемым материалом условно можно разделить на следующие стадии: поглощение света, передача энергии тепловым колебаниям решетки твердого тела, нагревание материала, плавление материала, разрушение материала путем испарения и выброса расплава, остывание (кристаллизация) материала после окончания светового воздействия.

Проведены компьютерные оценки по качественному определению профиля нагрева в зависимости от материала образца и режимов его облучения. Выполнены оценки пороговых интенсивностей лазерного луча для трех стадий взаимодействия излучения с облучаемой поверхностью (нагрева, плавления и испарения) с учетом реальной формы лазерного импульса. Установлено влияние временной формы лазерного импульса на параметры размерной обработки образцов различной толщины.

## КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ И СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Студенты гр. 113127 Матюшенок И.И., Русакевич К.В.,  
старший преподаватель Н.А.Кондратьева

*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время защита информации является очень важным вопросом во всем мире. Одним из способов его решения является программа, включающая в себя основы криптографии и стеганографии. Конфиденциальная информация шифруется с помощью алгоритма RSA (Rivest, Shamir, Aldeman – изобретатели алгоритма). RSA – это система коллективного пользования, в которой каждый из пользователей имеет свои ключи зашифровывания и расшифровывания данных, причем секретен, только ключ расшифровывания. Для шифрования исходной последовательности необходимо сначала сгенерировать два больших простых числа  $p$  и  $q$ . Найти  $N = p \cdot q$ . Выбрать число  $E$  (обычно порядка 10000) взаимно простое с  $m = (p-1)(q-1)$ , т.е. числа  $E$  и  $m$  не имеют никаких общих делителей, кроме 1. Генерируется число  $D$  такое, что  $(E \cdot D) \pmod{m} = 1$  – эта запись означает, что  $(E \cdot D - 1)$  делится на  $m$ . Числа  $N$  и  $E$  публикуются как открытый ключ, а число  $D$  держится в секрете – это закрытый ключ. Сообщение зашифровывается по формуле  $y = x \cdot E \pmod{N}$ , где  $x$  – исходное сообщение, а  $y$  – зашифрованное.

Полученный шифр проходит операцию архивирования, при этом данному пакету присваивается определенный код.

Третьим этапом является шифрование получившегося пакета в 24-х битную картинку методом наименее значащих битов (НЗБ-метод). Этот метод основан на замене незначащих битов картинки битами информации. В итоге получается изображение с зашифрованным в нем пакетом, визуально не отличающееся от оригинала.

Статистика показывает, что во всех странах убытки от злонамеренных действий непрерывно возрастают. Причем основные причины убытков связаны не столько с недостаточностью средств безопасности как таковых, сколько с отсутствием взаимосвязи между ними, т.е. с нереализованностью системного подхода. Поэтому необходимо опережающими темпами совершенствовать комплексные средства защиты.

## ПУБЛИКАЦИЯ БАЗ ДАННЫХ В INTERNET НА ОСНОВЕ PHP

Студент гр. 113127 Мороз М.А.,  
старший преподаватель Н.А. Кондратьева  
*Белорусский национальный технический университет*

PHP лучше всего охарактеризовать как работающий на стороне сервера встроенный язык сценариев Web, позволяющий быстро и эффективно строить динамические web-приложения. Главным фактором при проектировании языка PHP является практичность.

Для PHP характерны: развитая функциональность для работы с базами данных, строками, сетевыми соединениями, поддержка операций с файловыми системами, Java, COM, XML, CORBA, WDDX и Macromedia Flash; совместимость с платформами: UNIX, Win32(NT/95/98/2000), QNX, MacOS (WebTen), OS/2 и BeOS; совместимость с серверами: модулем Apache (UNIX, Win32), CGI/Fast-CGI, ISAPI (IIS, Zeus), NSAPI (Netscape iPlanet), механизмом сервлетов Java, AOLServer и модулем Roxen/Caudium.

В работе рассматривается разработка Web-приложения, демонстрирующего основы работы с базами данных через веб-интерфейс средствами скриптового языка PHP. Разрабатывался пример по созданию базы данных по реализации продукции; отправление запроса на поставку продукции, получение информации о клиенте для дальнейшего сотрудничества.

Лучшим вариантом для разработки Web-приложений является связка PHP+MySQL.

MySQL – быстрая, надежная система управления реляционными базами данных (СУРБД). База данных позволяет эффективно хранить, искать, сортировать и получать данные. MySQL является многопользовательским, многопоточковым сервером. Он применяет SQL (Structured Query Language – язык структурированных запросов), используемый по всему миру стандартный язык запросов в базы данных.

MySQL может использоваться в среде многих различных систем UNIX, а также в среде Microsoft Windows. Как и в случае PHP, исходный код MySQL можно выгружать и изменять.

Таким образом, связка PHP+MySQL – оптимальное решение для разработки веб-приложений, благодаря своей кроссплатформенности, низким системным требованиям, переносимости, доступности, скорости развертывания, и легкости в сопровождении.

**РАЗРАБОТКА И МАКЕТИРОВАНИЕ ЖК-МОДУЛЯТОРА ДЛЯ ВОЛС**

Студент гр. 113118. Нагорный Е.А,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент Ю.В. Развин  
*Белорусский национальный технический университет*

В модуляторах для оптической связи преимущественно используются схемы, при которых оптическое излучение распространяется в модулирующей среде, показатель преломления либо поглощение которой изменяется модулирующим сигналом. В таких модуляторах на эффективность модуляции существенное влияние оказывает качество рабочей среды (однородность и др.). В системах ВОЛС возникают дополнительные проблемы оптической коммутации световолокна с такими модуляторами. Значительно повысить эффективность модуляторов, и тем самым расширить сферу применения таких устройств можно, исключив прямой контакт оптического излучения с модулирующей средой. Разработка новых схем модулирующих оптических элементов для ВОЛС возможна на основе необычных анизотропных материалов. Одним из таких перспективных материалов является жидкокристаллическая среда (ЖК), обладающая вследствие своих уникальных анизотропных свойств повышенной чувствительностью к различным воздействиям. В результате воздействия происходит изменение ее оптических характеристик. В данной работе представлены результаты расчета оптической схемы коаксиального ЖК-модулятора, выполняемого без разрыва световолоконной линии.

Рабочим элементом в разрабатываемом модуляторе является цилиндрический ЖК-капилляр, образованный сердцевинной световолокна и внешней подложкой. В заторе такого капилляра находится слой жидкокристаллического материала. Цилиндрический ЖК-слой является в рассматриваемой геометрии модулятора внешней средой (оболочкой) для выбранного участка сердцевины световолокна. Физической основой модуляции оптического излучения, распространяющегося по сердцевине световолокна, является нарушение условий полного внутреннего отражения на данном участке световолокна. Нарушение полного внутреннего отражения происходит при условии, что соотношение эффективного показателя преломления жидкокристаллического материала ( $n^*_{\text{жк}}$ ) и показателя преломления оптического материала сердцевины ( $n_c$ ) определяется следующим образом:  $n^*_{\text{жк}} > n_c$ . Значение  $n^*_{\text{жк}}$  зависит от ориентационного угла, который является функцией модулирующего напряжения. Выполненные расчеты позволяют определить режимы работы такого модулятора.

## ДВИЖЕНИЕ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Студент гр. 109347 Нарушко Е.О.,  
ст. преподаватель В.Э. Малаховская

*Белорусский национальный технический университет*

Явление электронной эмиссии и газовых разрядов позволяют получить потоки электронов и ионов, движущихся в вакууме практически без соударений. Попадая в электрические и магнитные поля, эти частицы оказываются под действием силы Лоренца и изменяют свое первоначальное движение.

Постоянное магнитное поле не совершает работы над движущейся в нем заряженной частицей. Заряд в этом случае движется по винтовой траектории, обвивающейся вокруг силовой линии. Если заряженные частицы попадают в неоднородное магнитное поле, постепенно усиливающееся в направлении их движения, то они будут двигаться по сходящейся линии, несколько подобной винтовой, но с постепенно уменьшающимися витками. Продвигаясь в область более слабого поля, частицы будут описывать расходящуюся спираль. Потоки заряженных частиц под влиянием магнитного поля земли должны направляться преимущественно к полюсам, чем и объясняется возникновение полярных сияний.

Независимость частоты обращения в магнитном поле от энергии частиц используют для устройства циклических ускорителей заряженных частиц, применяемых для исследования атомных ядер.

Интересна идея конструкции оригинальных электрогенераторов, так называемых магнитогидродинамических генераторов. Идея состоит в том, чтобы заменить в генераторе движущийся в магнитном поле проводник потоком раскаленных (и поэтому проводящих ток) газов.

Отклонение, испытываемое заряженными частицами в электрическом и магнитном полях, существенно зависит от величины удельного заряда частиц и используется для его определения. Случай движения электронов в перпендикулярных друг другу электрическом и магнитном полях осуществляется в вакуумных приборах – магнетронах. Магнетроны представляют интерес не только для определения удельного заряда электронов, но и для генерации мощных электрических колебаний высокой частоты.

Своеобразный эффект, обусловленный действием силы Лоренца на свободные заряды в полупроводниках, называемый эффектом Холла, позволяет судить о знаке этих зарядов.

Настоящая работа представляет собой обзор литературных данных в этом направлении.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ВОЛНЫ, ДЛИНЫ И ВРЕМЕНИ КОГЕРЕНТНОСТИ СВЕТА ПРИ ПОМОЩИ КОЛЕЦ НЬЮТОНА

Студенты гр. 103537 Неверо Д.Д., Соловей В.В.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент А.М. Новоселов  
*Белорусский национальный технический университет*

На базе учебной лабораторной установки по наблюдению колец Ньютона проводились измерения длины волны, длины и времени когерентности света, степень монохроматичности  $\left(\frac{\lambda}{\Delta\lambda}\right)$  которых, определялась по лосой пропускания  $(\Delta\lambda)$  используемых светофильтров.

Косвенные измерения длины волны базировались на теоретической зависимости диаметра темных колец  $(D_m)$  от номера кольца  $(m)$ , радиуса линзы  $(R)$ , длины волны  $(\lambda)$  и величины деформации линзы и пластины  $(\delta)$ :

$$D_m^2 = 4Rm\lambda + 8R\delta,$$

из которой следует, что  $\lambda$  может быть рассчитана по формуле  $\lambda = \frac{\text{tg}\alpha}{4R}$ , где тангенс угла наклона  $(\text{tg}\alpha)$  определялся из экспериментальной зависимости  $D_m = f(m)$ . Измерив диаметр центрального темного пятна (кольца Ньютона с  $m = 0$ ), определялась деформация линзы по формуле:  $\delta = D_0^2 / 8R$ . Число наблюдаемых интерференционных полос при использовании света с малой степенью монохроматичности было ограничено. При нормальном падении света, когда кольца Ньютона локализованы на верхней поверхности воздушного зазора между пластиной и линзой, это ограничение не связано с пространственной когерентностью, а обусловлено временной когерентностью света. Следовательно, предельное число наблюдаемых максимумов (светлых колец)  $(m_{np}^1)$  определяет длину когерентности  $(L_k)$ :  $m_{np}^1 \lambda = L_k$ . На основании этого, определив  $m_{np}^1$ , рассчитывалось  $L_k$ , время когерентности  $(t_k = \frac{L_k}{c})$ , где  $c$  – скорость света в вакууме) и  $\Delta\lambda$  (т.к.  $L_k = \frac{\lambda^2}{\Delta\lambda}$ ). Проводились независимые измерения  $\lambda$  и  $\Delta\lambda$  по спектрам излучения используемого света. Результаты исследований могут быть использованы при проведении лабораторных работ по интерференции.



## АНАЛИЗ РЕЖИМОВ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ОСЛАБИТЕЛЕЙ

Студент гр. 113216 Николаевский А.Р.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент Ю.В. Развин  
*Белорусский национальный технический университет*

Ранее в наших работах были представлены результаты расчета и компьютерного моделирования оптических ослабителей на основе анизотропных ЖК-ячеек. В качестве базовой модели исследуемого ослабителя была выбрана трехэлементная схема, содержащая два поляризатора и регулируемый анизотропный элемент. Одним из возможных применений исследуемой схемы может быть использование ее в лазерных системах. В этом случае оптические элементы должны в условиях взаимодействия с интенсивным лазерным излучением сохранять свои характеристики. Выполненные исследования позволили определить динамический диапазон рассматриваемых схем поляризационных ослабителей, в пределах которого не наблюдаются искажения пространственно-когерентных параметров лазерного излучения. Наибольший интерес при этом представляет импульсный режим работы ослабителей. Целью данной работы является исследование быстродействия регулируемого поляризационного ослабителя с анизотропной ЖК-ячейкой.

Компьютерное моделирование выполнено с применением пакета прикладных программ MatLab. Особое внимание в работе уделено анализу электрооптических характеристик нематического ЖК, процессам переключения ЖК-слоя под действием импульсного электрического поля. Рассчитаны вольт-контрастные характеристики, определены основные зависимости временных параметров переключения. Экспериментально были изучены режимы переключения исследуемой схемы при различных условиях управления электрооптическим ЖК-слоем. В качестве источников питания в работе использовались генераторы непрерывного синусоидального и импульсного напряжения. Показана возможность получения дискретного режима переключения ЖК-ячейки. В этом случае управляющий импульс, подаваемый на электроды ячейки, имел сложную временную форму: низкочастотную и высокочастотную составляющие. Проведено качественное сравнение результатов выполненного эксперимента с данными расчета. Анализ полученных результатов показывает, что в исследуемой схеме могут быть получены длительности переключения  $\sim 10^{-3}$  с. Таким образом, показана возможность использования данной схемы в качестве оптического затвора.

## WEB-САЙТ ГОРОДА «ЖИТКОВИЧИ»

Студент гр.113417 Радченя А.А.,

кандидат техн. наук, доцент Л.В. Бокуть

*Белорусский национальный технический университет*

Бурное развитие информационных технологий требует от специалистов различных сфер деятельности как умения работать на персональном компьютере, так и свободного владения интернет-технологиями. В Интернете размещены миллионы сайтов, причем с актуальной информацией соседствует много устаревших ресурсов и недобросовестной рекламы. Можно найти также много хорошо выполненных сайтов, которые приглашают вас посетить их, задержаться на некоторое время, расслабиться и развлечься [1]. Данный сайт – информационный. Целью его является предоставление информации о небольшом городе Житковичи, о выдающихся жителях этого города, а также о районе города Житковичи.

Сайт содержит несколько разделов: «Галерея», «Город», «Район», «Справка». В «Галерее» находятся фотографии достопримечательностей города Житковичи, в разделе «Город» – информация о городе, в разделе «Район» – о Житковичском районе. Справка содержит 12 подразделов, среди которых такие, как городские телефоны города Житковичи, карта города, карта его района, Житковичский районный исполнительный комитет, районный совет депутатов, промышленность, сельское хозяйство, строительство, образование, культура, религия, здравоохранение.

Сайт разработан в программе Блокнот. Страницы содержат гиперссылки, которые связаны между собой, от одного раздела можно перейти в любой другой раздел сайта. На главной странице использован скрипт по поиску информации на сайте. В разделе «Справка» использована ссылка на переход в текстовый документ, который отображает телефоны города. Интерфейс сайта отличается удобством. Яркий цвет, выразительный шрифт, набор электронных фотографий – все это способствует его посещению. Для «резки» картинок использована программа Photoshop, что облегчает их расположение в определенном месте страницы, а также упрощает размещение на картинках ссылок для перехода в другие разделы.

В дальнейшем планируется к разделам сайта добавить раздел «Новости», из которого можно будет узнать о последних новостях города Житковичи. На стадии разработки находится форум. Для увеличения посещаемости сайта в его состав будет включена коллекция рефератов.

В настоящее время сайт размещен в Интернете по адресу [www.rap2.site.uvaga.by](http://www.rap2.site.uvaga.by).

### Литература

1. Романова, Ю.Д. Информатика и информационные технологии / Ю.Д. Романова. – М., «Эксмо», 2008. – 592 с.

## ИЗМЕРЕНИЕ ИСТИННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕТЫХ ТЕЛ С ПОМОЩЬЮ ЯРКОСТНОГО ПИРОМЕТРА

Студенты гр. 103317 Селицкий Д.Д., Досов Н.Н.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент А.М. Новоселов  
*Белорусский национальный технический университет*

В данной работе проведены исследования различия яркостной и истинной термодинамической температуры раскаленного вольфрама.

Яркостная температура измерялась при помощи яркостного (с исчезающей нитью) пирометра, в котором, изменяя ток цепи накала пирометрической лампы, добиваются выравнивания яркостей нити пирометрической лампы и вольфрамовой нити исследуемой лампы накаливания на длине волны  $\lambda = 650$  нм. В результате изображения нити пирометра и нити исследуемого источника становятся неразличимыми. Используя градуированный по абсолютно черному телу измеритель тока в цепи накала нити пирометрической лампы, измерялась яркостная температура, т.е. температура абсолютно черного тела, спектральная энергетическая яркость которого равна спектральной энергетической яркости исследуемого нагретого тела при той же длине волны. Из определения яркостной ( $T_я$ ) следует, что если истинная температура ( $T_0$ ) удовлетворяет условию  $\lambda_0 \ll \frac{hc}{k}$ , то она рассчитывается по формуле:

$$T = \frac{T_я}{1 + \frac{\lambda_0}{c_1} T_я \ln Q_{\lambda_0, T}}$$

где  $c_1 = \frac{hc}{k} = 1,4387$  см·град,  $Q_{\lambda_0, T} = \frac{B_{\lambda_0, T}}{B_{\lambda_0, T}^0}$ , т.е., равно отношению энерге-

тических яркостей при  $\lambda = 650$  нм изучаемого тела и черного тела при той же температуре. При определении  $T$  использовались известные из литературы  $Q_{\lambda_0, T}$ . Результаты исследований показали, что истинная температура всегда превышает яркостную. Различие этих температур незначительно и увеличивается с увеличением истинной температуры от  $\approx 4$  % при температуре 1000 К до  $\approx 10$  % при температуре 2200 К. Установлено, что значения параметра  $Q_{\lambda_0, T}$ , взятые из различных литературных источников, не оказывают существенного влияния на результаты измерения истинной температуры. Полученные результаты могут быть использованы при проведении измерений истинной температуры тела при помощи яркостного пирометра.

**СОЗДАНИЕ ДЕНДРОГРАММЫ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ МАТРИЦ  
РАССТОЯНИЯ, ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ С ПОМОЩЬЮ МЕТРИК  
КОЛМОГороВА-СМИРНОВА И ДАЛЬНЕГО СОСЕДА,  
СРЕДСТВАМИ OPEN GL**

Студенты гр. 113517 Сельвич А.А., Король М.В.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент И.В. Прусова  
*Белорусский национальный технический университет*

Общая проблема, с которой связаны исследования во многих областях, состоит в организации необходимых данных в наглядные структуры, т.е. развертывании таксономии. Например, биологи ставят цель разбить животных на различные виды, чтобы содержательно описать различия между ними. В соответствии с современной системой, принятой в биологии, человек принадлежит к приматам, млекопитающим, амниотам, позвоночным и животным. Заметно, что в этой классификации, чем выше уровень, тем меньше сходства между членами в соответствующем классе. Кластерный анализ и позволяет выделить структуру, причем практически любых данных.

В настоящее время существует большое количество программ позволяющих обрабатывать данные и получать результаты анализа графически. Например, система СТАТИСТИКА включает широкий спектр графических методов, а программная реализация алгоритмов кластерного анализа широко представлена в различных пакетах: агломеративные методы реализованы в пакете SPSS, дивизимные методы – в пакете Statgraf. Однако ни в одном пакете статистического анализа не запрограммирована метрика Колмогорова-Смирнова нашедшая в последнее время очень широкое и успешное применение. Особенность этого подхода заключается в интерпретации черт, которые описывают исследуемый объект, как статистическую выборку. Это позволяет организовать большое количество данных в структуры, когда другие метрики оказываются беспомощны.

Иерархический кластерный анализ связан с построением дендрограмм, которые просто и наглядно демонстрируют разбиение на группы.

Выбрав средством создания программного обеспечения, реализующее процесс построения дендрограмм, OpenGL и C++, получим быстродействующую и кроссплатформенную программу.

### **Литература**

1. Б.Страустрап. «Введение в язык C++»
2. А.А.Кулешов. «Многомерная классификация на основе метрики Колмогорова-Смирнова»
3. Мьюддер Ч.У. «Факторный, дискриминантный и кластерный анализ»

**ПУЛЬСОВАЯ ВОЛНА И ЕЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Студент гр.113716 Ситников А.С.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент Ю.А. Бумай  
*Белорусский национальный технический университет*

Целью данной работы являлся анализ физических характеристик пульсовой волны, имеющих значение для диагностики заболеваний сосудистой системы человека.

Распространяющаяся вдоль артерии волна деформации ее стенок в результате одновременного изменения в ней давления и массы крови получила название пульсовой волны (ПВ). Скорость распространения ПВ зависит от упругости артериальной стенки и поэтому может служить показателем ее состояния при различных заболеваниях. Значение скорости ПВ, измеренное экспериментально, находится в интервале от  $\sim 5$  до  $\sim 10$  метров в секунду, что в  $\sim 10$ – $20$  раз превышает среднюю скорость движения крови по кровеносным сосудам ( $\sim 0,5$  м/с), но значительно меньше скорости распространения звуковых волн в жидкости и тканях артерий ( $\sim 1500$  м/с). За время систолы ( $\sim 0,3$  с) ПВ распространяется на расстояние  $\sim 1,5$ – $3$  м, что больше расстояния от сердца к конечностям. ПВ не является синусоидальной, т.е. может быть представлена суммой гармонических волн. Амплитуда ПВ (пульсовое давление или разность между максимальным и минимальным значениями давлений в данной точке сосуда) уменьшается по ходу движения крови. Метод графической регистрации ПВ называется сфигмографией.

В работе предложен простой вывод выражения для скорости распространения ПВ  $v = [Eh/(2\rho r)]^{0,5}$ , где  $E$  – модуль Юнга стенки артерии,  $h$  – толщина стенки,  $r$  – радиус артерии,  $\rho$  – плотность крови.

Так как отношение  $h/r$  мало изменяется от человека к человеку и практически не зависит от типа артерии, можно считать, что скорость ПВ изменяется только при изменении упругости стенок артерий (модуля Юнга). С возрастом и при некоторых заболеваниях, сопровождающихся увеличением модуля Юнга стенок артерий (гипертонии, атеросклерозе), скорость ПВ может увеличиваться в 2–4 раза по сравнению с нормой.

Пульсовые волны в артериях обладают способностью отражаться от областей разветвления артерий. Отраженная (обратная) волна складывается с прямой и кривая изменения давления крови в сосуде становится двугорбой. Отраженная волна препятствует нормальному току крови и, следовательно, затрудняет нормальную работу системы кровообращения.

В работе рассмотрены также основные методы определения скорости пульсовой волны.

## **СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ ПО КУРСУ «ИНФОРМАТИКА» В СРЕДЕ MOODLE**

Студенты гр. 113028 Соболевский А.В., Вайсман А.Г., Гаврилов А.М.,  
ассистент А.А. Царева

*Белорусский национальный технический университет*

Актуальным вопросом современного образовательного процесса является качественная и объективная оценка знаний, умений и навыков учащихся. Одной из наиболее распространенных форм контроля знаний является тестирование. Поэтому целью работы является разработка системы тестирования по учебному курсу «Информатика». Данная система разрабатывается на базе среды Moodle, являющейся универсальной системой дистанционного обучения.

Основным блоком Moodle, предназначенным для контроля знаний является модуль «Тест». Данный модуль содержит шаблоны тестовых заданий различной формы: закрытый вопрос, множественный выбор, короткий ответ, эссе (развернутый ответ) и другие.

Вопросы, включенные в определенный тест, разбиты на группы по теме и уровню сложности. В итоговый тест входит десять вопросов по два – три из каждой группы, которые выбираются компьютером в произвольном порядке. Таким образом, учащиеся оказываются в равных условиях, но при этом обеспечивается объективность выбора и индивидуальный подход.

Преподаватель самостоятельно оценивает каждый вопрос в определенное количество баллов, которые затем суммируются. Полученный результат может выдаваться в процентном соотношении либо по десятибалльной шкале. При необходимости имеется возможность «штрафования» учащихся в случае неправильного ответа на вопрос.

Обработка результатов осуществляется компьютером. Однако если тестовое задание представлено в виде эссе, то преподаватель должен самостоятельно оценить ответ учащегося.

Имеется возможность установления преподавателем времени, отводимого на прохождение теста, а также сроки его сдачи.

Разработанную систему тестирования рационально использовать для промежуточного и итогового контроля знаний учащихся, а также в качестве тренажера в процессе самостоятельной работы. Однако тестирование не является достаточной формой контроля знаний, поэтому планируется использование тестовых заданий в комплексе с практикумом по курсу «Информатика».

## САМЫЙ «СУБЪЕКТИВНЫЙ» ЭТАЛОН В ФИЗИКЕ

Студентки гр. 113528 Стрижевская М.И., Бычковская Я.А.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент В.В. Красовский  
*Белорусский национальный технический университет*

В работе изучалась метрологическая проблема образования единиц физических величин и систем единиц на примере светотехнических величин.

При построении системы единиц небольшое количество единиц принимается за основные, а остальные являются производными от них и связаны с первыми определяющими соотношениями, выражающими физические законы. Для достижения наибольшей универсальности системы физические величины, единицы которых принимаются как основные, должны отражать наиболее общие свойства материи и одновременно быть удобными для практического пользования, а сами единицы с высокой точностью воспроизводимы. Существует два способа установления основной единицы: 1) по прототипам, материализованным в виде узаконенного образца; 2) по измерению естественных величин. В первом случае эталоном служит некоторое тело, во втором – единица устанавливается определенной процедурой измерения и для ее осуществления, как правило, используется сложная аппаратура, совершенство которой определяет точность установления единицы [1]. Международная система единиц (СИ) включает семь основных единиц: метр, килограмм, секунду, кельвин, ампер, канделу, моль.

Светотехнические единицы описывают воздействие электромагнитного излучения на человеческий глаз и определены только для узкой (видимой) области частот, в которой они в некотором смысле «дублируют» одноименные энергетические единицы, применимые для любых частот. Светотехнические («субъективные») и энергетические («объективные») единицы связывает между собой кривая спектральной чувствительности глаза [1]. Основная светотехническая единица – кандела в 1967 г. была определена как сила света, излучаемого чёрным телом перпендикулярно поверхности площадью  $1/60 \text{ см}^2$  при температуре плавления платины (2042,5 К). С 1979 г. кандела определяется как сила света, испускаемого в заданном направлении источником монохроматического излучения частотой  $540 \cdot 10^{12}$  герц, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет  $(1/683) \text{ Вт/ср}$ .

### Литература

1. Сена, Л.А. Единицы физических величин и их размерности / Л.А. Сена. – М.: «Наука», 1977. – 336 с.

## ОПИСАНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ОДНОМЕРНОЙ ДИССИПАТИВНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ НОВОГО ВАРИАНТА МЕТОДА ИНВАРИАНТНОГО ПОГРУЖЕНИЯ

Студентки гр.113017 Турова Т.Л., гр.113457 Красовская А.А.,  
доктор физ.-мат. наук, профессор Н.Н. Роговцов  
*Белорусский национальный технический университет*

Классический вариант метода инвариантного погружения (CVИИМ), предложенный в работе [1], и новый вариант метода инвариантного погружения (NVИИМ), который был развит в статьях [2, 3], могут эффективно использоваться для решения семейств краевых задач для дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнений. Данные методы позволяют сводить решения исходных краевых задач к решению задач Коши для уравнений определённых типов. Эти задачи Коши удобны для решения их с помощью устойчивых численных методов. Общие соотношения и конструкции NVИИМ позволяют также решать в аналитической, полуаналитической и численной формах не только семейства краевых задач, но и сами задачи Коши. При этом оказывается возможным с помощью NVИИМ сводить решения исследуемых задач Коши для дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнений к решению задач Коши для уравнений аналогичных типов, в которые, однако, входят дифференциальные операторы более низкого порядка по сравнению с такого же рода операторами в исходных уравнениях.

Используя исходные понятия и конструкции NVИИМ проведено качественные и количественное исследование поведения одномерной диссипативной системы около положения равновесия при воздействии на нее внешней периодической силы. В качестве конкретной реализации такой системы рассмотрен пример простейшего звукового генератора.

### Литература

1. Bellman, R.E., Kalaba, R.E. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 1956, 42, 629-632.
2. Роговцов Н.Н. Докл. АН Беларуси, 1992, 36, №7-8. 598-601.
3. Rogovtsov N.N. Differential Equations, 2008, 44, №9, 1-20.



## РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТЕПЛОВОЙ ТРУБЫ

Студентки гр. 113517 Федорова Е.И., Зыблиенко И.М.  
кандидат физ.-мат. наук, доцент И.А. Хорунжий  
*Белорусский национальный технический университет*

В современных системах охлаждения микроэлектронных устройств широко применяются тепловые трубы [1]. Тепловая труба представляет собой откачанный герметичный контейнер, заполненный некоторым количеством рабочей жидкости. На внутренних стенках создается капиллярная структура или фитиль. При нагревании одного конца тепловой трубы на внутренней стенке начинается испарение, образовавшийся пар переносится к холодному концу трубы, где конденсируется и отдает тепло. Капиллярная структура возвращает жидкость в горячую область и процесс повторяется.

Цель настоящей работы – оценить эффективную теплопроводность тепловой трубы. Ориентировочные параметры тепловой трубы взяты из [1]. Внешний диаметр тепловой трубы – 5 мм, толщина стенок – 0,5 мм, длина трубы – 10 см. Для эмуляции процессов теплопереноса внутри трубы ее внутренний объем в модели заполнен однородным стержнем с аномально высокой теплопроводностью, величину которой можно изменять в ходе расчетов. Задача состояла в подборе эффективной теплопроводности, при которой тепловое сопротивление всего устройства соответствует экспериментальным значениям тепловых сопротивлений, характерных для тепловых труб  $\sim 0,7-1,0$  К/Вт.

Компьютерное моделирование, проведенное для широкого спектра значений коэффициента теплопроводности, показало, что искомые значения теплового сопротивления достигаются при эффективной теплопроводности сердечника  $\sim 2 \cdot 10^4$  Вт/(м·К). При снижении коэффициента теплопроводности тепловое сопротивление системы быстро нарастает, а дальнейшее повышение теплопроводности сердечника слабо влияет на величину теплового сопротивления.

### Литература

1. Vasiliev, L.L. Micro and miniature heat pipes – electronic components coolers / L.L. Vasiliev // Heat pipes, heat pumps, refrigerators, Proceedings of the VI Minsk International Seminar, Minsk, Belarus, 12–15 September, 2005. – P. 74–86.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОБРАЗЦЫ МИНЕРАЛОВ

студентка гр. 113917 Чернова О.С.,  
ст. преподаватель Э.Н. Александрова,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент Ю.В. Развин  
*Белорусский национальный технический университет*

Природные минералы широко применяются в современном приборостроении и являются основным материалом для ювелирной промышленности. Минералы являются материалами сложного неоднородного состава, состоящими из большого числа различных окислов. Эти компоненты существенно различаются не только по своим механическим и оптическим свойствам, но и теплофизическими характеристиками. Данные особенности не только снижают целостность минералов, но и влияют на декоративные свойства выполненных из них изделий. Как следствие является усложнение технологии обработки минералов. В настоящем сообщении приведены результаты исследования точечного разрушения образцов минералов под действием импульсов лазерного излучения.

В работе проводится анализ влияния основных физических характеристик исследуемых образцов на процессы лазерного разрушения. В основе лазерного разрушения образцов минералов лежит термическое действие поглощаемого излучения. Фокусировка лазерного излучения на поверхности образца позволяет получать высокие температуры в зоне воздействия, что приводит к испарению материала. Также установлено, что в образце возникают механические напряжения за счет термического расширения активной зоны. При таком воздействии наблюдается разрушение поверхности в виде шелушения. В этих условиях кинетика образования трещин в материале (по глубине формирующегося канала) существенно изменяется по сравнению с обычным режимом механической обработки, например, при сверлении. Установлено, что при таком режиме обработки минералов происходит объемное растрескивание породы, что снижает ее механические свойства. В работе использовались образцы минералов различной сингонии: галит, доломит, лунный камень, лазурит и др. В качестве источника излучения в экспериментах применялся лабораторный макет твердотельного лазера со сменными активными элементами. Определены основные этапы лазерного разрушения в зависимости от свойств используемых минералов и условий их облучения. Отмечается неоднородный характер разрушения образцов: вначале происходит разрушение более легкоплавких компонент, затем по мере увеличения энергии лазерного импульса температура зоны воздействия возрастает и начинается разрушение тугоплавких компонент.

## КОНФОРМНОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЛАСТЕЙ В КРАЕВЫХ ЗАДАЧАХ ДЛЯ ГАРМОНИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

Студент гр. 113027 Черномор А.А.,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент В.А. Нифагин  
*Белорусский национальный технический университет*

Методы теории функций комплексного переменного широко используются для решения задач Дирихле и Неймана в плоской постановке. Они базируются на интегральных представлениях аналитической функции в канонических областях (например, круге) через граничные значения ее действительной части. Обобщение решений на случаи различных областей с гладкой границей производится с помощью конформного отображения канонической области на исходную [1]. Для трехмерных задач подобная схема оказывается труднореализуемой из-за сложности построения трехмерного отображения  $\xi: D \rightarrow G$ , где  $D, G \subset E_3$ , которое является решением нелинейной системы дифференциальных уравнений в частных производных первого порядка. В тоже время в [2] были построены матричные структуры для описания элементов пространств  $E_3$  и  $\mathbb{C}^2$  соответственно, что позволило сформировать регулярную в  $D$  комплексную функцию  $f(\kappa)$ , которая является носителем четырех гармонических функций  $\xi_k(\kappa)$ . На этой основе условия конформности по Гауссу в  $\mathbb{C}^2$  принимает вид  $|d\ell_G| = |f'(\kappa)| |d\ell_D|$ , где  $d\ell_D, d\ell_G$  – дифференциалы дуг в областях  $D$  и  $G$  соответственно.

В работе рассматривается конформное отображение для регулярной в  $\mathbb{C}^2$  линейной функции

$$w = a_0 + a_1 P_1(\kappa), P_1(\kappa) = 2\kappa + \bar{\kappa}.$$

Построен численный пример, реализующий отображение эллипсоида вращения вокруг оси  $OX_1$  с центром в точке  $\kappa_0 = 0 \in D: |P_1(\omega)| < 1$  на шар  $G: |w - a_0| < a_1$  и решена задача Дирихле для эллипсоида.

### Литература

1. Гахов, Ф.Д. Краевые задачи / Ф.Д. Гахов. – М.: Физматгиз, 1963.
2. Мельниченко, И.П. Кватернионные переменные и гиперкомплексные потенциалы в механике сплошной среды / И.П. Мельниченко, Пик Е.М. // Прикладная механика. – 1973. – Т. 9., Вып. 4. – С. 45–50.

## УТОЧНЕНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАПИРАЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

Студенты гр.113227 Шапарь А.В., Волоткович С.В.,  
кандидат физ.-мат. наук В.В. Черный  
*Белорусский национальный технический университет*

В курсе оптики при изучении явления внешнего фотоэффекта широко используется метод запирающего напряжения фотоэлемента. Из зависимости этого напряжения от частоты световой волны определяются постоянная Планка и работа выхода для материала катода [1]. Однако точное определение запирающего напряжения сопряжено с трудностями, связанными с протеканием по поверхности фотоэлемента токов утечки. Это приводит к снижению точности определения напряжения запирающего, что, в свою очередь, приводит к значительным погрешностям в определении работы выхода и постоянной Планка. Данная трудность может быть устранена путем компенсации токов утечки следующим образом.

Фототок фотоэлемента поступает на вход преобразователя ток – напряжение, выполненного на дифференциальном усилителе с низкими входными токами и низким напряжением смещения. Выходное напряжение преобразователя поступает на один из входов дифференциального усилителя с единичным коэффициентом усиления. На второй его вход поступает регулируемое компенсирующее напряжение от высокостабильного источника. Вначале данное напряжение устанавливается равным нулю. К выходу усилителя подключается вольтметр постоянного тока. Освещение фотокатода светом определенной длины волны при нулевом значении запирающего напряжения приводит к возникновению фототока. Регулируя напряжение запирающего, добиваются нулевого показания вольтметра. Однако полученное напряжение запирающего не является точным по указанной выше причине. Далее световой поток перекрывается. При этом показания вольтметра становятся отличными от нуля. Путем регулировки компенсирующего напряжения вновь добиваются нулевого показания вольтметра. Далее фотокатод вновь освещается светом. Регулируя напряжение запирающего, добиваются нулевого показания вольтметра. Таким образом, получают более точное значение указанного напряжения. Затем снова перекрывают световой поток и устанавливают более точное значение компенсирующего напряжения.

Опыт показывает, что повторив отмеченные операции 3–4 раза, удастся достигнуть точной компенсации нежелательных факторов и определить запирающее напряжение с высокой степенью точности.

### Литература

1. Ландсберг, Г.С. Оптика / Г.С. Ландсберг. – М.: «Наука», 1976. – 928 с.

**РАСЧЕТ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ**

Студент гр. 113317 Шлыкевич Ю.В.,

ст. преподаватель О.В. Дубровина

*Белорусский национальный технический университет*

Усилители электрических сигналов, применяются во многих областях современной науки и техники [3]. Особенно широкое применение усилители имеют в радиосвязи и радиовещании, радиолокации, радионавигации, радиопеленгации, телевидении, звуковом кино, дальней проводной связи, технике радиоизмерений, где они являются основой построения всей аппаратуры. Кроме того, усилители широко применяются в телемеханике, автоматике, счетно-решающих и вычислительных устройствах, в аппаратуре ядерной физики, химического анализа, геофизической разведки, точного времени, медицинской, музыкальной и во многих других приборах.

Расчет усилителей, а также других электрических схем, требует базовых знаний как электроники, так и электротехники. Сложность состоит в необходимости многократного обращения к справочной литературе.

Задачами данного проекта являлась разработка в среде Delphi прикладной программы, которая позволяет автоматизировать описанный процесс. Данное приложение позволяет рассчитывать принципиальные электрические схемы каскада усиления, стабилизатора напряжения и выпрямителя, как по отдельности, так и в режиме совместного расчета; обеспечивает выбор нелинейных элементов (транзисторов, стабилитронов и диодов) данных схем, а также обеспечение возможности визуального просмотра электрических схем, по которым производят расчет. Программа имеет классическое расположение компонентов на форме и не содержит повторяющегося кода.

Предлагаемое приложение может использоваться как для показательного расчета, так и ее можно использовать для практических целей, так как при ее написании использованы все реальные значения параметров нелинейных элементов [1-3]. Реализованный алгоритм расчета был многократно использован на практике.

**Литература**

1. Галкин, В.И. Полупроводниковые приборы / В.И. Галкин, А.Л. Булычев, В.А. Прохоренко. – Мн., 1987.

2. В помощь радиолюбителю: Справочные материалы по полупроводниковым приборам / Сост. И.Н. Алексеева. – 1991. – Вып. 111/В80.

3. В помощь радиолюбителю: Полупроводниковые диоды / Сост. В. Замятин. – 1991. – Вып. 111/В80.

## **СРАВНЕНИЕ ПОЛИГОНАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В AUTODESK 3DS MAX И ALIAS WAVEFRONT MAYA**

Студент гр. 113317 Шуканов М.И.,  
старший преподаватель О.В. Дубровина  
*Белорусский национальный технический университет*

Autodesk 3ds max и Alias WaveFront Maya – два самых популярных в мире трёхмерных пакета. Оба они очень крепко зарекомендовали себя на мировом рынке и в равной степени используются в создании всемирно известных фильмов и игр.

В качестве частного примера сравнения рассмотрим реализацию полигонального моделирования в обоих пакетах. Это позволяет проследить интересную тенденцию.

Для практического сравнения полигонального моделирования в Autodesk 3ds max и Alias WaveFront Maya был создан проект, представляющий собой трёхминутный 3D видеоролик. Сюжет заключался в сражении двух роботов, смоделированных в двух разных пакетах. Борьба роботов символически представлял «войну» двух пакетов на мировом рынке, результатом которой была «ничья», которая показала то, что нельзя среди двух данных пакетов выбрать лучший. Каждый из роботов представляет свой 3D пакет, при этом, робот, созданный в 3ds max обусловлен хорошо с технической точки зрения, в то время, как робот, созданный в Maya – человекоподобный. Таким образом, роботы хорошо представляют стереотипы, связанные каждый со своим пакетом.

Удобнее всего создавать модели технического плана в 3ds max, а органического – в Maya. Освещение и материалы, а также финальную визуализацию предпочтительнее устанавливать, в 3ds max. Большинство 3D дизайнеров предпочитают комбинировать данные пакеты для достижения наилучших эффектов. Это в подавляющем большинстве случаев является оптимальным решением.

Таким образом, при непосредственном моделировании полигональным методом, очевидно, что в пакете Autodesk 3ds max гораздо проще и грамотнее моделировать технические объекты, поскольку в данном случае мы имеем реализацию аналога производственного процесса: сгибание, сваривание и присоединение. Полигональное моделирование же в Alias WaveFront Maya представляет собой аналог скульптурного подхода: резание, выдавливание, присоединение и придание формы, похожее на лепку из глины. Исходя из этого, в Maya гораздо удобнее моделировать органические объекты: животных, людей, растения. Кроме того, такой подход позволяет легче смоделировать и многие технические объекты, имеющие плавные формы.

УДК 658.5

**ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ СТИМУЛИРУЮЩЕЙ  
ФУНКЦИИ НАЛОГОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Студенты гр. 113618 Кот А.Г., Тарасевич Ю.В.,  
кандидат экон. наук, доцент Е.В. Гурина  
*Белорусский национальный технический университет*

Налоги представляют собой обязательные сборы, осуществляемые на основе государственного законодательства. Сущность налогов состоит в изъятии государством определенной части валового внутреннего продукта в виде обязательного взноса в пользу общества.

Налоги выполняют три важнейшие функции: фискальную (распределительную), регулируемую; социальную.

Особое место среди указанных функций занимает стимулирующая. Она осуществляется посредством многих рычагов, важнейшим из которых является система дифференцированных налоговых льгот. Налоговые льготы могут быть направлены на стимулирование либо сдерживание развития отдельных отраслей и видов деятельности, тем самым регулируя предложение продукции (услуг) и спрос на них.

Для стимулирования экономического развития регионов Республики Беларусь и привлечения иностранных инвестиций принят Декрет Президента Республики Беларусь от 28 января 2008 г. № 1 «О стимулировании производства и реализации товаров (работ, услуг)». Декрет предусматривает для коммерческих организаций, как с иностранными инвестициями, так и без таких инвестиций, созданных с 1 апреля 2008 г., с местом нахождения в населенных пунктах с численностью населения до 50 тыс. человек согласно перечню, утверждаемому Советом Министров Республики Беларусь по согласованию с Президентом Республики Беларусь, при осуществлении деятельности в этих населенных пунктах освобождение в течение пяти лет со дня их создания от исчисления и уплаты налога на прибыль, сбора в республиканский фонд поддержки производителей сельскохозяйственной продукции, продовольствия и аграрной науки в части реализации товаров (работ, услуг) собственного производства, а также от других налогов и сборов, за исключением уплачиваемых при ввозе товаров на таможенную территорию Республики Беларусь, НДС, земельного налога и иных налоговых платежей, уплачиваемых в разовых случаях.

Реальное и полное выполнение этого Декрета дает возможность устоять и выбраться из кризисной ситуации производителям и государству в целом.

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ЕГО РОЛЬ В АКТИВИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Студенты гр. ДКП-1 Клышко О.Н., ДКП-2 Михальченко В.А.,  
доктор экон. наук, профессор Л.Н. Нехорошева

*Белорусский государственный экономический университет*

В современной экономике знания и информация становятся ключевым ресурсом развития, а интеллектуальный потенциал – основным источником богатства. Интеллектуальный потенциал (ИП) представляет собой накопленный обществом к определенному моменту времени совокупный интеллектуальный ресурс (ИР), который обладает способностью участвовать в производственных процессах и приносить владельцу доход. Под ИР следует понимать один из видов экономических ресурсов, основой формирования которого является информация и знание.

В нашей стране существует достаточный ИР, накопленный годами. Прежде всего, это кадры ученых и специалистов. Численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками, в 2007 г. составила 31,3 тыс. человек или в среднем 32 человека на 10 000 жителей республики. Число специалистов высшей квалификации (докторов и кандидатов наук) – 3887 человек или 20,5 % от общей численности работников, выполнявших научные исследования и разработки.

Вместе с тем для начала устойчивого развития необходимо принять ряд мер, направленных на повышение уровня наукоемкости ВВП, который в 2007 г. составил всего 0,97 %, в то время как в развитых странах – 2–3 %. Инновационная восприимчивость реального сектора экономики в 2007 г. остается невысокой: только 17,8 % предприятий признаны инновационно-активными (для стран ОЭСР их доля колеблется от 25 % до 80 %) [1].

Таким образом, имеющийся ИП необходимо научиться максимально использовать и развивать, уделяя при этом больше внимания исследованию вопросов управления им. Проблема использования ИП становится актуальной как на макро-, так и на микроуровне. В условиях жесткой конкуренции предприятия поставлены перед необходимостью формировать новые конкурентные преимущества. Особая роль здесь отводится ИР, которые пронизывают все сферы деятельности организации и рассматриваются как средства инновационного обеспечения конкурентоспособности.

Развитие и прумножение ИП предполагает его диагностику. Руководителям организаций очень важно проводить данную оценку, чтобы получить характеристику реального состояния ИП и определить характер и степень воздействия на его развитие основных факторов.

### **Литература**

1. Статистический ежегодник Республики Беларусь 2008 г.



## ПАРК ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК КАТАЛИЗАТОР ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Студент гр. ДКП-3 Сидорович Ю.В.,  
доктор экон. наук, профессор Л.Н. Нехорошева  
*Белорусский государственный экономический университет*

Эффективность инновационной деятельности во многом определяется инновационной инфраструктурой. Поэтому инновационная инфраструктура является базовой составляющей инновационной экономики, инновационного потенциала общества.

Парк высоких технологий был создан в соответствии с Декретом Президента Республики Беларусь от 22 сентября 2005 года. Основная цель создания Парка как субъекта инновационной деятельности состоит в организации благоприятных условий в стране для развития индустрии экспортно-ориентированного программирования, развития иных экспортных производств, основанных на новых и высоких технологиях, а также для концентрации кадрового, научно-производственного и инвестиционно-финансового потенциала.

В Беларуси целесообразно сосредоточить усилия именно на информационных технологиях (ИТ), поскольку ИТ являются одним из способов реализации модели устойчивого инновационного развития, что позволит снизить объемы использования природных ресурсов.

По состоянию на 01.01.2009 года в белорусском Парке высоких технологий осуществляет деятельность 61 резидент, реализуются 5 проектов в сфере новых и высоких технологий. Из компаний-резидентов Парка 52 % созданы белорусскими инвесторами, 26 % – со стопроцентными иностранными инвестициями, 22 % – совместные предприятия. Объем производства товаров (работ, услуг, объектов интеллектуальной собственности) в Парке высоких технологий в 2008 году составил Br 260,5 млрд., что составляет 0,27 % в ВВП, и по сравнению с 2007 годом увеличился в 1,8 раза.

Компании-резиденты Парка в 2008 году оказали услуг по разработке программного обеспечения (ПО) на экспорт на сумму \$102,5 млн. Доля экспорта в общем объеме производства составила 85 %. Экспорт ПО компаний-резидентов ПВТ за период с 2005 года по 2008 год увеличился ежегодно в среднем в 2 раза.

Резиденты Парка освобождены от налога на прибыль, НДС, большинства разного рода сборов. Сотрудники резидентов платят подоходный налог по ставке 9 % – самой низкой в Европе. Данные налоговые льготы позволяют повысить заинтересованность в эффективном функционировании резидентов ПВТ как за счет повышения зарплат сотрудникам, так и увеличения объема средств, вкладываемых в развитие предприятия.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРАВОВОЙ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ БЮДЖЕТНОГО ПРОЦЕССА

Студенты гр. ДФЗ-2. Прусова Е.А, Борковская О.В.,  
доктор экон. наук, профессор Т.В. Сорокина  
*Белорусский государственный экономический университет*

Проведение работ по совершенствованию бюджетного процесса и бюджетного законодательства имеет важное значение на современном этапе развития экономики Республики Беларусь. Бюджетный кодекс (БК) вступил в действие 1 января 2009 г. Необходимость его принятия обусловлена тем, что Закон Республики Беларусь «О бюджетной системе и государственных внебюджетных фондах» 1993 г. не отражает современное состояние бюджетных отношений. В БК по сравнению с действующим бюджетным законодательством значительно расширены существующие и введены новые правовые нормы, при этом предусматривается: 1) поэтапное внедрение программного метода финансирования расходов; 2) переход к механизму среднесрочного бюджетного планирования; 3) совершенствование бюджетной классификации с приближением к требованиям международных стандартов; 4) законодательное регулирование заимствований на местном уровне; 5) усиление и расширение правовых норм, регулирующих основные положения бюджетного процесса; 6) гармонизация норм законопроекта с бюджетным законодательством в рамках Союзного государства и ЕврАзЭС.

БК призван обеспечить полное системное регулирование бюджетного процесса, а также сделать его прозрачным и предсказуемым. В целях повышения эффективности использования бюджетных средств в БК определяется основа для внедрения программно-целевого метода бюджетного планирования, обеспечивающего прямую взаимосвязь выделяемых бюджетных ресурсов с достижением конкретных результатов, что способствует усилению контроля за эффективностью их использования.

Следует подчеркнуть, что указом Президента Республики Беларусь установлен предельный размер дефицита республиканского бюджета на 2009 год в сумме 0 белорусских рублей. Ранее этот показатель был определен на уровне 2,8 трлн. белорусских рублей, или 1,8 % к ВВП. В соответствии с указом правительство в течение 3 месяцев должно пересмотреть показатели бюджета в части, планирования сокращения расходов бюджета, которое коснется не первоочередных затрат.

Таким образом, утверждение БК, внедрение программно-целевого метода бюджетного планирования позволят решить проблемы, связанные с неэффективным и нецелевым использованием средств бюджетных и внебюджетных фондов, а также устранить сложности в управлении и контроле за расходованием средств целевых фондов, повысить эффективность бюджетного процесса в Республике Беларусь.

## КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ КАК ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОГО И СОЦИАЛЬНОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ

Студент гр. 471502 Гуринович Е.А.,  
ст. преподаватель Е.Э. Пуровская  
*Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники*

Проблема качества и конкурентоспособности носит универсальный характер.

Самое общее определение конкурентоспособности – это умение добиваться успеха и воспроизводить его.

Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь до 2020 года определила главной целью устойчивого развития Беларуси обеспечение стабильного социально-экономического развития при сохранении благоприятной окружающей среды и рациональном использовании природно-ресурсного потенциала для удовлетворения потребностей нынешнего и будущего поколений.

Среди факторов, сдерживающих экономическое развитие и повышение конкурентоспособности, можно назвать изношенность производственных фондов, устаревшие технологии, низкую культуру управления, несовершенство нормативно-правовой базы.

Наиболее важными факторами роста конкурентоспособности Беларуси являются:

- рост доли частного сектора в ВВП и создание новых рабочих мест;
- внедрение инноваций и рост производительности труда;
- разработка политики, нацеленной на защиту потребителей и поддержку конкуренции на рынке;
- развитие институциональной системы (законодательные и социальные институты) в рыночном направлении.

### Литература

1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. / Нац. комис. по устойчивому развитию Респ. Беларусь; редкол.: Л. М. Александрович [и др.]. – Минск: Юнипак, 2004. – 202 с.
2. П. Дойль Маркетинг, ориентированный на стоимость /Пер. с англ. под ред. Ю.Н. Каптуревского. – СПб: Питер, 2001. – 480с.
3. Конкурентоспособность. Определение. Рейтинги. Специфика переходных стран [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://allminsk.biz>. – Дата доступа: 28.07.2008.

## АНТИКРИЗИСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАЛОГООБЛОЖЕНИЕМ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Магистрант Вешкурцева Т.А.,

кандидат экон. наук, доцент П.Д. Горобец

*Белорусский государственный технологический университет*

В настоящее время термины «кризис» и «антикризисное управление» – самые употребляемые в деловой жизни Беларуси и всего мира. Когда предприятие вынуждено экономить на всём, необходимо помнить, что сложности бухгалтерского учёта и налогообложения в период финансового кризиса никуда не исчезают. В сложившихся условиях следует очень чётко отслеживать все риски, в том числе и налоговые.

Налоговое планирование является составной частью финансового управления. Цель формирования эффективной модели налогового планирования ставит перед собой каждый налогоплательщик. Такая необходимость диктуется как объективными (существование возможности выбора режима налогообложения, потребность планирования финансовых потоков), так и субъективными (желание плательщиков оптимизировать налоговые платежи) причинами.

Дистанция между существующей и критической налоговой нагрузкой вынуждает налогоплательщиков анализировать действующую систему налогообложения.

Поэтому под налоговым планированием понимают способ выбора оптимального сочетания инструментов, снижающих налоговую нагрузку в рамках действующего налогового законодательства, учитывая существующие возможности в процессе управления налоговыми платежами.

Налоговое планирование – это многостадийный процесс, который включает в себя следующие элементы:

- выбор налоговых режимов;
- формирование и анализ объектов налогообложения;
- формирование элементов учетной политики;
- анализ налоговых последствий сделок и хозяйственных операций;
- анализ сложившейся налоговой нагрузки.

Если налогоплательщик рассчитывает работать и в перспективе, то ему необходимо организовать систему налогового планирования как одного из способов управления налогами, одним из элементов которой является анализ сложившегося уровня налоговой нагрузки и выявление возможных путей ее оптимизации.

## **КОММУНИКАТИВНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДВУХСТОРОННИХ ЦЕНТРОВ НАУЧНО- ТЕХНИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА**

Магистрант Козловская О.В.,  
кандидат техн. наук, вед. науч. сотрудник Ю.Г. Алексеев  
*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время Республика Беларусь активно развивает сотрудничество с такими странами как Китай, Венесуэла, Корея, Иран и т.д. Влияние инновационных процессов на развитие экономики страны постоянно возрастает.

Очевидно, что обеспечение конкурентоспособности продукции, удержание существующих и освоение новых рынков сбыта невозможно без постоянного обновления и модернизации производства, применения новых направлений и механизмов сотрудничества с зарубежными организациями. Для обеспечения эффективного механизма научно-технического взаимодействия между зарубежными и белорусскими организациями в настоящее время большое внимание уделяется коммуникативным и информационным инструментам.

Среди наиболее эффективных коммуникативных инструментов, используемых в работе двухсторонними центрами научно-технического сотрудничества, белорусские отделения которых функционируют в составе УП «Технопарк БНТУ «Метолит» являются:

- научно-технические выставки (универсальные международные выставки, национальные выставки, специализированные выставки страны-партнера, экспозиции на форумах, постоянно-действующие выставки на базе субъекта инновационной инфраструктуры страны - партнера),

- научно-практические семинары, конференции, кооперационные биржи, презентации, лекции, деловые переговоры, встречи. Они предоставляют широкие возможности для получения информации об инновационных продуктах, позволяют отследить рыночные тенденции и дают возможность наладить прямые контакты между производителем и потребителем.

Обеспечение оперативной информацией осуществляется посредством современных информационных инструментов – электронной почты, сайтов в глобальной сети Интернет. Создана и активно эксплуатируется информационная платформа в глобальной сети Интернет - [www.metolit.by](http://www.metolit.by) и порталы двухсторонних центров. Основной целью их работы является предоставление информации, обеспечивающей ведение эффективной научно-технической деятельности.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ЛИКВИДНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР

Магистрант Макарская А.М.,  
кандидат экон. наук, доцент Е.В. Гурина  
*Белорусский национальный технический университет*

Переход к рыночным отношениям хозяйствования совершенно по иному определяет место приборостроительного предприятия в экономике. Эффективность его работы во многом зависит от управленческой деятельности. С позиции повседневной деятельности важнейшей финансово-хозяйственной характеристикой предприятия является его ликвидность, так как ее потеря чревата не только дополнительными издержками, но и периодическими остановками производственного процесса. Таким образом, возникает объективная необходимость построения механизма управления ликвидностью.

Построение системы управления ликвидностью, как части системы управления финансами предприятия требует четкой регламентации и разностороннего подхода к проблеме согласования и реализации всех процессов финансово-хозяйственной деятельности предприятия. Поэтому успешно реализовать указанные мероприятия возможно с помощью создания системы контроллинга как функционально обособленного направления экономической работы на предприятии. Тогда основными задачами управления ликвидностью в системе контроллинга являются:

- обеспечение нормального уровня текущей ликвидности и платежеспособности;
- формирование системы показателей финансовой информации;
- формирование прогнозных балансов;
- контроль важнейших финансовых показателей;
- контроль денежного потока;
- формирование системы управления на основе отклонений финансовых показателей;
- контроль за оборотными средствами;
- налоговый контроллинг; контроллинг капитальных вложений.

Обобщая вышесказанное, можно утверждать, что внедрение контроллинга обеспечит нормальный уровень ликвидности по средствам координации оперативных и долгосрочных планов. Стоимостной оценкой эффективности внедрения контроллинга являются стоимость высвободившихся экономических ресурсов предприятия и стоимость сокращения управленческих рисков (в выборе вектора управленческого воздействия).

## **РОЛЬ ВЕНЧУРНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ В АКТИВИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Магистрант Пишало Е. О.,  
доктор экон. наук, профессор В.И. Кудашев  
*Белорусский национальный технический университет*

На сегодняшний день перед Республикой Беларусь стоит задача экономического роста, который способен привести экономику страны на иной, более высокий уровень развития. Активизация инновационной деятельности играет в этой связи одну из ключевых ролей. На современном этапе актуальным вопросом является развитие венчурной инвестиционной деятельности, способствующей активизации инновационных процессов в экономике.

Для развития венчурного предпринимательства в Республике Беларусь необходимо решить проблемы законодательного характера, регулирующие эту сферу деятельности. Надо создать документ, регулирующий деятельность венчурных организаций на отечественном рынке, где будут определены основные термины, связанные с венчурным предпринимательством, регламентированы вопросы инвестирования, налогообложения и др. Также необходимо предусмотреть предоставление субъектам венчурной деятельности определенных налоговых льгот.

Еще одним условием для активного развития венчурного предпринимательства является создание благоприятных условий для ведения этого бизнеса. Необходимым условием начала формирования рынка венчурных инвестиций является значительное количество субъектов инвестирования – инновационных организаций. В целях формирования значительного количества таких предприятий и повышения инновационной активности предлагается на ограниченный срок предоставлять им налоговые льготы. Освобожденные от налогообложения средства будут направлены на выполнение инновационных проектов.

Результатом распространения венчурного финансирования должно стать:

- более активное развитие передовых отраслей промышленности;
- активизация инновационной деятельности;
- рост занятости высококвалифицированных кадров;
- увеличение доходов республиканского бюджета;
- появление дополнительного устойчивого потока денежных средств

для развития новых высокотехнологичных производств, а также и ряда других позитивных социально-экономических эффектов в масштабе страны.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФСА-МОДЕЛИ ДЛЯ РЕОРГАНИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Магистрант Уельская И.Г.,

кандидат экон. наук, доцент А.Г. Ляхевич

*Белорусский национальный технический университет*

Функционально-стоимостной анализ (ФСА) – метод определения стоимости и других характеристик изделий, услуг и потребителей, использующих в качестве основы функции и ресурсы, задействованные в производстве, оказании услуг, обслуживании клиентов. В основе применения метода ФСА лежит разработка и применение на практике ФСА-моделей. Проведение расчетов по ФСА-модели позволяет получить большой объем ФСА-информации для принятия решения.

Основные направления использования ФСА-модели для реорганизации бизнес-процессов – это повышение производительности, снижение стоимости, трудоемкости, времени и повышение качества. Повышение производительности включает в себя три этапа. На первом этапе осуществляется анализ функций для определения возможностей повышения эффективности их выполнения. На втором – выявляются причины непроизводительных расходов и пути их устранения. И, наконец, на третьем этапе осуществляется мониторинг и ускорение нужных изменений с помощью измерения основных параметров производительности.

Что касается снижения стоимости, трудоемкости и времени, то с помощью ФСА-метода можно так реорганизовать деятельность, чтобы было достигнуто устойчивое их сокращение. Для этого необходимо:

- 1) сократить время, необходимое для выполнения функций;
- 2) устранить ненужные функции;
- 3) сформировать ранжированный перечень функций по стоимости, трудоемкости или времени;
- 4) выбрать функции с низкой стоимостью, трудоемкостью и временем;
- 5) организовать совместное использование всех функций;
- 6) перераспределить ресурсы, высвободившиеся в результате усовершенствований.

Очевидно, что вышеперечисленные действия улучшают качество бизнес-процессов. Повышение качества бизнес-процессов осуществляется за счет проведения сравнительной оценки и выбора рациональных (по стоимостному или временному критерию) технологий выполнения операций или процедур.



## **ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ – ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ПРЕОДОЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО КРИЗИСА В ПРИБОРОСТРОЕНИИ**

Студент гр.113614 Пунтус О.В.

кандидат экон. наук, доцент В.У. Дубков

*Белорусский национальный технический университет*

В целях снижения объемов импорта комплектующих и их удельного веса в себестоимости базовой продукции предприятия для экономии валютных средств, разработана Программа импортозамещения ОАО «БелОМО-ММЗ им.С.И. Вавилова» на 2009 год. Основными направлениями развития предприятия до 2015 года являются: реализация планов внедрения новых изделий и технологий, планов технического перевооружения, наращивание объемов выпуска оптико-механических и оптико-электронных изделий, соответствующих современным требованиям; освоение новых и сохранение существующих рынков сбыта «неоптической» продукции, выпускаемой предприятием.

В текущем 2009 году и ближайшей перспективе по производству импортозамещаемых изделий будут являться: узлы тормозной системы для автотранспортных средств, счетчики газа, приборы наблюдения, гражданская продукция и потребительские товары, светотехника.

Уже начиная с 2001 года предприятие активно участвовало в реализации программ государственной «импортозамещение» и «Отраслевой инновационной деятельности» на 2006–2010 годы. Начиная с 1994 года освоено 47 наименований пневмоаппаратов для комплектации большегрузных автомобилей, автобусов и троллейбусов. Разработка и освоение производства 5-ти пневмоаппаратов осуществлена в рамках программ «Импортозамещение», 10-ти – отраслевой деятельности на 2006–2010 годы.

Освоение указанной продукции на предприятии обеспечило производство в Республике Беларусь импортозамещающих изделий широкой номенклатуры и гарантировало потребности предприятий МАЗ, БелАЗ, Амкодор, МТЗ и др. Эти изделия конкурентоспособны по качеству и цене по сравнению с аналогичными изделиями, выпускаемыми специализированными иностранными предприятиями. При этом объем производства пневмоаппаратов вырос с \$30 тыс. в 1994 году до \$11,8 млн. долларов в 2008 году, т.е. вырос в 400 раз. В настоящее время разрабатывается и изготавливается, относящиеся к импортозамещаемым большая номенклатура изделий и товаров народного потребления для нужд населения нашей Республики.

Выполнение всех перечисленных мероприятий исследуемым предприятием должно способствовать замедлению экономического кризиса не только на данном объекте, но и содействовать решению этой проблемы отечественными предприятиями, которые получают импортозамещаемую продукцию от исследуемого предприятия в ближайшие годы.

## **ПАТЕНТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И РЫНОК ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ**

Студент гр. 113624 Гмырак В. Н.

кандидат экон. наук, доцент Гурина Е.В.

*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время в мире существует более 35 миллионов патентов, и каждый год подается и публикуется около миллиона новых патентных документов. Опубликованные документы являются открытыми для общественного доступа. Эти документы содержат богатый источник технической и деловой информации, использование которой может оказаться даже более эффективным, чем использование их самого технического содержания. Путем слежения за подаваемыми заявками и выдаваемыми патентами в интересующей сфере деятельности квалифицированные менеджеры способны не только проводить полномасштабные маркетинговые исследования рынка своей инновационной продукции на всех без исключения этапах ее жизненного цикла, но и, например, выявить имена индивидуальных изобретателей которых можно привлечь для дальнейшего укрепления кадрового потенциала своей компании.

Патентные исследования могут также использоваться для выявления технологий, которые не запатентованы в тех странах, рынки которых компания осваивает либо предполагает освоить. В таком случае ничто не препятствует реализации продукции с применением таких технологий на рынках данных стран, при условии, что эта продукция не будет импортироваться в те страны, которые выдали у себя соответствующий охранный документ. Одновременно для того, чтобы полностью воспользоваться преимуществами данного изобретения, может потребоваться получение «ноу-хау» патентообладателя, его товарных знаков, родственных патентов и прочей сопровождающей документации. Здесь проявляется следующая важная особенность патентной информации – способность выявления потенциальных деловых партнеров и определения лицензионных возможностей компании.

Патентные исследования проводят и для стоимостной оценки объектов промышленной собственности при решении вопросов продажи или покупки лицензии; при постановке объектов промышленной собственности на баланс предприятия в качестве нематериальных активов; при включении их в уставной капитал предприятий. Сегодня патентные исследования и интеллектуальная собственность представляют собой наиболее мощный стратегический инструмент в арсенале конкурентной борьбы современного рынка, и именно от них зависит успех или провал инновационной деятельности любой компании.

## УПРАВЛЕНИЕ ПОРТФЕЛЕМ ПРОЕКТОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Студент гр.113624 Дудко Н.А.  
кандидат экон. наук, доцент Л.И. Шмыгова  
*Белорусский национальный технический университет*

Объединение проектов предприятия в портфель – это переход от эпизодического анализа отдельных возникающих в компании проектов к выстраиванию цельной системы управления проектами в организации. Работая с портфелем, менеджеры получают возможность на регулярной основе анализировать и контролировать его выполнение, оптимизировать распределение ресурсов между проектами и менять приоритеты так, чтобы проекты наилучшим образом обеспечивали реализацию бизнес-стратегии и возврат инвестиций.

Основные проблемы организации оптимальной структуры портфеля предприятия, как правило, заключаются в излишнем количестве одновременно выполняемых проектов, которые зачастую дублируют друг друга; неправильном выборе проектов, не представляющих ценности для организации; отсутствии увязки выполняемых проектов со стратегическими целями организации.

Чтобы избежать этого, необходимо обеспечить равновесие:

- 1) между проектами, относящимися к производственным и рыночным аспектам деятельности предприятия;
- 2) между объемами исследований и разработок;
- 3) между рисками и возможными выгодами от реализации рискованных проектов;
- 4) в распределении вложений от проектов в разные виды активов предприятия.

Тогда задачу управления портфелем проектов предприятия можно свести к следующим управленческим функциям:

- установление жизнеспособного состава проектов в портфеле, который способен обеспечить достижение целей организации;
- обеспечение сбалансированности портфеля;
- мониторинг процессов планирования и выполнения выбранных проектов;
- анализ эффективности портфеля проектов и поиск путей ее повышения;
- сравнение возможностей новых проектов между собой и по отношению к проектам, уже включенным в портфель, с учетом производственных возможностей организации в части выполнения дополнительных проектов;
- предоставление информации и рекомендаций руководителям всех уровней для принятия ими решений.

## ПРОЕКТНЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ В РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКЕ

Студент гр.113624 Паркалова Е.В.

кандидат экон. наук, доцент Л.И. Шмыгова

*Белорусский национальный технический университет*

Проекты представляют собой организационные рамки для планомерного, систематического и построенного на методических правилах получения знаний, идей и результата. Инструмент проектной организации находит в современных системах рыночной экономики широкое применение, как для комплексных, так и для сравнительно простых специфических задач. Поэтому проектный менеджмент означает реализацию определенных специальных задач внутри существующей структуры предприятия или между различными предприятиями, при которых, по возможности, не должно быть оказано отрицательное воздействие на исходные производственные задачи. Менеджер проекта имеет полномочия по руководству и реализации соответствующего проекта и координирует все необходимые для его реализации действия по всем функциональным областям предприятия, обладает для этого обширной компетенцией, а также несет ответственность за успех проекта.

Проектный менеджмент – это, прежде всего, удобный инструмент для, по возможности, быстрого и эффективного вывода инновации на рынок. Ключ к успеху предприятия заключается, прежде всего, в регулярных и успешных инновациях, которые могут быть реализованы на рынке.

Инновация – это, коротко говоря, порождение и применение нового знания. Такое знание должно основываться не на случае, а может и должно производиться систематически. Важнейшей предпосылкой для этого является свобода и мотивация к творческому мышлению и действию. Другой предпосылкой является сведение вместе людей с различными способностями, специальностями, знаниями, опытом и образом мышления. При этом речь идет о так называемых мягких факторах, трудно поддающимися оценкам, которые должны применяться к человеческому фактору, требуют современного ведения кадровой политики и имеют решающее значение при успехе в конкурентной борьбе.

Основным соревновательным фактором в век информации и интегрированной в мировую систему экономики является способность учиться, и быстрее чем конкуренты применять изученное. Это, прежде всего, вопрос о принципиальном отношении к изменению и новому, а также вопрос организации систематического процесса производства и реализации инноваций. тесно связан с понятием менеджмента инноваций.

## **ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ПОЛЕЗНОСТИ ТОВАРА НА ОСНОВЕ СЕГМЕНТИРОВАНИЯ РЫНКА И ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ**

Студент гр. 113624 Соленик Н.А.

кандидат экон. наук, доцент Е.В. Гурина

*Белорусский национальный технический университет*

Конкуренция между предприятиями, выпускающими однородную продукцию, становится все более жесткой. Залогом успеха в конкурентной борьбе является переход от товарной и сбытовой философии к философии маркетинга.

Наиболее значимым в маркетинговой ориентации являются прочные взаимоотношения с потребителем: изучение тех особенностей продукции, которые обеспечивают покупателям достижение более высокой продуктивности (полезности) с ее последующим позиционированием на определенном сегменте рынка.

Предприятия могут получить прибыль, если будут опираться на маркетинг, реализуя цель из трех элементов:

- выбор полезности посредством сегментирования рынка, выбор соответствующей цели на рынке и разработка позиционирования полезности своего предложения;
- предоставление этой полезности с предварительным определением особенностей товара, цены и дистрибуции;
- объявление полезности путем привлечения услуг продавцов, рекламы и других инструментов.

Сегмент рынка определяется группой покупателей, обладающих схожими потребностями и желаниями. Предприятия не создают сегменты рынка, их задача – идентифицировать сегменты и решить какие из них обслуживать.

Потребители ориентированы на максимизацию полезности в рамках издержек по поиску товаров, ограниченности своих знаний, мобильности и уровня доходов. От того, соответствует ли предложение ожиданиям покупателей, зависят степень их удовлетворенности и вероятность повторной покупки.

Система предложения полезности товара состоит из целого ряда обещанных предприятием выгод и является более широким понятием, чем позиционирование, базирующееся на одном из атрибутов товара. Предоставление полезности включает в себя гарантию, сервисное обслуживание, то, что покупатель получит от приобретения данного рыночного предложения и от взаимоотношения с его поставщиком. Торговая марка должна представлять собой обещание общего впечатления, на которое может рассчитывать покупатель соответствующего товара.

## **РОЛЬ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ПРОДВИЖЕНИИ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ**

Студент гр. 113624 Шуст А. С.

кандидат техн. наук, вед. науч. сотрудник Ю.Г. Алексеев  
*Белорусский национальный технический университет*

Учитывая актуальность инноваций для достижения социально-экономических целей, вопросы активизации инновационной деятельности определены как один из приоритетов развития Республики Беларусь. Особенность нашей республики заключается в том, что мы имеем достаточно мощный научно-технический потенциал, значительные достижения в различных отраслях науки и техники, серьёзные заделы в фундаментальных исследованиях, использование которых в сложившихся экономических условиях не достаточно эффективно – ориентация этого потенциала на реализацию научно-технических разработок в производстве крайне по-прежнему слаба. В связи с этим важнейшей социально-экономической задачей республики в настоящее время является повышение эффективности использования научных разработок в производстве. В то же время экономическое, финансовое, материально-техническое состояние, в котором находятся сегодня предприятия, не в полной мере способствуют развитию инновационных процессов.

Формирование и реализация государственной инновационной политики предусматривает создание системы, способствующей развитию научно-технического потенциала республики, продвижению результатов научной деятельности в реальный сектор экономики, что значительно повысит экспорто-ориентированность выпускаемой продукции на основе повышения уровня ее инновативности.

Наиболее приемлемым способом решения стоящих задач является формирование инновационной инфраструктуры – создание в республике сети научно-технологических парков, инновационных центров, центров трансфера технологии и др. Их основными целями являются: поиск разработчиков и потребителей инноваций, доведение разработок до этапа внедрения (использования) у заказчика, выведение научно-технической (технологической) продукции на рынок инноваций. Основные принципы создания данных структур позволяют формировать предпринимательские технологически ориентированные структуры рыночного типа под патронажем государства.

Это, с одной стороны, дает возможность государству контролировать торговлю таким стратегически важным продуктом, как технологии, а с другой – позволяет инновационно-активным предприятиям в максимально сжатые сроки осваивать новые технологические решения и налаживать выпуск высокотехнологичной конкурентоспособной продукции.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНЪЮНКТУРЫ РЫНКА**

Студент гр. 113615 Алексеева А.В.,  
кандидат экон. наук П.В. Мелюшин

*Белорусский национальный технический университет*

Конъюнктура – это совокупность факторов и условий, определяющих развитие мировой экономики, экономическое положение отдельно взятой страны, развитие какой-либо сферы воспроизводства. В связи с этим различают общехозяйственную конъюнктуру, характеризующую состояние всего мирового хозяйства и конъюнктуру товарных рынков, когда изучаются текущие изменения и колебания в сфере производства и сбыта отдельных конкретных товаров.

В настоящее время во многих странах идет процесс структурной перестройки экономики, разрабатываются и реализуются различные антикризисные мероприятия, на экономических моделях рассчитываются варианты развития экономики, осуществляется активное макроэкономическое регулирование национальных рынков и межгосударственная координация в целях поддержания стабильности на мировых рынках.

Научный анализ рыночной конъюнктуры требует знания циклических закономерностей развития экономики, в том числе и характерных признаков каждой фазы и условий их перехода из одной в другую.

В современных условиях роль и значение рыночных исследований в работе по повышению эффективности внешнеэкономических связей постоянно возрастают. Под влиянием процессов расширения и углубления международного разделения труда, а также в результате воздействия других факторов на мировых рынках все чаще происходят серьезные изменения. Быстро обновляется и расширяется товарная номенклатура, вместе с изменением технико-экономических параметров меняются и стоимостные показатели.

Знание конъюнктуры необходимо не только при выходе на рынки промышленности развитых или развивающихся стран. Умение анализировать и прогнозировать развитие мировых товарных рынков требуется и при заключении контрактов.

Моделирование конъюнктуры включает большой круг вопросов. Надо знать, какие области экономики и в каком объеме являются потребителями данного товара, каковы особенности спроса и предложения на отдельные их виды и сорта. Значение особенностей производства и потребления отдельных товаров помогает лучше понять и предвидеть происходящие на рынке изменения.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ ТРУДОВЫМИ РЕСУРСАМИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

Студент гр.113615 Брудская Т.А.,  
ст. преподаватель Т.И. Серченя

*Белорусский национальный технический университет*

Новые условия хозяйствования требуют от предприятия повышения эффективности производства, конкурентоспособности продукции и услуг на основе внедрения достижений научно-технического прогресса, эффективных форм хозяйствования и управления производством. Немаловажную роль в успешном развитии предприятия играет управление трудовыми ресурсами.

В управлении трудовыми ресурсами выделяются три взаимосвязанных подхода, вытекающих из экономических и организационных теорий.

Первый подход связан с формированием человеческого капитала. Он основан на стремлении предприятия развивать свой собственный трудовой потенциал. В данном случае предприятие оплачивает работнику новые навыки, позволяющие приобретать и накапливать опыт.

Второй подход связан с использованием в управлении трудовыми ресурсами факторов, мотивирующих работодателя к поиску на внешнем рынке труда рабочей силы оптимального профессионального профиля. Нужно при этом учитывать, что привлечение рабочей силы внешнего рынка увеличивает издержки, связанные с наймом работников.

Третий подход опирается на концепцию преданности предприятию, что приводит к созданию поведенческой модели. Такое сочетание экономических и психологических параметров имеет целью включить в обязанности работника ответственность за результаты исполнения в обстановке высокого к нему доверия. Если управленческая философия предприятия заключается в «добросовестном ежедневном труде за определенную дневную плату», его «психологический контракт» с работниками будет характеризоваться наличием большого количества «синих воротничков». Если философия заключается в обеспечении значимого и вознаграждаемого труда, предприятие будет больше инвестировать в развитие рабочих.

Какой бы подход к управлению трудовыми ресурсами не использовался на предприятии, важно, чтобы отношение к каждому человеку в производстве и управлении определялось экономическими критериями: капитал, «вложенный в человека» (начиная от расходов по его найму, подготовке и переподготовке и кончая расходами по созданию надлежащих условий труда), должен неизменно окупиться и в долгосрочном аспекте приносить прибыль.



## ОРГАНИЗАЦИЯ СБЫТОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Студент гр. 113615 Былинович Н.С.  
кандидат экон. наук, доцент Мелюшин П.В.  
Белорусский национальный технический университет

Одной из главных причин современного экономического кризиса и низкой конкурентоспособности отечественных, промышленных товаров, а также оказываемых услуг является неумение бороться за расширение своей доли как на внутреннем, так и на внешнем рынках, продвигать свои товары, формировать своего потребителя и потребителя будущего, ставить его в центр всей производственной и коммерческой деятельности.

Формирование сбытовой деятельности осуществляется по таким критериям, как цена, потребительские свойства, качество, условия распределения, ограничения в международной торговле, время обслуживания потребителей.

Сбытовая политика строится на основе упорядоченного анализа потребностей и запросов, восприятий и предпочтений, свойственных потребителям продукции организации. Потребности и запросы покупателей постоянно меняются. Эффективная сбытовая политика тем самым должна быть направлена на постоянное обновление ассортимента и повышение разнообразия предлагаемых покупателям услуг (гарантийное обслуживание, консультации по эксплуатации, обучение пользователей и т.д.).

Процесс управления распределительной деятельностью предприятия можно представить в виде этапов. Эти этапы заключаются в следующем:

- в определение каналов распределения;
- в выборе посредников;
- в организации поставок;
- в стимулировании деятельности посредников;
- в контроле деятельности посредников.

Структура службы сбыта включает как управленческие, так и производственные подразделения. Значительный прогресс в сфере эффективности планирования и управления сбытом продукции может быть достигнут путем максимальной координации материальных и информационных потоков. Структуре фирмы, управляющей сбытом, требуется значительное количество информации в нужное время и в необходимой форме. Главная задача информационных систем этой области – обеспечить актуальную и точную информацию о рынке и продажах, способствовать сокращению административных расходов.

Достижение желаемых результатов сбытовой деятельности требует не только их чёткого описания, но и осознанной ориентации предприятия на их достижение.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИЗИНГА ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ПЕРЕВООРУЖЕНИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Студент гр. 113615 Голос Т.А.

ст. преподаватель Т.И. Серченя

*Белорусский национальный технический университет*

В современных условиях выживание промышленных предприятий зависит от эффективности использования основного капитала и своевременности его воспроизводства. Проблема обновления основных фондов, особенно машин и оборудования, имеющих высокий уровень физического и морального износа, является первостепенной задачей действующих предприятий Республики Беларусь. Быстрое обновление основных фондов позволит создать условия для производства высококачественной и конкурентоспособной продукции.

Одной из наиболее распространенных и эффективных форм расширенного воспроизводства является техническое перевооружение предприятий. Оно предусматривает повышение научно-технологического уровня производства на основе внедрения новой техники и технологии, механизации и автоматизации производства, модернизации и замены устаревшего и физически изношенного оборудования новым, более производительным с соответствующим совершенствованием организации производства, труда и управления.

Воспроизводство основного капитала (соответственно, и основных фондов) может осуществляться за счет собственных (внутренних) и заемных (внешних) источников. К внутренним источникам относятся: амортизация, прибыль, эмиссия акций и облигаций. К внешним источникам относятся: кредит, аренда, лизинг.

Лизинг как эффективный и доступный механизм модернизации и обновления основных средств используется производителями товаров, продукции, работ и услуг. Лизинг увеличивает объем капитальных вложений; открывает новые возможности производства и сбыта машин и оборудования, другого лизингового имущества, в том числе на обновленном в кратчайшие сроки оборудовании, и оплаты его стоимости из доходов, получаемых по мере реализации данной продукции; позволяет исключить нецелевое использование денежных средств, а также имеет ряд других преимуществ.

Проведенный анализ эффективности, действующего в Республике Беларусь, механизма лизинга показал, что он является наиболее предпочтительной формой инвестирования в основные средства практически для любого вида предпринимательской деятельности, будь то крупное предприятие любой отрасли экономики или небольшая производственная фирма.

**ПРОБЛЕМЫ НОРМИРОВАНИЕ ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ  
ПРЕДПРИЯТИЯ**

Студент гр. 113615 Масловская Е.Н.  
ст. преподаватель О.В. Козленкова

*Белорусский национальный технический университет*

Как уже не раз упоминалось в научной литературе и периодической печати, оборотные средства в условиях рыночной экономики приобретают особо важное значение, т.к. производственная деятельность предприятия сопровождается непрерывным потреблением огромного объема разнообразного сырья и материалов, топлива, энергии и т.д.. Именно поэтому на складах предприятия должны всегда находиться запасы материально-технических ресурсов, наличие которых позволяет бесперебойно обеспечивать выполнение производственной программы. Кроме того, в современных условиях одной из основных проблем финансово-хозяйственной деятельности предприятий является проблема роста цен. Значительное удорожание материальных ресурсов, необходимых для производственного процесса неблагоприятно сказывается на функционировании предприятия, ведет к перебоям в снабжении вплоть до остановки производственного процесса.

Таким образом, вложение свободных средств в производственные запасы является одним из возможных способов избежание падения покупательной способности денег. Одновременно чрезмерное отвлечение оборотных средств в запасы является отрицательным явлением. В связи с этим особого внимания заслуживает совершенствование нормирования оборотных средств, поскольку правильно установленные нормы обеспечивают эффективное производство. Однако в настоящее время наши предприятия не уделяют достаточно времени и средств на нормирование. На предприятие не хватает квалифицированных специалистов, умеющих делать прогнозы и предугадывать рост цен, исходя из чего, рассчитываются оптимальные нормы запасов.

Необходимо заметить, что увеличение норм запасов является вынужденной мерой снижения риска недопоставки (недоставки) сырья и материалов. Для решения этой проблемы необходимо уделять внимание поиску более надежных поставщиков. Отметим, что в этой связи предприятие, ориентирующееся на одного основного поставщика, находится в более уязвимом положении, чем предприятие, строящее свою деятельность на договорах с несколькими поставщиками. Благодаря постоянным и бесперебойным поставкам можно уменьшить нормы запасов оборотных средств, тем самым уменьшить отток денежных средств предприятия из оборота.

## НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АНАЛИЗА ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Студент гр. 113615 Мигунова Ю.А.,  
кандидат экон. наук, доцент Е.В. Гурина

*Белорусский национальный технический университет*

Современный финансовый анализ имеет определенные отличия от традиционного анализа финансово-хозяйственной деятельности. Прежде всего, это связано с растущим влиянием внешней среды на работу предприятий. В частности, усилилась зависимость финансового состояния хозяйствующих субъектов от инфляционных процессов, надежности контрагентов, усложняющихся организационно-правовых форм функционирования.

Основные направления адаптации традиционного подхода связаны как с внешними, так и с внутренними условиями развития отечественных компаний. Прежде всего, снятию условностей белорусской специфики будут способствовать:

- совершенствование правил бухгалтерского учета,
- совершенствование подходов и методов оценки рыночной стоимости акций компаний,
- разработка и корректировка независимыми рейтинговыми агентствами нормативной базы значений финансовых коэффициентов.

Основные предложения по дальнейшей разработке заключительных процедур финансового анализа сводятся в первую очередь к расчету собственных нормативов или оптимальных уровней финансовых коэффициентов для анализируемой компании с помощью известных методических приемов. Кроме того, важным моментом является выделение узкой выборки финансовых коэффициентов, состав которой может различаться для различных компаний.

Важным этапом финансового анализа должны стать, во-первых, качественная оценка и определение весов индикаторных показателей исходя из сопоставления с расчетными оптимальными уровнями, тенденциями изменения, взаимного сравнения и принятия логических правил.

Во-вторых, необходимой процедурой является формулирование и анализ динамики интегрального показателя оценки финансовой деятельности компании исходя из расчетных результатов предшествующих процедур.

В-третьих, финансовый анализ не может быть полным без разработки типового формата заключения о финансовой деятельности компании, в котором не только констатируются проблемы анализируемой компании, но и указываются факторы происходящих и будущих изменений, а также вносятся рекомендации по их преодолению.

**РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Студент гр.113615 Шестак Е.Н.,  
ст. преподаватель Т.И. Серченя

*Белорусский национальный технический университет*

По мере экономического развития общества значение инноваций все более возрастает и на современном этапе инновации становятся важнейшим инструментом конкурентной борьбы хозяйствующих субъектов на всех уровнях. Повышение внимания к инновационному направлению в конкурентной борьбе предприятий закономерно ставит вопросы разработки и практического создания эффективного механизма управления инновационной конкурентоспособностью предприятия, особое место в котором занимает управление его инновационным потенциалом.

Нужно отметить, что вопросы развития и управления инновационным потенциалом различных экономических систем в отечественной литературе трактуются весьма неоднозначно. В процессе исследования места, роли и состава инновационного потенциала было выявлено, что его структуру можно представить через совокупность ресурсной, внутренней и результативной составляющих, которые сосуществуют вместе, предполагают и обуславливают друг друга и проявляются при использовании как его триединая сущность

Развитие инновационного потенциала предприятия как целостной системы может осуществляться только через развитие компонентов внутренней среды предприятия. Элементы внутренней среды предприятия можно представить в виде следующих блоков:

- продуктовый (проектный) блок — отражает направления деятельности предприятия и их результаты в виде продуктов и услуг;
- функциональный блок (блок производственных функций и деловых процессов) – оператор преобразования ресурсов управления в продукты и услуги в процессе трудовой деятельности сотрудников предприятия на всех стадиях жизненного цикла изделий;
- ресурсный блок - комплекс материально-технических, трудовых, информационных и финансовых ресурсов предприятия;
- организационный блок - организационная структура, технология процессов по всем функциям и проектам, организационная культура;
- блок управления – система управления и стиль управления.

Особое внимание в развитии компонентов внутренней среды следует обратить на обеспеченность предприятия специалистами в области инновационной деятельности, способных быстро и конструктивно включаться в инновационные процессы в соответствующей сфере деятельности.

**МАЛОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО В ИННОВАЦИОННОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Студент гр.113625 Войтешонок М.А.,  
кандидат экон. наук, доцент Е.В. Гурина  
*Белорусский национальный технический университет*

В условиях развитой рыночной экономики все большее значение приобретает чувствительность и быстрота адаптации предприятия к изменившимся рыночным условиям. В такой ситуации в более выгодном положении оказываются именно малые предприятия, поскольку именно данный сектор экономики создает необходимую атмосферу конкуренции, является определяющим в сфере инновационной деятельности, способен быстро реагировать на любые изменения рыночной конъюнктуры, создает дополнительные рабочие места, является основным источником формирования среднего класса и т.д. В связи с этим многие крупные зарубежные компании не препятствуют развитию малых предприятий, а наоборот, всячески поддерживают их, чтобы впоследствии использовать как начальный плацдарм для освоения новой продукции или технологии.

В Республике Беларусь на современном этапе в данном секторе экономики наблюдается ряд проблем, вызывающих необходимость обратить на него непосредственное внимание. Невысокая доля малого предпринимательства в образовании ВВП республики свидетельствует о недостаточном уровне развития данного сектора и необходимости его всесторонней поддержки. Также сложной остается ситуация в сфере инновационной деятельности малых предприятий, о чем свидетельствует тот факт, что только около 0,9 % от общего числа малых предприятий мы можем отнести к данной сфере деятельности, и как итог, на сегодняшний день уровень наукоемкости ВВП Республики Беларусь составляет только около 0,7 %.

Тем не менее, можно отметить и положительные тенденции в данном вопросе. К концу 2010 года намечено довести долю малого предпринимательства в общем объеме валовой выручки до 30 %, а численность занятых в этой сфере – до 23-25 % от общей численности экономически активного населения. Для этого правительство запланировало существенно упростить нормативно-правовую базу, регулирующую создание, деятельность и ликвидацию субъектов предпринимательства, а также лицензирование отдельных видов деятельности. Кроме того, намечено существенно упростить систему налогообложения. Особенно это коснется предприятий, работающих в таких сферах, как инновации, энергосбережение, импортозамещение.

## ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТЬЮ ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Студент гр. 113615 Боршун А.Д.

ст. преподаватель О.В. Козленкова

*Белорусский национальный технический университет*

Как известно, любое производство для своего осуществления требует определенных затрат, связанных непосредственно с производством, предприятия несут расходы по реализации продукции, выплачивают налоги и т.д. Все эти расходы могут покрываться либо за счет себестоимости, либо за счет прибыли.

Себестоимость продукции (работ, услуг) представляет собой стоимостную оценку, использованных в процессе производства, продукции (работ, услуг) природных ресурсов, сырья, материалов, топлива, энергии, основных фондов, нематериальных активов, трудовых ресурсов, а также других затрат на ее производство и реализацию. Анализ себестоимости имеет важное значение для предпринимательской деятельности организаций. Разработка и реализация управленческих решений должна базироваться на соответствующей информации о состоянии дел во всех сферах деятельности предприятия, тем более, что величина себестоимости выступает как исходная база при формировании цены продукции.

В этой связи совершенствование управления формированием всех издержек производства в целом и себестоимостью в частности является сверх актуальной задачей в современных условиях. Его основной целью должна стать оптимизация всех видов текущих затрат для обеспечения роста прибыли и повышения рентабельности. Достижение указанной цели, в свою очередь, невозможно без проведения мероприятий по: повышению технического уровня производства; совершенствованию организации производства и труда; изменению структуры продукции и производства и т.д.

Поэтому необходимо правильно осуществлять калькулирование себестоимости продукции для принятия грамотного управленческого решения. Руководство предприятие должно верно определить метод калькулирования себестоимости в соответствии со спецификой предприятия, объемами производства, номенклатурой выпускаемой продукции. В настоящее время большинство предприятий признало преимущество прогрессивных методов калькулирования, основанных на «частичном» учете издержек в краткосрочном периоде(месяц, квартал) и «полном» их учете за год. При этом и учет и анализ производятся по элементам затрат, по местам их возникновения и по источникам (результатам), что позволяет установить причины отклонений текущих затрат производства от плановых по каждой калькуляционной статье.

## ВИДЫ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ФОРМЫ ТОРГОВО-ПОСРЕДНИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Студент гр. 113625 Цвирко М.В.,

кандидат техн. наук, доцент В.А. Балашевич

*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время значительное число сделок в торговле осуществляется с помощью посредников – торговых предприятий, организаций и физических лиц, занимающих промежуточное положение между производителями товаров и услуг и их конечными потребителями.

Под торгово-посредническими операциями (ТПО) понимаются операции, связанные с куплей-продажей товаров, выполняемые по поручению производителя независимым от него торговым посредником на основе заключаемого между ними соглашения или отдельного поручения. Роль посредников сегодня уже не сводится к одной только купле-продаже (хотя и это тоже весьма важно). Многие из них оказывают контрагентам целый комплекс услуг, начиная от изучения рынка и заканчивая кредитованием (авансированием) производителей. Их краткий перечень включает такие виды комплексных услуг и операций:

- организация сбыта – подыскание контрагентов, заключение сделок от имени продавца, предоставление гарантий оплаты товара покупателем, проведение рекламных кампаний и исследований рынков;
- транспортно-экспедиторские операции;
- операции по транспортировке и страхованию грузов;
- финансирование торговых операций;
- технические услуги, послепродажное техническое обслуживание;
- сбор и предоставление информации о рынках.

В зависимости от характера взаимоотношений между производителем-экспортером и торговым посредником, а также от функций, выполняемых торговым посредником, укрупненно выделяют несколько видов ТПО: операции по перепродаже; комиссионные, разновидностью которых являются операции консигнации; агентские и брокерские.

Сегодня в Беларуси главная проблема не в том, чтобы произвести, а в том, чтобы реализовать продукцию. Процессу реализации продукции способствуют торгово-посреднические организации. Однако из-за мирового экономического кризиса в скором времени количество посреднических предприятий в Беларуси может значительно сократиться. В этих условиях для производителя и для любого посредника важна современная грамотно спроектированная технология канала продвижения товара к конечному потребителю, которая снижает издержки, расширяет возможности в оказании дополнительных услуг и в конечном итоге повышает финансовый результат, что позволит смягчить последствия кризиса.



## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РУП «МАЗ»

Студент гр. 313715 Басалыга Е.В.,  
кандидат техн. наук, доцент В.А. Балашевич  
*Белорусский национальный технический университет*

Главной задачей отдела материально-технического обеспечения (МТО) является своевременное обеспечение структурных подразделений полуфабрикатами, сырьем, материалами и комплектующими изделиями. Наиболее актуальными для данного предприятия являются следующие направления совершенствования системы МТО.

1. Бесперебойное обеспечение производства комплектующими изделиями соответствующего качества согласно конструкторско-технологической документации. Для этого необходимо подчинить работу следующим правилам: осуществлять закупку комплектующих изделий строго по НТД, согласованной с поставщиком и оговоренной в договоре поставки; не допускать простоев производства из-за некомплектности, анализировать причины их возникновения и принимать соответствующие меры; согласовывать с поставщиками ежемесячные графики поставки и оплаты за поставленную продукцию; включать в договоры требования об ответственности за поставку некачественной продукции, за несвоевременную поставку или поставку сверх установленного объема заказа; разрабатывать совместно с поставщиками планы корректирующих действий по обеспечению качества и ритмичности поставок; производить оценку по итогам работы поставщика за отчетный период с отнесением его к соответствующей категории и разрабатывать мероприятия по анализу и улучшению работы с поставщиками.

2. Закупка качественных комплектующих изделий с учетом правил: включать в договоры поставки требования к качеству продукции, в том числе санкции за поставку некачественной продукции; по комплектующим изделиям с повторяющимися дефектами вести поиск альтернативных поставщиков с учетом приемлемой цены;

3. Работа по минимизации складских запасов по направлениям: приведение среднемесячного складского запаса в соответствие с нормами запаса; обеспечение оптимального объема заказа и уровня страховых запасов комплектующих изделий без превышения установленных норм запаса; исключение образования неликвидов и принятие мер по реализации имеющихся на складах неликвидов; обеспечение достоверности информации об остатках комплектующих изделий.

4. Внедрение и распространение принципов концепции «точно в срок» во всей системе МТО предприятия.

## ТЯНУЩИЕ И ТОЛКАЮЩИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОСТАВКАМИ

Студент гр. 313715 Жесько М.Ю.

кандидат техн. наук, доцент В.А. Балашевич

*Белорусский национальный технический университет*

Функционирование тянущих систем управления (ТВС), независимо от функциональной области их применения (закупки, производство, распределение), основано на использовании концепции «точно в срок».

Система управления на основе концепции ТВС – это философия и в то же время технические приемы. Она основана на том, что в любое звено логистической системы не должны поступать материалы, детали, комплектующие, готовая продукция пока в этом звене не возникнет необходимость в них.

Сущность системы «точно в срок» как тянущей системы заключается в том, что спрос на любом участке цепи определяется спросом, предъявленным в конце ее. Пока нет спроса в конце цепи, продукция не производится и не накапливается, не заказываются и не накапливаются комплектующие. Противоположностью данной системы является накопление запасов в ожидании спроса (толкающая система).

Отношения между поставщиком и покупателем, позволяющие применять систему поставок «точно в срок», должны носить характер длительной хозяйственной связи и строиться на долгосрочных контрактах. Лишь тогда можно достичь согласованности в вопросах совместного планирования, достичь необходимого уровня технико-технологической сопряженности, научиться находить экономические компромиссы.

Система ТВС предусматривает работу потребителей с гораздо более низким запасом, чем в условиях толкающих систем – традиционного снабжения. Следовательно, повышаются требования к надежности всех участников логистического процесса, в том числе и к транспортному звену. Поэтому, если в условиях традиционного снабжения при выборе перевозчика в первую очередь обращают внимание на перевозочные тарифы, то в системах ТВС предпочтение отдается перевозчику, способному гарантировать надежность соблюдения сроков доставки.

Применение системы ТВС позволяет резко сократить запасы как производственные так и товарные, а, следовательно, и потребность в складских мощностях, персонале. Кроме того, сокращаются страховые запасы, запасы в пути, текущие запасы, так как предметы труда поступают либо в цех, либо в торговый зал.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ

Студент группы 113616 Василевская А.М.,  
кандидат экон. наук, доцент А.Г. Ляхевич  
*Белорусский национальный технический университет*

Прогнозирование себестоимости новой продукции встречает некоторые трудности, вызванные необходимостью правильного обоснования уровней и соотношений цен на новую продукцию. В этих случаях предлагается использовать приближенные методы предварительного определения себестоимости. Наиболее распространенными из них являются следующие.

Метод удельных весов. Он основан на сопоставлении проектируемых изделий с их аналогами. При этом предполагается, что структура себестоимости сравниваемых изделий в известных пределах сохраняется. Метод позволяет уже на стадиях эскизного и технического проектирования с достаточной степенью точности определять величины прямых затрат и полной себестоимости, однако он не учитывает потребительских свойств изделий и нуждается в большом числе аналогов, а как правило, для инновационной продукции это достаточно проблематично, а в некоторых случаях и невозможно.

Метод рациональной функции достаточно прост, так как рациональная функция, выражающая пропорциональную зависимость себестоимости от одного (основного) параметра, может иметь вид удельных норм затрат на единицу параметра, но применение данного метода ограничено узкими группами изделий, ибо расчет затрат по одному, пусть даже главному параметру, не отражает всей совокупности потребительских свойств. К тому же зависимость себестоимости от технического параметра инновационного изделия не всегда может быть выражена целой функцией, что существенно осложняет расчеты.

Агрегатный метод применяется для прогнозирования себестоимости сложных устройств и систем, которые формируются, как правило, из уже применявшихся ранее функциональных узлов и блоков, а количество принципиально новых, входящих в проектируемое изделие, сравнительно невелико. Данный метод определения себестоимости удобен, но для инновационной продукции, содержащей большое количество нестандартных узлов, блоков, определение себестоимости данным методом достаточно сложно. А точность расчета себестоимости тем выше, чем больше количество заимствованных элементов и чем точнее определена их себестоимость.

Существуют также метод балльной оценки, метод сложного индекса качества, метод регрессивного анализа и др.

## ОСОБЕННОСТИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА МАЛЫХ И СРЕДНИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Студент гр.113616 Волнярская Ж.А.,  
ст. преподаватель Т.И. Серченя

*Белорусский национальный технический университет*

Состояние инновационной деятельности является важнейшим индикатором развития общества и его экономики – инновационная политика в большинстве стран является составной частью социально-экономической политики государства. Она направлена на создание благоприятного климата для осуществления инновационных процессов, являясь связующим звеном между «чистой» наукой и задачами производства. Однако наиболее уязвимыми при осуществлении инновационной деятельности являются малые и средние организации.

Успех инновационного менеджмента на малых и средних предприятиях зависит от того, удастся ли предприятию создать стимулирующие внутренние и внешние рамочные условия.

К внутренним рамочным условиям относятся: позиция руководителей высшего уровня; кадровая политика; организация и коммуникация; финансирование. К внешним рамочным условиям – консультации; финансовое стимулирование; стимулирование трансфера; инфраструктурные услуги; кредиты и кредитная помощь.

В современных условиях особую значимость для малых и средних предприятий приобретает использование внешнего потенциала знаний в форме технологического трансфера и консультаций. Наиболее предпочтительны следующие формы трансферных услуг:

- выдача и получение заказов по линии самостоятельных и независимых научно-исследовательских организаций и институтов;
- коллективные исследования и научно-исследовательская кооперация;
- использование технологических банков данных и услуг государственных консультационных учреждений.

Вопросы слабости финансовой базы для малых и средних предприятий в рамках реализации инновационных проектов могут быть разрешены благодаря целевому планированию, которое находит отражение в соответствующей концепции финансирования. Такие предприятия могут воспользоваться государственной помощью или прибегнуть к формам финансирования долевого участия. Решающее значение имеет заблаговременное финансовое планирование с определением потребностей в финансовых средствах по всем фазам инновационного процесса, чтобы гарантировать их обеспечение в нужные сроки.

**РОЛЬ НАЛОГОВОЙ СИСТЕМЫ В ЭФФЕКТИВНОМ  
РАЗВИТИИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА**

Студент гр.113616 Казачинская Е.А.,  
ст. преподаватель О.В. Козленкова

*Белорусский национальный технический университет*

В условиях мирового экономического кризиса при снижении спроса на отечественную продукцию со стороны зарубежных потребителей основным механизмом, способным обеспечить дальнейшее развитие национальной экономики является институт частного предпринимательства. Именно раскрепощение предпринимательства может компенсировать потери от экономического кризиса, ухудшения внешних условий торговли и инвестирования. В современных условиях предпринимательство способно не только сохранить имеющиеся, но и создать сотни тысяч новых рабочих мест, провести модернизацию производства и вывести экономику на новый уровень развития. В то же время в стране существуют преграды для развития частной инициативы. Среди них – отсутствие механизмов саморегулирования рынка и наличие государственного контроля цен, ограничение на заработную плату путем ее распределения между эффективными и неэффективными сотрудниками рамками тарифных сеток, сложный документооборот. Но главным барьером на пути развития предпринимательства, как отмечают многие специалисты, является репрессивный характер налоговой системы. В то же время необходимо отметить, что государство в сравнении с прошлыми годами пошло навстречу бизнесу. Упрощенная система налогообложения становится более привлекательной для субъектов хозяйствования. Государство снизило ставки налога при ее применении и упростило административные процедуры. Кроме того, были приняты следующие меры по либерализации налоговой системы:

- Снижена ставка сбора в Республиканский фонд поддержки производителей сельхозпродукции;
- Установлены единые ставки местного налога с продаж;
- Отменен налог на операции с ценными бумагами;
- Упрощен механизм исчисления подоходного налога и НДС;
- Снижена ставка единого налога;
- Введен мораторий на проведение проверок.

В будущем планируется дальнейшее совершенствование налоговой системы, в частности с 2010 года намечается полная отмена оборотных налогов. Многие эксперты признают, что меры, принятые государством на пути становления прогрессивной налоговой системы, придадут существенный импульс для развития предпринимательской инициативы у нас в стране.

## ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АМОРТИЗАЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Студент гр. 113616 Пресняк Д.А.,

кандидат экон. наук, доцент Г.Т. Максимов

*Белорусский национальный технический университет*

Каждое предприятие обладает производственным капиталом, который состоит из основного и оборотного капитала. На промышленных предприятиях на долю основного капитала (основных фондов) приходится более 70 % производственного капитала. Следовательно, основной капитал является важнейшим фактором и ресурсом производства. Улучшение использования основного капитала (основных фондов) предприятия – одна из главных составляющих повышения эффективности его работы.

Важнейшим направлением улучшения использования основного капитала (основных производственных фондов) является правильный выбор амортизационной политики. Амортизационная политика предполагает выбор методов амортизации для различных групп и отдельных объектов основных фондов. Нормативные сроки службы по группам основных фондов в настоящее время регламентируются правительством и являются единым для всех объектов хозяйствования. Однако данный вопрос также нуждается в углубленном изучении.

В настоящее время особое внимание уделяется амортизации основных производственных фондов предприятия, её сущности, методам оценки и начисления. Также немаловажное место занимает проблема физического износа основных производственных фондов. Функционируя в процессе производства, основные фонды постепенно утрачивают свою потребительную стоимость, а вместе с ней и стоимость. При этом чем интенсивнее протекает процесс износа (снашивания), тем большую часть своей стоимости они утрачивают.

Различают линейный, нелинейный и производительный способы начисления амортизации.

Линейный способ начисления амортизации заключается в равномерном (по годам) начислении амортизации на протяжении срока полезного использования объекта основных средств.

Нелинейный способ начисления амортизации (способ ускоренной амортизации) заключается в неравномерном (по годам) начислении организацией амортизации в течение срока полезного использования объекта основных средств.

Метод суммы чисел лет состоит в том, что для каждого года эксплуатации объекта основных средств рассчитывается своя норма амортизационных отчислений.

## ПРОДВИЖЕНИЕ ЛИЗИНГА НА РЫНКЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Студент гр.113616 Рубина Н.Д.,  
ст. преподаватель О.В. Козленкова

*Белорусский национальный технический университет*

Экономика Республики Беларусь стоит в настоящее время перед необходимостью широкомасштабного обновления основных средств, износ средств производства многих предприятий приблизился к абсолютному. В сложившейся ситуации одним из наиболее эффективных инструментов финансирования реального сектора экономики является лизинг.

Лизинг имеет ряд преимуществ, как для лизингодателя, так и для лизингополучателя. К основным преимуществам лизингополучателя относятся: 1) смягчение проблемы ограниченности ликвидных средств; 2) существование налоговых льгот и других инвестиционных стимулов; 3) упрощенная процедура получения активов на условиях; 4) лизинг, в отличие от кредитования, не требует обеспечения сделки; 5) выплата лизинговых платежей осуществляется только после установки, наладки и пуска оборудования. Правительство Республики Беларусь отказалось от лицензирования этого вида деятельности и ограничения размера уставного фонда лизинговых компаний. Предмет лизинга имеет высокую ликвидационную стоимость за счет ускоренной амортизации. Инвестиции в форме имущества снижают риск невозврата средств.

Проводя сравнение размеров лизинговых выплат и арендных платежей за аренду станка первоначальной стоимостью в 20000000 рублей необходимо отметить существенную разницу в ежегодных выплатах лизингодателю и арендодателю. Сумма лизинговых выплат за 5 лет составят 31800000 рублей, а арендных платежей – 36530694 рубля. Соответственно; экономия денежных средств составляет 4730694 рубля.

К проблемам, сдерживающим развитие лизинга в РБ, следует отнести:

1) высокая ставка рефинансирования, установленная Национальным банком Республики Беларусь; 2) недостаточная проработка вопросов политики валютного регулирования; 3) наличие ряда проблем, связанных с недостаточным учетом особенностей лизинга при разработке некоторых нормативных документов; 4) несогласованность ряда документов в вопросах возможности привязки цены лизинговых услуг к иностранной валюте.

Располагая рядом достоинств, лизинг в условия применения действующей нормативно-правовой базы позволяет обеспечить сбалансированность интересов всех его участников и может стать одним из важнейших механизмов финансирования реального сектора экономики, в первую очередь малых и средних предприятий Республики Беларусь.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

Студент гр.113616 Степанюк О.В.,  
ст. преподаватель Т.И. Серченя

*Белорусский национальный технический университет*

Определение стоимости объектов интеллектуальной собственности (ОИС) означает оценку их потребительской стоимости, в понятие которой входят внешние признаки, научно-техническая значимость, производственные характеристики, новизна, изобретательский уровень, преимущества перед аналогами, заложенная в ОИС способность приносить дополнительную прибыль при промышленном использовании. В основе оценки стоимости ОИС лежат следующие исходные принципы: 1) принцип окупаемости; 2) принцип ограничения по доходу; 3) принцип денежных потоков.

Вопросы оценки стоимости ОИС в Республике Беларусь регулируются Государственным стандартом «СТБ/ОР 52.5.01.2007 Оценка стоимости объектов интеллектуальной собственности» и Методическими рекомендациями по оценке стоимости в составе нематериальных активов, 1998 г.

В соответствии с СТБ/ОР 52.5.01-2007 возможно использование трех основных подходов к оценке стоимости ОИС: затратный, доходный и сравнительный, или рыночный.

Затратный подход основан на оценке суммы затрат на создание, приобретение и введение в гражданский оборот объекта, а также патентование и юридическое оформление объекта. Доходный подход основан на оценке по уровню дополнительного дохода, получаемого предприятием от использования объекта. Он опирается на восстановление причинной связи между функциональными свойствами ОИС, введенного в гражданский оборот, и связанными с ним будущими доходами. Сравнительный, или рыночный, подход к оценке ОИС возможен тогда, когда у покупателя и продавца есть возможность выбора (оценка по стоимости выбранного аналога). На практике методы расчета выбирают исходя из целей и условий использования ОИС. Оценка производится для: 1) коммерческого использования ОИС на договорной основе; 2) коммерческих операций с ОИС на односторонней основе; 3) использования в качестве нематериальных активов предприятия; 4) их комплексной оценки.

Однако принципиально важной при определении стоимости ОИС является оценка степени реализации способности давать дополнительную прибыль при промышленном использовании. В силу этого должны быть различными и подходы к определению стоимости ОИС, используемых в производстве или имеющих реальные перспективы такого использования, и разработок, и не нашедших промышленного применения.



## ПЛАНИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Студент гр. 113616 Терещенко Е. А.,  
кандидат экон. наук, доцент А.Г. Ляхевич  
*Белорусский национальный технический университет*

Планирование работы предприятий, как одна из важнейших функций управления, должно охватывать все аспекты их деятельности. Это в первую очередь относится к инновационной деятельности. Первоочередное внимание должно уделяться развитию и активизации инновационной деятельности на предприятии, развитию производства на основе воплощения результатов научных исследований.

Планирование инновационной деятельности предприятия не может и не должно сводиться к выполнению директивных установок по этому вопросу, а должно быть направлено, прежде всего, на решение конкретных задач общей и функциональных стратегий предприятия в плановом периоде для обеспечения других параметров его развития.

Поскольку инновационная деятельность значительно отличается от обычного производства, традиционные приемы планирования не могут обеспечить корректных показателей за плановый и фактический периоды. Поэтому при планировании инновационной политики используют как общие подходы к планированию, так и специфические для инновационной деятельности принципы (целесообразности, системности, адаптивности, прочности).

Быстрые и неожиданные изменения внешней среды усиливают требования к качеству инновационного планирования, т.к. не готовность к тем или иным событиям может быть трагичной для предприятия.

Планированию инновационного развития предприятия присущ характер неопределенности и эффективность планирования в данном случае может определяться наличием нескольких вариантов достижения одной и той же цели и критериальной основе отбора лучшего из них.

Специфической особенностью внедрения инновационных проектов на предприятии является необходимость обеспечения постоянной связи между всеми этапами осуществления инноваций и согласование действий служб предприятия, непосредственно участвующих в инновационном процессе (службы НИОКР, маркетинга, производственного отдела, финансовых служб), а также мониторинг рыночной конъюнктуры.

Данные требования позволяют перейти к быстрому реагированию на сложившуюся ситуацию. А значит, по максимуму извлекать выгоды из ситуации внешней среды.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ПРИБЫЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Студент гр. 113616 Федотова М.В.,  
кандидат экон. наук, доцент Г.Т. Максимов  
*Белорусский национальный технический университет*

Функционирование предприятия в условиях рынка определяется его финансовыми результатами независимо от видов деятельности и форм собственности. Финансовые результаты – это итог деятельности любого предприятия за определенный период. Положительный финансовый результат, то есть прибыль – это то, к чему оно должно стремиться, это положительная оценка, которую предприятию дал рынок. Основной целью деятельности любого предприятия является получение прибыли. Прибыль – конечный финансовый результат, характеризующий производственно-хозяйственную деятельность всего предприятия, то есть является основой экономического развития предприятия. Рост прибыли создает финансовую основу для самофинансирования деятельности предприятия, осуществляя расширенное воспроизводство. Предприятия являются основными звеньями хозяйствования и формируют основу экономического потенциала государства. Поэтому, чем прибыльнее предприятие, тем стабильнее его доход, тем больше его вклад в социальную сферу государства. Следовательно, вопрос уровня прибыльности предприятия требует особого внимания.

Отражение всех направлений работы предприятия осуществляется с использованием финансового анализа, целями которого являются:

- оценка финансового положения;
- выявление изменений в финансовом состоянии в пространственно-временном разрезе;
- выявление основных факторов, вызвавших изменения в финансовом состоянии;
- прогноз основных тенденций в финансовом состоянии.

Оценка роли и влияние отдельных факторов на финансовые результаты предприятия осуществляется, как правило, с использованием индексного факторного анализа. Так прибыль от реализации товарной продукции в общем случае находится под воздействием таких факторов, как изменение: объема реализации; структуры продукции; отпускных цен на реализованную продукцию, коэффициентов отгрузки и реализации.

Общее изменение прибыли отчетного года (балансовой прибыли) зависит от изменения составных элементов, расчет влияния которых производится путем сравнения фактических уровней с плановыми (базисными).

**ВЕНЧУРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ФАКТОР  
ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Студент гр. 113616 З.В. Юрчик,  
кандидат экон. наук, доцент Гурина Е.В.  
Белорусский национальный технический университет

Мировое сообщество в настоящее время уверенно переходит в ту стадию развития экономики, которая называется «экономика, основанная на знании» (Knowledge based economy). Поэтому особенное значение имеет не только финансирование собственно знаний, но и превращение знания в эффективное производство. Развитие цивилизованных рыночных условий приводит к формированию альтернативных источников средств - венчурных инвестиций, или инвестиций в проекты с высоким риском.

Венчурный капитал составляет основу финансирования новых технологий, новых отраслей промышленности, новых экономик, в то время как традиционный капитал не способен финансировать фирмы, основанные на новых технологиях или рискованные инновационные проекты. Это объясняется особенностями венчурного капитала: 1) в случае венчурного финансирования необходимые средства могут предоставляться под перспективный проект без каких - либо гарантий, т.е. рискоинвесторы идут на разделение финансового риска вместе с предпринимателем; 2) многие инновационные проекты начинают приносить прибыль не раньше, чем через три - пять лет, поэтому венчурное инвестирование рассчитано на долговременное отсутствие ликвидности; 3) рискованные капиталовложения осуществляются, как правило, в самых передовых направлениях научно - технического прогресса, и венчурные фонды готовы вкладывать средства в новые наукоемкие разработки, ведь именно здесь скрыт самый большой потенциальный резерв получения прибыли; 4) инвесторы не ограничиваются только предоставлением финансовых средств: они активно участвуют в управлении новой фирмой, что снижает степень риска и увеличивает норму прибыли на капиталовложения.

Объем венчурного капитала не так уж велик в сравнении с инвестиционными средствами мировой экономики, но он очень важен для успешного развития технологически ориентированных стран. Это подтверждается тем фактом, что все фирмы, входящие в первую сотню крупнейших компаний, вставали на ноги благодаря венчурному капиталу, в том числе, и находящиеся постоянно на первых местах Майкрософт и Сиско.

Необходимость внедрения механизмов венчурной деятельности в экономику Республики Беларусь, как инструментов для достижения приоритетной цели - инновационного развития страны, отражена в утвержденной Указом Президента Республики Беларусь программе инновационного развития на 2007-2010 гг.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-РЕКЛАМНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Студент гр. 113626 Безрукова И.В.  
ст. преподаватель Е.С. Третьякова

*Белорусский национальный технический университет*

Определение эффективности рекламной деятельности является актуальной задачей для предприятий Республики Беларусь.

При определении экономической эффективности рекламы исследуются:

1. Товарооборот:
  - до проведения рекламной кампании в определенном временном периоде;
  - в определенном рекламном периоде;
  - в определенном периоде после окончания рекламной кампании.
2. Средний дневной оборот во всех рассмотренных периодах.

Об экономической эффективности рекламы можно также судить по тому экономическому результату, который был достигнут от применения рекламного средства или проведения рекламной кампании. Экономический результат определяется соотношением между прибылью от дополнительного товарооборота, полученного под воздействием рекламы, и расходами на нее.

Как правило, экономическая эффективность рекламы зависит от степени ее психологического воздействия на человека. Только учитывая особенности человеческой психики, можно усилить эффективность рекламного обращения.

Эффективность психологического воздействия рекламных средств характеризуется числом охвата потребителей, яркостью и глубиной впечатления, которые эти средства оставляют в памяти человека, степенью привлечения внимания. Эффективность психологического воздействия рекламы на потребителя можно определить путем наблюдений, экспериментов, опросов.

Для определения эффективности того или иного рекламного средства составляются анкеты. Анализ полученных ответов позволяет сделать соответствующие обобщения и выводы.

Данные об эффективности психологического воздействия рекламы позволяют прогнозировать ее действенность.

Таким образом, это позволяет сделать вывод, что исследование эффективности использования психологического воздействия рекламы в конечном итоге влияет на повышение экономической эффективности.

## ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИЯМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Студент гр.113626 Грудько А. С.,  
доктор экон. наук, профессор М.В. Радиевский  
*Белорусский национальный технический университет*

Предприятия Республики Беларусь в настоящее время решают сложные научно-производственные задачи и продолжают расширять и укреплять производственный потенциал, чтобы удовлетворить потребительский спрос населения и обеспечить достойные позиции в мировой экономике.

Речь идет о глубоком преобразовании производственной структуры, обновлении и расширении ассортимента продукции, улучшении товарного наполнения внешнеторгового оборота.

Эффективные инновации должны быть технически совершенны, экологически чисты, экономически обоснованы и социально ориентированы. Инновационная стратегия на всех уровнях становится обоснованной и выгодной лишь тогда, когда она направлена на достижение социальных целей, связанных с удовлетворением нормальных потребностей человека в благоприятных условиях труда, необходимых материальных и культурных благах, обеспечением чистой и благоприятной экологии.

Эффективная организация предпринимательской деятельности в условиях рыночной экономики может быть достигнута лишь тогда, когда она базируется на инновациях, на выпуске новых высококачественных товаров и учитывает спрос потребителей, емкость рынка выпускаемой продукции. Бизнес или экономическая деятельность фирмы будет успешным, если он нацелен на получение прибыли путем создания и внедрения инноваций, новой продукции и услуг, пользующихся спросом покупателей на рынке.

На основе технико-экономического анализа производства и оценки сложившейся экономической ситуации формируется инновационная стратегия предприятия, которая позволит обеспечить целенаправленное управление прогрессивными изменениями в качестве выпускаемой продукции, технологии ее изготовления, организации и регулировании экономических процессов с учетом требований рынка и внешней среды.

Таким образом, бизнес-план является средством решения экономических, технических социальных проблем практической организации бизнеса на предприятии, а также методическим руководством для формирования квалифицированного специалиста по бизнесу, умеющего анализировать экономические проблемы предприятия, ставить задачи и вырабатывать способы их эффективного решения.

**СТИМУЛИРОВАНИЕ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИЙ**

Студент гр. 113626 Королева С.В.,  
ст. преподаватель М.В. Минько

*Белорусский национальный технический университет*

В современном мире наука стала одним из важнейших инструментов обеспечения поступательного экономического развития. Это объясняется тем, что: 1) способность генерировать и внедрять достижения научно-технического прогресса превращается в один из факторов обеспечения конкурентоспособности как национальной экономики в целом в глобальной конкурентной среде, так и отдельных товаропроизводителей на конкретных рынках; 2) в настоящее время наука сама по себе превратилась в специфическую сферу товарного производства, которая производит очень дорогостоящий товар – объекты интеллектуальной собственности.

Внедрение и использование инноваций выступают гибким индикатором инновационного климата в стране. Темпы роста реализации инновационной продукции в течение последних трех лет превышают рост затрат на научные исследования и разработки в 1,2–1,3 раза, что является свидетельством направленности отраслей промышленности и науки на коммерциализацию инноваций. Основными направлениями стимулирования коммерциализации инноваций являются: 1) обеспечение приоритетности государственной поддержки науки и разработки наукоемких технологий, доведения расходов на науку до уровня 1,8 % ВВП как порогового значения; 2) совершенствование формирования и использования отраслевых инновационных фондов в обеспечении проведения и коммерциализации нововведений; 3) формирование нормативной базы функционирования системы венчурного финансирования инновационных проектов; 4) развитие малого инновационного предпринимательства путем формирования благоприятных условий для его образования и функционирования; 5) совершенствование методики оценки коммерческой ценности новой продукции или технологии (особенно на ранних стадиях разработки) и т.д.

Условиями, при которых предприятия занимаются коммерциализацией инноваций и на основе их разрабатывают новые товары, являются: угроза устаревания существующих продуктов; возникновение новых потребностей у покупателей; смена вкусов и предпочтений потребителей; сокращение жизненного цикла товаров; ужесточение конкуренции.

Переход экономики на инновационный тип функционирования может быть реализован при достижении производством соответствующего уровня развития, который определяется как внутренними факторами – состоянием производственной базы, кадровым потенциалом, – так и внешними, главным из которых является уровень наукоемких технологий, поступающих на рынок из научно-технического сектора экономики.

**ОСОБЕННОСТИ УЧЕТА И ОЦЕНКИ  
НЕМАТЕРИАЛЬНЫХ АКТИВОВ**

Студент гр. 113626 Левкович О.В.,  
ст. преподаватель О.В. Козленкова

*Белорусский национальный технический университет*

С развитием рыночных отношений, быстротой и масштабностью технологических изменений невозможно обеспечить конкурентоспособность лишь за счет использования материальных и финансовых факторов, которые становятся общедоступными для большинства организаций. В этих условиях особый интерес у участников экономических отношений вызывают вопросы, связанные с использованием в деятельности организаций факторов нематериального характера как инструментов повышения их доходности и конкурентоспособности. Наличие в составе внеоборотных средств нематериальных активов увеличивает рыночную стоимость организации, повышает ее инвестиционную привлекательность, защищает от недобросовестной конкуренции, и т.д.

Нематериальные активы представляют собой совокупность объектов долгосрочного пользования (свыше 1 года), не имеющих материально-вещественной формы, но необходимых предприятиям и организациям для эффективного осуществления хозяйственной деятельности. Они обладают стоимостью и способностью приносить организации доход. К нематериальным активам могут быть отнесены следующие объекты: объекты интеллектуальной собственности (исключительное право патентообладателя на изобретение, промышленный образец, полезную модель, на товарный знак и знак обслуживания, наименование места происхождения товаров и т.д.); деловая репутация организации. В состав нематериальных активов не включают интеллектуальные и деловые качества персонала организации, их квалификацию и способность к труду, поскольку они неотделимы от своих носителей и не могут быть использованы без них.

Однако учет и оценка нематериальных активов всегда вызывали много споров. Несвершенство законодательной базы, отсутствие четкой классификации объектов нематериальных активов, недостаточная теоретическая разработанность методик учета, анализа и аудита объектов нематериальных активов - эти и другие проблемы становятся сегодня весьма актуальными для исследования. Правила формирования в бухгалтерском учете и бухгалтерской отчетности информации о нематериальных активах организаций устанавливает Положение по бухгалтерскому учету нематериальных активов (национальный стандарт) и постановление Министерства финансов Республики Беларусь от 20.12.2001 г. № 128 Инструкция по бухгалтерскому учету нематериальных активов.

## ПОСТРОЕНИЕ ИННОВАТИВНЫХ СТРУКТУР УПРАВЛЕНИЯ

Студент гр. 113626 Насанович Е.Ю.,  
ст. преподаватель М.В. Минько

*Белорусский национальный технический университет*

Одна из причин неудач в коммерческом использовании инноваций кроется в устаревшем подходе к управлению инновационной деятельностью (ИД). На результативность деятельности предприятия существенно влияют оказывают управление процессом функционирования и организационная структура, в рамках которой этот процесс осуществляется.

Мы неизбежно приходим к необходимости большей или меньшей реорганизации системы управления ИД предприятия. Классическая линейно-функциональная структура, характерная практически для всех белорусских предприятий, ориентирована на выполнение определенной функции. Ответственность сотрудников такой структуры ограничена утвержденными функциями. Круг задач, подлежащих выполнению, не меняется, работы выполняются в стабильных оргструктурах. Основная задача руководителя заключается в оптимизации деятельности подразделения. Успех определяется достижением промежуточных функциональных результатов, условия и ситуации изменяются в ограниченных пределах. Менеджер вынужден действовать в рамках оргструктуры, совершенно не приспособленной к ИД.

Для эффективной реализации рыночных задач, стоящих перед предприятием, необходимо разработать систему управления ИД, основа которой – разбиение сложного процесса на простые компоненты на основе проектного подхода и выстраивание своеобразного управленческого «конвейера». Это дает целый ряд эффектов: работа из процесса превращается в целенаправленное движение, снижаются требования к квалификации персонала, возрастает производительность труда, снижается количество ошибок, обеспечивается гибкость в использовании ресурсов и соответствие требованиям рынка. Для реализации такого подхода необходимо детально сформулировать правила работы предприятия, в основных чертах общие для всех компаний инновационной направленности.

В настоящее время выделяют следующие принципы построения инновативных структур управления: 1) децентрализация управления инновациями; 2) перемещение лабораторий НИОКР и маркетинговых центров непосредственно на потенциальные рынки сбыта; 3) развитие внутри компании только прикладных научных исследований и тесная интеграция с НИИ и университетами; 4) создание на предприятиях единых подразделений по управлению нововведениями; 5) переход к адаптивным и интегральным оргструктурам; 6) активное использование внутрифирменных венчурных подразделений.



**ОСОБЕННОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Студент гр.113626 Никита Е.В.,

кандидат экон. наук, доцент Гурина Е.В.

*Белорусский национальный технический университет*

Чем сложнее ситуация на рынке, тем более жесткую форму принимает конкуренция. В таких условиях динамичное развитие обеспечено только компаниям с четким позиционированием. Главное – смотреть не только на конкурентов, но и на себя и своего потребителя.

Секрет успеха заключается в том, что сегодня действия любого предприятия на любом рынке должны в итоге складываться в один вектор. Этот вектор – позиционирование, или, другими словами, поиск своего клиента, создание спроса на свой товар у определённой группы потребителей, это размещение его в желаемом месте в сознании потребителей, когда, думая о вашем товаре, люди представляют себе строго определённые выгоды.

Позиционирование осуществляется по следующей схеме:

- кто является целевой аудиторией;
- какое предложение следует сделать этой аудитории;
- наиболее привлекательная мотивировка;
- какие доказательства необходимо привести;
- какое впечатление, образ необходимо создать.

В готовом виде правильно построенная позиция марки обычно принимает такую форму: для -(целевой рынок)- марка X является -(определение бизнеса)-, предоставляющей вам -(точки отличий/ключевая выгода). Например: «Для производителей компьютеров компания Intel является поставщиком самых быстрых и надежных микропроцессоров».

В начале пути (планы по реализации занимают 12–18 месяцев) позиционирование может носить не столько материальный, реализовавшийся характер, сколько призвано вызывать в людях интерес и желание. Но если по истечении указанного срока предприятие все еще не «стало» тем, о чем заявляет, потребители начинают терять веру в то, что оно способно выполнить свои обещания. И здесь начинается важный этап: необходимо определить направления конкретных действий

Если предприятие игнорирует необходимость позиционирования, его место в сознании потребителей определяют конкуренты, руководствуясь своими интересами. В некоторых случаях позиционирование становится важнейшим этапом в стратегии управления активами марки. Кроме того, понимание занимаемых маркой позиций является условием уверенности, четкости мышления и чувства направления её работников.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОНЯТИЯ БРЕНДИНГ

Студенты гр. 113626 Никонова Ю.А., Гаврилова М.А.,  
ст. преподаватель Е.С. Третьякова

*Белорусский национальный технологический университет*

Брендинг – деятельность по разработке марки продукта, продвижению на рынок и обеспечению ее престижности, и мониторинг на соответствие марки требованиям рынка.

Задача брендинга – повысить осведомленность потребителей и включиться в товар.

Сегодня брендинг стал настолько мощным маркетинговым оружием, что практически все – от соли до лимонного сока – брендированные продукты. Рассмотрим основные преимущества, которые получает продавец, брендируя свою продукцию:

- Брендинг упрощает процесс обработки заказов и отслеживания проблем;

- Бренд и торговая марка обеспечивают законодательную защиту уникальных свойств продукта;

- Брендинг предоставляет возможность создания лояльной и прибыльной группы постоянных потребителей;

- Брендинг помогает продавцу сегментировать рынок;

- И, наконец, сильные позиции на рынке помогают создавать мощный корпоративный имидж, что здорово упрощает процесс вывода на рынок новых продуктов.

Существует множество методик определения стоимости бренда. Наиболее точным и верным определением нам представляется следующее:

«Бренд стоит столько, сколько за него готовы заплатить».

Особенностью продвижения бренда является необходимость его целостности – все этапы продвижения должны быть логически связаны и органично продолжаться друг друга. Целью стратегии продвижения бренда должна являться интеграция духа бренда и целевой аудитории продукта, предлагаемого под этим брендом. Только так результатом станет не просто успешный бренд, а эффективный бренд.

Сила каждого бренда живет в сознании потребителя и в ценности его потребительского имиджа, поэтому чем больше Вы знаете о достоинствах и недостатках Вашего бренда в глазах потребителя, тем больше у Вас шансов скорректировать процесс развития Вашего бренда и обеспечить ему достойное место на рынке.

## ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Студент гр. 113626 Сакович О.В.

кандидат экон. наук, доцент А.Г. Ляхевич

*Белорусский национальный технический университет*

Можно выделить следующие основные проблемы инновационной среды республики, нерешенность которых негативно влияет на развитие отечественного инновационного потенциала:

1) отсутствие системной, четко структурированной законодательной базы для осуществления всех стадий инновационной деятельности (ИД);

2) наличие низкого спроса со стороны реального сектора экономики на перспективные результаты научно-технической деятельности, отсутствие сложившегося рынка инновационной продукции;

3) слабость кооперационных связей между научными организациями, учреждениями образования и производственными предприятиями;

4) неразвитость современных форм инновационного менеджмента и коммерциализации нововведений;

5) низкая инновационная активность ведущих промышленных предприятий республики;

6) недостаток информации о новых технологиях и возможных рынках сбыта инновационного продукта;

7) устаревший подход к управлению ИД;

8) низкая инновационная культура населения и предпринимателей;

9) отсутствие специалистов высшей квалификации с современными и обновляемыми знаниями и профессиональной компетенцией;

В качестве барьеров на пути инноваций выступают также недостаточный уровень наукоемкости ВВП, высокая налоговая нагрузка на субъекты ИД и другие. Решение этих проблем, как показывает зарубежный и отечественный опыт, возможно посредством формирования и развития современной национальной инновационной системы Беларуси рыночного типа.

Программа социально-экономического развития РБ на 2006–2010 гг. предусматривает переход страны на инновационный путь развития и построение инновационной экономики – экономики, основанной на знаниях. Для решения данной задачи требуется создание правовой базы, обеспечивающей формирование и эффективное функционирование национальной инновационной системы. Развитие Беларуси на современном этапе невозможно без практического использования накопленного колоссального научно-технического потенциала. Эта задача является сложной и масштабной, требующей организационных, управленческих усилий и результатов напрямую будет зависеть от уровня инновационного менеджмента.

## ИННОВАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

Студент гр. 113626 Юрчик Е.Н.,  
ст. преподаватель М.В. Минько

*Белорусский национальный технический университет*

Инновационная инфраструктура (ИИ) рассматривается как важнейший сегмент современной Национальной инновационной системы Республики Беларусь. В настоящее время в республике функционирует 10 организаций, относящихся по уставной деятельности к технологическим паркам, Республиканский центр трансфера технологий и его региональные подразделения, бизнес-инкубаторы. В целом в республике создано более 80 различных структур, работающих в сфере информационного, консультационного, организационного и иного обеспечения инновационной деятельности.

Основными задачами в области развития ИИ является:

– создание и тиражирование положительно зарекомендовавших себя объектов инфраструктуры (центров трансфера технологий, инновационно-технических центров и др.), создание недостающих звеньев и объектов ИИ (достраивание «технологических коридоров»), обеспечивающих быстрое продвижение инноваций от исследований к коммерциализации и выпуску промышленной продукции;

– организация ИИ территорий с высокой концентрацией научного потенциала, а также инвестиций негосударственных инвесторов;

– создание и укрепление корпоративных вертикально и горизонтально интегрированных структур (крупных корпораций) в научно-технической и производственно-технологической сферах в целях организации инновационных процессов в приоритетных направлениях развития науки, технологий и техники;

– создание «бирж высоких технологий» в целях проведения торгов опционов на право приобретения прав на результаты научно-технической деятельности;

– обеспечение подготовки и повышения квалификации специалистов органов управления и работников инновационных структур и т.д.

Процесс создания и развития ИИ в Беларуси идет успешно, однако, недостаточными темпами. Главный фактор, тормозящий этот процесс, – отсутствие должной координации работ при выполнении этой сложной комплексной задачи. Для практической реализации системного подхода к развитию ИИ необходима координация усилий органов исполнительной власти, научно-исследовательских организаций, промышленности в решении всех указанных выше задач. Это позволит выстроить целостную систему, обеспечивающую продвижение получаемых новых знаний к рынку по всему инновационному циклу.

## ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКЛАМНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Студент гр. 113627 Белых Е.С.,  
ст. преподаватель Е.С. Третьякова  
*Белорусский национальный технический университет*

Определение эффективности является необходимым условием правильной организации и планирования рекламной деятельности фирмы, рационального использования труда и материальных средств, расходовемых на рекламу.

Эффективность рекламы может быть оценена по двум взаимосвязанным направлениям: экономическая и психологическая эффективность.

Психологическая эффективность рекламы – это степень влияния рекламы на человека (привлечение внимания покупателей, запоминаемость, воздействие на мотив покупки и др.). Характеризуется числом охвата потребителей, яркостью и глубиной впечатления, степенью привлечения внимания.

Для изучения эффекта психологического воздействия рекламы используются методы, основанные на учете и оценке характера воздействия отдельных средств рекламы на человека. Основными методами изучения эффективности психологического воздействия рекламы являются: наблюдение, эксперимент и опрос.

Метод наблюдения позволяет оценивать психологическое воздействие рекламы в непосредственном общении потребителя с определенным рекламным средством.

Метод эксперимента дает возможность определить степень влияния рекламы в искусственно созданных условиях, необходимых экспериментаторам.

Метод опроса позволяет выяснить непосредственно у самого покупателя его отношение не только к рекламному средству в целом, но и к отдельным составным элементам этого средства. Данный метод трудоемок, однако, наиболее эффективен.

При использовании вышеперечисленных методов можно получить конкретные численные данные об эффективности психологического воздействия рекламы, позволяющие прогнозировать ее действенность.

Таким образом, исследование эффективности рекламы должно быть направлено на получение 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.

**МЕДИАПЛАНИРОВАНИЕ НА ТЕЛЕВИДЕНИИ**

Студент гр. 113627 Захаревич О.Н.,

ст. преподаватель Е.С. Третьякова

*Белорусский национальный технический университет*

Медиапланирование представляет собой процесс выбора телеканалов, программ, времени, места выхода роликов, а также продолжительности размещения на основе анализа размера и структуры аудитории средств рекламы.

Медиапланирование отвечает одной из трех основных целей:

- информирование людей (о наличии товара в продаже, о деятельности фирмы, о выходе фирмы на рынок и т.д.);
- убеждение потенциального потребителя;
- наличие некоторых действий со стороны потребителя после контакта (или контактов) с рекламой;

Медиапланирование имеет собственную специфику:

- средние и мелкие рекламодатели очень часто некорректно формулируют цель рекламной кампании;
- существует большая проблема с информацией о медиапредпочтениях местных потребителей рекламы и с данными мониторинга;
- в регионах очень мало профессионалов по медиапланированию, которые могут разработать нормальный медиаплан;
- специальное программное обеспечение, обычно применяемое при разработке медиапланов, в регионах фактически невозможно задействовать как по финансовым причинам (подобные программы могут стоить больше, чем затраты на рекламную кампанию), так и по причине отсутствия местной медиаинформации, необходимой для таких программных продуктов, и специалистов, которые могли бы с ними работать.

Для того чтобы рекламная кампания была эффективной необходимо, чтобы целевая аудитория увидела ее достаточное количество раз для принятия решения о покупке.

Любая рекламная кампания обязана начинаться с целеполагания. Следовательно, к этапу медиапланирования необходимо четко определить целевую аудиторию и охарактеризовать ее с точки зрения местонахождения, пола, возраста, образа жизни и типа занятости.

Медиапланирование – это единственный механизм, позволяющий говорить об эффективности рекламы на базе точного расчета. И, соответственно, единственная возможность не расходовать свой рекламный бюджет на ветер.

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Студент гр.113627 Селицкая Д.П.,

кандидат экон. наук, доцент Е.В. Гурина

*Белорусский национальный технический университет*

Экономика, основанная на знаниях, предполагает наличие не только новых знаний и высокотехнологичных отраслей, но и способности страны правильно их использовать для создания конкурентоспособной продукции и управление ее производством. Наиболее эффективно научно-технические знания используются в рамках национальной инновационной системы (НИС).

В нашей стране происходит постепенное понимание значимости создания качественной и непрерывной НИС. На данный момент созданы условия, при которых результаты научно-технической деятельности успешно реализуются в производстве в виде технологических инноваций, заложены основы формирования развернутой инновационной системы, сохранен значительный научно-технический потенциал.

Процесс создания качественной и эффективной НИС сталкивается с множеством проблем: обеспечением непрерывности использования инноваций в научно-инновационном цикле, проблемами внедрения и коммерциализации инноваций, развитием малого предпринимательства, проблемами в управлении формированием и развитием инновационной системы. Для их решения необходимо четко знать, какими ресурсами для осуществления инновационной деятельности располагает экономика, а какие из механизмов инновационной системы ещё предстоит «построить». Основная ответственность за формирование и развитие НИС лежит на государстве. Однако немаловажная роль в нашей стране отводится и инновационным менеджерам, т.к. они стремятся предложить новые решения, средства и технологии преобразования объектов. Главная цель инновационного менеджера – снизить риск в жизнедеятельности фирмы и создать комфортные условия работы.

Таким образом, основными направлениями деятельности по переводу экономики на инновационный путь развития на ближайшую перспективу станут: повышение эффективности научных исследований и разработок в развитии реального сектора экономики; дальнейшая разработка приоритетных направлений научной и научно-технической деятельности; решение вопросов коммерциализации исследований и разработок; разработка и внедрение новых схем и методов финансирования науки; укрепление материально-технической базы науки; развитие международного научно-технического сотрудничества.

Студент гр. 301413 Хартанович О.А.

*Белорусский национальный технический университет*

В период кризиса 2009 года, возможность участия предприятий Республики Беларусь на мировом рынке, поддержание высокой конкурентоспособности продукции окажутся в прямой зависимости от информационного обеспечения процессов исследований, разработки, производства, эксплуатации, ремонта и утилизации и совместимости технологий с международными стандартами [1].

CALS – это технологии создания, обмена, управления и использования электронных данных, поддерживающих полный жизненный цикл продукта. CALS-технологии поддерживают эффективное взаимодействие заказчиков и поставщиков путем электронного обмена данными о производимой продукции, необходимых материалах и узлах, что обеспечивает высокую скорость обработки заказов. На этапе эксплуатации производитель с помощью CALS-технологий снабжает свою продукцию электронной документацией по использованию и утилизации, может производить диагностику технического состояния реализованного оборудования путем обработки предоставляемых потребителем в электронном виде параметров работы данного оборудования. Таким образом, CALS-технологии становятся реальным инструментом бизнеса, гарантируют быстрое и качественное создание и эффективную эксплуатацию изделий. Проблема использования CALS-технологий в Республике Беларусь требует принятия решений на государственном уровне и Правительство Республики Беларусь утвердило Государственную научно-техническую программу «CALS-технологии» на 2005–2010 гг. Важными этапами являются: разработка отечественной нормативно-методической базы, в том числе средства конструирования на основе принципов и стандартов CALS-технологий (CAIS проектирование), системы поддержки бизнес-процессов технологической подготовки производства на основе трехмерных компьютерных моделей; средства поддержки бизнес-процессов учета и планирования производства, управления качеством изделий на основе электронной конструкторской и технологической документации; средства поддержки товаропроводящих сетей сбыта и эксплуатации изделий на основе интернет-технологий; средства, обеспечивающие параллельное выполнение процессов инжиниринга в различных производственных областях и управления системой качества продукции с применением CALS-стандартов.

### **Литература**

1. Пелих С.А., Гоев А.И. Основы динамического управления // Вестник БГЭУ. — 2002. — № 2. — С. 14–19.



## ОСОБЕННОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНВЕСТИЦИЙ В РАЗВИТИИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Студент гр. 113627 Чиж Е.В.,

доктор экон. наук, профессор М.В. Радиевский

*Белорусский национальный технический университет*

Исследование проблем инвестирования всегда находилось в центре экономической науки. Это обусловлено тем, что инвестиции затрагивают самые глубинные основы хозяйственной деятельности, определяя процесс экономического роста в целом.

Инвестиции в широком смысле – это вложение капитала в какое-либо дело путем приобретения ценных бумаг или непосредственного вклада в предприятие с целью получения прибыли, или оказания влияния на дела предприятия. В соответствии с действующим законодательством Республики Беларусь инвестиции могут быть финансовыми (денежными), материально-техническими, интеллектуальными. В современных условиях все большее значение приобретают интеллектуальные инвестиции – подготовка специалистов на курсах, передача опыта, лицензий и ноу-хау, совместные научные разработки и другое.

Интеллектуальные инвестиции – это вложения в творческий потенциал общества, объекты интеллектуальной собственности, вытекающие из авторского права, изобретательского и патентного права, а также на ноу-хау. В большей части по своему содержанию и направлениям интеллектуальные инвестиции одновременно являются инновациями.

Авторские и патентные права в значительной степени обеспечены правовой и имущественной защитой, что создает благоприятные условия для дальнейшей эффективной творческой деятельности автора. То есть авторское и патентное право решает проблему разумного сочетания прав автора на произведение с возможностью использования его обществом.

В то же время ноу-хау как совокупность технических, технологических, коммерческих и других знаний, оформленных в виде технической документации, навыков и производственного опыта, необходимых для организации производства не имеет правовой защиты. Ноу-хау, имеющие информационную форму – в виде приобретенных знаний, идей, опыта, навыков, квалификации – реализуются как информационные услуги на контрактной основе через обучение, образование, публикацию, и т.д.

Исходя из изложенного, в настоящее время представляется первоочередным решение проблемы правовой защиты ноу-хау и разработки алгоритмов ее коммерциализации, что расширит возможности для активизации инновационной деятельности.

## ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ НАУКОЁМКОСТИ ПРОИЗВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Студент гр.113627 Шилай Н.С.,  
кандидат экон. наук, доцент Е.В. Гурина  
*Белорусский национальный технический университет*

Мировой опыт свидетельствует о том, что успешную деятельность в сфере наукоемкого бизнеса, в том числе на рынке наукоемкой продукции, эффективно осуществляют те компании, которые обеспечили охрану создаваемых интеллектуальных продуктов. Только в том случае, если компания имеет портфель прав в виде патентов, лицензий, ноу-хау и т.п., позволяющих контролировать сектор товарного рынка, она в состоянии эффективно конкурировать на этом рынке.

Анализ деятельности отечественных и зарубежных высокотехнологичных компаний показал, что между ними имеется существенное различие, заключающееся в том, что в пределах правового пространства, ограниченного территорией высокотехнологичной компании, для отечественных предприятий рост расходов на НИОКР, не охраняемых исключительными правами, идет быстрее роста стоимости нематериальных активов (НМА), а для зарубежной высокотехнологичной компании наблюдается обратная зависимость. Следовательно, высокотехнологичные компании, занимающие лидирующие позиции, стремятся сформировать область исключительных прав, которую можно эффективно использовать для создания рынков наукоемкой продукции и управления ими, и только после этого инвестируют достаточно крупные денежные средства в реализацию конкретных НИОКР, результаты которых можно будет затем использовать для создания высокотехнологичной продукции и продвижения ее на мировой рынок.

Хорошо известно, что доля НМА в основной массе иностранных компаний значительно превышает балансовую стоимость их материальных активов. В отрасли приборостроения республики ситуация диаметрально противоположная. Стоимость НМА составляет несколько долей процента от стоимости основных фондов. Возникает логичный вопрос: в чем причина недостаточно высокой стоимости НМА отечественных предприятий? Как правило, это связывают с малым количеством патентов в высокотехнологичных областях, которыми обладают отечественные предприятия, а также неудовлетворительным налогообложением операций с нематериальными активами.

Решение отмеченных проблем требует первоочередного внимания и значительно новый уровень наукоемкости отечественного приборостроения.

## ЛОКАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Студент гр. 113637 Каменчук Т.В.,  
кандидат экон. наук доцент П.В. Мелюшин  
*Белорусский национальный технический университет*

Проблемы учета и контроля возникают на предприятиях любого размера и локальные базы данных являются удобным средством для различного рода операций:

1. Для ведения дел на мелких предприятиях;
2. Для осуществления различных операций средних и крупных предприятий, на пример:
  - учет заработной платы;
  - учет запасов продукции на складе;
  - учет заказов на приобретение сырья, материалов и комплектующих для производства;
  - учет покупателей и объем их заявок.
3. Для детализации отдельных операций на крупных предприятиях:
  - учет заработной платы;
  - учет запасов продукции на складе;
  - учет заказов на приобретение сырья, материалов и комплектующих для производства;
  - учет покупателей и объем их заявок.
  - детализация бухгалтерского учета по операциям по различным видам деятельности;

Для всех этих видов работ удобней всего использовать локальные базы данных созданные в различных программах, в зависимости от потребностей, запросов и объема работ, которые предполагается реализовывать с помощью этой СУБД. Одними из самых распространенных являются MS Access, My SQL, Oracle, а так же и другие СУБД.

Работа с локальной базой данных на разных стадиях разработки и реализации экономического проекта может быть описана в виде следующих основных шагов:

- построение производственно-финансовой модели предприятия и задание сценариев его развития, включая реализацию инвестиционных проектов;
- определение потребности в финансировании во времени и разработка финансовой схемы реализации анализируемого проекта;
- анализ прогнозируемых финансовых результатов предприятия;
- разработка бизнес-плана – документа, содержащего текстовую часть, необходимые промежуточные и итоговые расчетные таблицы и графики;
- мониторинг текущего состояния проекта в процессе его реализации.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ЭВМ

Студенты гр. 113637 Ласицкая Е.А., Каптур Л.В.,  
кандидат экон. наук, доцент П.В. Мелюшин

*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время ЭВМ используют для оценки и поиска путей наиболее эффективного использования ресурсов предприятия. На предприятии ЭВМ применяется для ведения бухгалтерского учета, финансового анализа, анализа хозяйственной деятельности и прогнозирования. Это стало возможно благодаря наличию технологии преобразования исходных данных в результатную информацию. Такие технологии принято называть информационными. Информационная технология представляет собой систему методов и способов сбора, накопления, регистрации, передачи, обработки, хранения, поиска, модификации, анализа, защиты, выдачи необходимой информации всем заинтересованным подразделениям на основе применения аппаратных и программных средств. Понятие информационной технологии неотделимо от технической и программной среды.

В сфере бизнес-планирования наибольший интерес представляют следующие программные пакеты:

- ТЭО-Инвест;
- Альт-Инвест.

Система ТЭО-Инвест позволяет моделировать деятельность предприятий различных размеров – от небольшого частного предприятия до крупных компаний. С ее помощью можно создавать проекты любой сложности – от расчета окупаемости нового оборудования до оценки эффективности диверсификации деятельности предприятия. ТЭО-Инвест не требует ни глубокого знания математики, ни умения программировать – необходимо только хорошо знать описываемый бизнес.

В результате работы с программным продуктом «Альт-Инвест» аналитик получает набор стандартных форм финансовой отчетности, а также показателей и коэффициентов, исчерпывающим образом описывающих проект и позволяющих выполнить его качественный анализ. В частности, модель формирует такие финансовые документы, как проектные Отчет о прибыли, Отчет о движении денежных средств. Баланс. Дополнительно рассчитывается набор финансовых коэффициентов – ликвидности, оборачиваемости, прибыльности продаж и т.д.

Повышение эффективности работы данных программных пакетов возможно при наличии высококвалифицированных работников.

## ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ И ЕГО РОЛЬ В МАКСИМИЗАЦИИ ПРОДАЖ

Студенты гр.113618 Порадовская Н.А., Мотузко Ю.В.,  
ст. преподаватель Т.И. Серченя

*Белорусский национальный технический университет*

Ценообразование – установление цен, то есть процесс выбора окончательной цены в зависимости от себестоимости продукции, цен конкурентов, соотношения спроса и предложения и других факторов. Основной целью ценообразования является обеспечение мотивированной, своевременной и достаточной ценовой реакции, таким образом, чтобы получить максимальный объем продаж с минимальными затратами [1]. При этом очень важен выбор адекватных методов ценообразования – методов расчета цены товара с учетом издержек производства, средней прибыли, а также с учетом спроса и предложения.

Прежде чем разработать стратегию формирования цены, предприятие должно проанализировать все факторы: потребители, правительство, участники каналов сбыта, конкуренты, издержки производства. Все эти факторы можно условно разделить на две основные категории – внутренние и внешние. К основным внутренним факторам, определяющим уровень цен товаропроизводителей, относятся: уровень издержек производства; особенности производственного процесса специфика производимой продукции (степень ее обработки, уникальность, качество); доступность необходимых для производства ресурсов; организационный уровень; рыночная стратегия и тактика производителя и т.п. факторы [3].

Основные внешние факторы, влияющие на процесс ценообразования: потребительские предпочтения относительно данного товара; уровень доходов покупателей; потребительские ожидания относительно будущего/изменения цен и собственных доходов производителя; цены на сопряженные товары; цены и неценовые предложения конкурентов и пр. Факторы внешнего порядка практически не подвластны контролю со стороны товаропроизводителей, но обязательно учитываются при формировании цены на выпускаемую продукцию [2].

### Литература

1. Джон Дейли Эффективное ценообразование - основа конкурентного преимущества. — М.: «Вильямс», 2003. — С. 304. — ISBN 0-471-41535-9.
2. Внешние факторы ценообразования. - <http://www.inventech.ru>
3. Факторы ценообразования <http://abc.informbureau.com>

## МЕСТО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНВЕСТИЦИЙ В БОРЬБЕ С ЭКОНОМИЧЕСКИМ КРИЗИСОМ

Студент гр. 113628 Кузнецова Е.Н.,  
кандидат экон. наук, доцент Гурина Е.В.  
*Белорусский национальный технический университет*

Соответствующим законодательством Республики Беларусь инвестиции определяются как все виды финансовых, материальных ресурсов и других имущественных и интеллектуальных ценностей, которые вкладываются в объекты предпринимательской и иных видов деятельности, в результате которой формируется прибыль (доход) или достигается социальный эффект. Среди этих ценностей особое место занимают интеллектуальные ценности – имущественные права, вытекающие из авторского права, лицензии, ноу-хау и другие. Если финансовым и материальным инвестициям в республике уделяется определенное внимание, то интеллектуальные инвестиции остаются чаще всего вне поля зрения как инвесторов, так и создателей интеллектуальных ценностей.

Вместе с тем они дают возможность обогатить существующий опыт знаниями, которые обладают синергетическим эффектом и способны в значительной степени содействовать активизации инновационных процессов и востребованности их результатов на внутренних и внешних рынках. Это, в свою очередь, обеспечивает значительные конкурентные преимущества на всех уровнях национальной экономики – страны, регионов, предприятий.

Экономическая сущность интеллектуальных инвестиций заключается в их способности осуществлять «прорывы» в сфере воспроизводства капитала с минимальными затратами и быстрой отдачей вложенных средств. Для того, чтобы производить инновации и эффективно использовать их, нужно осуществлять затраты в НИОКР и внедрение их результатов в ноу-хау, в подготовку и повышение квалификации работников. Интеллектуальные инвестиции – это и есть долгосрочные вложения в поддержание и развитие инновационных процессов, обеспечивающих инновационное воспроизводство капитала.

В настоящее время, не смотря на то, что государство оказывает поддержку разработчикам инноваций и инновационно развивающимся производствам – чаще всего это около половины стоимости соответствующих проектов. Зачастую они финансируются за счет собственных средств, которых также недостаточно.

Все предыдущие экономические кризисы показали, что тот, кто инвестирует инновационное воспроизводство капитала в периоды максимального падения рынка, тот получает возможность в период его роста «собрать урожай».

**МНОГОУКЛАДНОСТЬ МИРОВОГО ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ**

Студент гр. 113648 Молявко Ю.М.,  
кандидат техн. наук, доцент В.А. Балашевич  
*Белорусский национальный технический университет*

Начиная с промышленной революции в Англии, в мировом технико-экономическом развитии (ТЭР) можно выделить пять последовательно сменявших друг друга технологических укладов (ТУ).

Становление первого ТУ, вызванного промышленной революцией в Англии (XIX в.), было осуществлено в разных странах за 30–50 лет.

С 20-х годов XIX в. наблюдается формирование второго ТУ, для которого характерно бурное развитие машинного производства, в том числе производство машин машинами.

Главной особенностью 3-го ТУ стало широкое использование электродвигателей и бурное развитие электротехники. Главный энергоноситель – уголь, сталь – ведущий конструкционный материал.

Ядро четвёртого ТУ составили автомобилестроение и химическая промышленность, прежде всего, производство синтетических смол, пластмасс и волокон. Для этого этапа характерны новая машинная база, комплексная механизация производства, автоматизация многих основных технологических процессов, широкое использование квалифицированной рабочей силы, рост специализации производства, опережающее развитие электроэнергетики. Нефть превратилась в важнейшее сырьё для химической промышленности

Пятый ТУ завоёвывает доминирующие позиции в экономике развитых стран с середины 80-х годов и может быть определён как уклад информационных и коммуникационных технологий. Широкое распространение микроэлектроники приводит к радикальным изменениям в структуре общественного производства и его эффективности.

Другим ключевым фактором является программное обеспечение. Среди основных несущих отраслей пятого ТУ следует указать на производство средств автоматизации и телекоммуникационного оборудования. Особенно быстрыми темпами расширяется сфера услуг, главным образом за счёт развития информационных услуг, на которые придёт большая часть роста фонда потребления.

В течение жизненного цикла пятого ТУ природный газ станет доминирующим энергоносителем. Это обусловлено как относительно большей экологической чистотой, так и более высокой технологичностью его потребления. Будет расширяться использование нетрадиционных источников энергии, в особенности к концу жизненного цикла пятого ТУ.

## **ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ**

Студент гр. 113648 Хвалько Т.В.,  
кандидат техн. наук, доцент В.А. Балашевич  
*Белорусский национальный технический университет*

В условиях активно развивающейся новой экономики – экономики знаний – происходит замещение старых технологических укладов новыми, при этом принципиально изменяются формы сочетания средств труда, предметов труда и рабочей силы в процессе производства. Ядром новых технологических укладов становятся информационно-коммуникационные технологии, нанотехнологии, биотехнологии и т.п. Современные информационно-коммуникационные технологии углубляют общественное разделение труда, создавая новые производства и отрасли народного хозяйства.

Экономический эффект от развития и применения информационных технологий проявляется не столько в самой отрасли, сколько распределен в экономике в целом. То есть развитие данной сферы приводит к мультипликационному эффекту, когда через определенный отрезок времени инвестиции в информационные технологии начинают положительно сказываться на прибыльности других производств.

Отличительные признаки экономики на современном этапе: 1) знания и информация, материализованные в продуктах и услугах, составляют все большую часть создаваемой стоимости, что отражается в росте наукоемкости производимой продукции, затрат на исследования и разработки, удельного веса «высоких технологий» в ВВП; 2) деятельность, связанная с производством и обработкой информации и знаний, приобретает все большее значение, что выражается в росте удельного веса работников, занятых этими процессами; 3) стремительное превращение ранее уникальных продуктов в рядовые, быстрое устаревание технологий, маркетинговых идей и профессий; 4) возрастание роли менеджмента в управлении развитием и распространением информационных технологий как способ уменьшения стратегических ошибок, связанных с их использованием.

Развитие науки и технологий превратилось в решающий фактор экономического роста и улучшения качества жизни любого индустриального развитого государства. Изобилие рабочей силы и сырьевых ресурсов все в меньшей степени расценивается как конкурентное преимущество. Качество человеческого капитала, состояние образования, уровень практического использования знаний, степень инновационной активности – именно эти параметры определяют сегодня место страны и ее экономики в современном мире.



## СОДЕРЖАНИЕ

### Секция 1

#### ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Лавринович Д.П., д.т.н., профессор Селянинов М.Ю. <b>Сегментация дактилоскопических изображений в биометрических системах идентификации личности</b> (Белорусский государственный университет).....	3
Костюкевич А.Г., д.ф.-м.н., профессор Гулис И.М. <b>Гиперспектрометр с микрзеркальной матрицей</b> (Белорусский государственный университет). 4	4
Кваченок С.В., д.ф.-м.н., профессор Кугейко М.М. <b>Способ и устройство измерения оптических характеристик рассеивающих сред</b> (Белорусский государственный университет).....	5
Гулевич А.Е., д.ф.-м.н. Кулешов Н.В., к.ф.-м.н. Кисель В.Э., м.н.с. Толстик Н.А. <b>Пикосекундный безопасный для глаз лазер на основе кристалла <math>\text{Er,Yb}^{3+}:\text{YAl}_3(\text{VO}_3)_4</math></b> (Белорусский национальный технический университет) 6	6
Тарасов Д.С. <sup>1</sup> , Самцова Е.М. <sup>2</sup> , к.ф.-м.н. Каплевский К.Н. <sup>1</sup> <b>Диагностико-терапевтический комплекс для фотохимиотерапии с мощным светодиодом</b> ( <sup>1</sup> Белорусский государственный университет, <sup>2</sup> Белорусский национальный технический университет) .....	7
Атрашкевич Р.В., к.т.н., доцент Кузнечик В.О. <b>Основные тенденции развития технологии изготовления деталей с асферическими поверхностями</b> (Белорусский национальный технический университет) ....	8
Демеш М.П., к.т.н., профессор Артюхина Н.К. <b>Принципы построения компактных схем многозеркальных объективов</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	9
Климович Т.В., Воронович С.В., д.т.н., профессор Козерук А.С., к.т.н., доцент Кузнечик В.О. <b>Управление процессом формообразования прецизионных поверхностей оптических деталей</b> (Белорусский национальный технический университет).....	10
Котов М.Н., к.т.н., профессор Артюхина Н.К. <b>Оценка информационных возможностей видеоспектрометра дистанционного зондирования Земли</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	11
Мальшев Д.В., к.т.н., профессор Артюхина Н.К., вед. программист Марчик В.А. <b>Графическая интерпретация оценки качества изображения зеркальных объективов</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	12
Швец А.А., к.т.н., профессор Артюхина Н.К., к.т.н., доцент Тульева Н.Н. <b>Расфокусированная зеркальная афокальная система</b> (Белорусский	

национальный технический университет, Санкт-Петербургский университет кино и телевидения) .....	13
Шедко И.А., к.т.н., доцент Фёдорцев Р.В. <b>Лазерный хирургический аппарат «Диолаз-810»</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	14
Курильчик С.В., к.ф.-м.н. Кисель В.Э., д.ф.-м.н. Кулешов Н.В., инженер-конструктор Векшин С.К. <b>Миниатюрный иттербиевый лазер с дуодной накачкой</b> (Белорусский национальный технический университет, ОАО «Пеленг») .....	15
Скопцов Н.А., к.ф.-м.н., ст.н.с. Денисов И.А., д.ф.-м.н., профессор Юмашев К.В. <b>Пассивная синхронизация мод лазера на YAG:Nd насыщающимся поглотителем на основе стекла с квантовыми точками PbS</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	16

## Секция 2

### ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

Спичкина Т.М., к.ф.-м.н., доцент Айзикович А.А. <b>Синтез быстрых алгоритмов вычисления свертки</b> (Ижевский государственный технический университет, г. Ижевск, Россия) .....	17
Силин Н.Д., ст.пр. Владимирова Т.Л. <b>СКУД с обеспечением реального режима времени отображения тревожных событий на графических планах объекта</b> (Белорусский национальный технический университет).....	18
Баканов А.Ю., к.т.н., доцент Савелов И.Н. <b>Датчик замятия бланка для систем контроля доступа</b> (Белорусский национальный технический университет).....	19
Нуруллин И.Н., д.т.н., профессор Цветков Г.А. <b>Модель формирования автоматизированной системы управления безопасной эксплуатацией опасного производственного объекта</b> (Пермский государственный технический университет) .....	20
Бабич О.А., к.ф.-м.н., доцент Кривицкий П.Г. <b>Пирометр для контроля температуры буксовых узлов рельсового транспорта</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	21
Хорлоогийн А.С., д.т.н., профессор Гусев О.К. <b>Системы диагностики физического развития спортсменов</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	22
Егоров М.А., д.т.н., профессор Цветков Г.А. <b>Автоматизированная система контроля пространственных угловых отклонений</b> (Пермский государственный технический университет).....	23

Какошко Е.Ю., д.т.н., доцент Матюк В.Ф. Принцип построения устройства для размагничивания изделий цилиндрической формы из магнитных сталей (Белорусский национальный технический университет) .....	24
Валуцких А.Г., Грачулин А.В., Аушев И.Ю. Модульный комплекс пожарогашения на конвейерном производстве («Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь) .....	25
Калиниченко И.Г., д.п.н. Михеев А.А. Вибрационное устройство для развития мышц плечевого пояса (Белорусский национальный технический университет).....	26
Спичкин Д.Н., к.ф.-м.н., доцент Айзикович А.А. Решение систем $m$ -разностных уравнений в случае простых комплексно-сопряженных собственных чисел матрицы системы (Ижевский государственный технический университет, г. Ижевск, Россия).....	27
Калибаба М.О., к.п.н., доцент Ковель С.Г. Система электронной отметки для тренировки и соревнований по спортивному ориентированию (Белорусский национальный технический университет).....	28
Каван Д.М., Корольков Я.В., Потапович А.В. Акустическая антенная решетка (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники) .....	29
Кудасов Ю.В., д.ф.-м.н., профессор Зуйков И.Е. GPS-контроллер системы слежения за автотранспортом (Белорусский национальный технический университет) .....	30
Морудо Д.С., Холенков В.Ф. Изготовление чувствительного элемента датчика давления (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники).....	31
Олиферович Д.С., д.т.н., профессор Шилин Л.Ю. Автоматизированная система обработки калитной руды (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники).....	32
Короткевич О.С., к.т.н., доцент Артамонов В.А. Электронная цифровая подпись в системе организации тендерных торгов (Белорусский национальный технический университет) .....	33
Петровский Н.А., к.т.н., доцент Качинский М.В. Параллельный $N \times M$ разрядный умножитель и схема формирования бита округления (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники) .....	34
Селех Д.В., Тихонович А.А., Хурсан М.И., Савченко Н.С., Давыдов М.В., Осипов А.Н. Спектральный анализ электронограм спортсменов (Белорусский государственный университет информатики и	

радиоэлектроники).....	35
Пастухов М.В., д.т.н., профессор Жарин А.Л. <b>Разработка трехкоординатного перемещения установки сканирования прецизионных поверхностей</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	36
Сотников Д.А., Шкутник В.А., Аушев И.Ю. <b>Аспирационный способ регистрации пожара и применение его на практике</b> («Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь).....	37
Шило А.В., к.т.н., доцент Артамонов В.А. <b>Современные методы и средства защиты от спама</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	38
Старков С.В., Потапович А.В. <b>Синтезатор речеподобных сигналов для устройств защиты речевой информации</b> (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники) .....	39
Тарасевич Е.В., к.т.н. Здоровцев С.В. <b>Учебные аппаратно-программные средства</b> (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, ОАО «МНИПИ») .....	40
Горбаченя К.Н., Кондалев А.В., т.т.н., доцент Шматин С.Г. <b>Исследование методов построения PIC-контроллеров</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	41
Тихонович А.А., Хурсан М.И., Меженная М.М., Савченко Н.С., Давыдов М.В., Осипов А.Н. <b>Блок усиления сигнала электронистагмографа</b> (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники).....	42
Попов Ю.С., к.ф.-м.н., доцент Сопряков В.И. <b>Оптимизация электрических характеристик кремниевых импульсных диодов с примесью золота</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	43
Хурсан М.И., Тихонович А.А., Меженная М.М., Савченко Н.С., Давыдов М.В., Осипов А.Н. <b>Система электродов для электронистагмографа</b> (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники).....	44
Ананчиков И.А., к.т.н., доцент Тявловский К.Л. <b>Исследование динамических характеристик зонда Кельвина</b> (Белорусский национальный технический университет).....	45
Тупчик Р.А., к.т.н., доцент Артамонов В.А. <b>Проектирование коммерческого веб-сайта и определение задач безопасности данного объекта</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	46
Цынгель А.В., доцент Родионов Ю.А. <b>Концентратор обмена данных в системе контроля учета электроэнергии</b> (Институт информационных	

технологий при БГУИР) .....	47
Комса А.В., ст.пр. Владимирова Т.Л. Система контроля доступа на объект офисного типа расположенного в отдельно стоящем здании (Белорусский национальный технический университет).....	48
Юзифович С.В., к.ф.-м.н. Сиротко С.И. Программное обеспечение многорежимных беспроводных датчиков (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники).....	49
Новицкий К.В., д.ф.-м.н., профессор Зуйков И.Е., ст.пр. Владимирова Т.Л. Обучающая система контроля доступа на базе контроллера «КОДОС» (Белорусский национальный технический университет) .....	50
Богдан О.П., д.т.н., профессор Коробейникова О.В. Разработка методики калибровки приемника ультразвукового излучения по уровню интенсивности (Ижевский государственный технический университет, г. Ижевск, Россия) .....	51
Стаськевич А.Г., д.ф.-м.н., профессор Зуйков И.Е., ст.пр. Владимирова Т.Л. Система разграничения доступа с точками доступа разной архитектуры (Белорусский национальный технический университет).....	52
Гапутин А.С., д.ф.-м.н., профессор Зуйков И.Е. Система контроля оплаты и отпуска медицинских услуг на базе платежно-пропускной системы (Белорусский национальный технический университет) .....	53
Платунов А.В. К вопросу повышения точности измерения скорости стержневой волны (Ижевский государственный технический университет, г. Ижевск, Россия) .....	54
Хорлоогийн А.С., д.т.н., профессор Гусев О.К. Система контроля тренажера кистевого (Белорусский национальный технический университет) .....	55
Полховский С.А., д.т.н., профессор Гусев О.К. Система измерения опорных реакций тяжелоатлета (Белорусский национальный технический университет).....	56
Яскевич А.Н., к.т.н., доцент Воробей Р.И. Контроль параметров жидких технологических сред (Белорусский национальный технический университет).....	57
Лешинский Я.Ю., к.т.н., доцент Тявловский А.К. Программный модуль для визуализации пространственного распределения электростатического потенциала поверхности (Белорусский национальный технический университет).....	58
Воробей А.В., д.т.н., профессор Джилавдари И.З. Система управления автоколебаниями маятникового гравиметра (Белорусский национальный технический университет) .....	59

<b>Воробей А.В., д.т.н., профессор Джилавдари И.З. Исследование затуханий свободных колебаний маятника с опорой качения (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>60</b>
<b>Раловец Е.К., д.ф.-м.н., профессор Зуйков И.Е., ст.пр. Владимирова Т.Л. Обучающая система контроля доступа на базе контроллера «Скат» (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>61</b>
<b>Артамонова М.С., д.т.н., профессор Джилавдари И.З. Об измерении поверхностного натяжения жидкостей методом отрыва цилиндра (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>62</b>
<b>Лукинов К.А., к.т.н., доцент Свистун А.И. Анализ качества поверхности металлических объектов методом контактной разности потенциалов (Белорусский национальный технический университет).....</b>	<b>63</b>
<b>Семенов В.Г., ст.пр. Исаев А.В. Информационно-измерительная система для велосипеда (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>64</b>
<b>Артамонова М.С., ст.пр. Исаев А.В. Цифровая система поиска (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>65</b>
<b>Титова И.В., доцент Кривицкий П.Г., ст.пр. Куклицкая А.Г. Система измерения пульса для тренажера-массажера (Белорусский национальный технический университет).....</b>	<b>66</b>
<b>Долидович Р.Р., ст.пр. Исаев А.В. Цифровой гитарный тюнер (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>67</b>
<b>Оброжко О.А., Александрович Е.А., к.ф.-м.н., доцент Кривицкий П.Г. Разработка измерителя температуры воздуха в шинах автомобиля (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>68</b>
<b>Кривута Ю.Ф., Шестак В.Г., к.ф.-м.н., доцент Кривицкий П.Г. Измеритель ускорения для автоспорта (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>69</b>
<b>Шатун К.А., к.ф.-м.н., доцент Кривицкий П.Г. Охранная сигнализация автомобиля (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>70</b>
<b>Комашко Д.Л., ст.пр. Владимирова Т.Л. Устройство декодирования двоичной информации (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>71</b>
<b>Кожан А.А., ст.пр. Владимирова Т.Л. Устройство кодирования двоичной информации (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>72</b>
<b>Василевич О.Н., Василевский А.Г., ст.пр. Владимирова Т.Л. Особенности организации газового пожаротушения (Белорусский национальный</b>	<b>73</b>

технический университет) .....	
Дейнека А.С. Распознавание типа модуляции принимаемого сигнала методом нейронных сетей (Ижевский государственный технический университет, г. Ижевск, Россия).....	74
Бальцевич В.А., к.т.н., доцент Савелов И.Н. Реабилитационный велотренажер (Белорусский национальный технический университет).....	75
Лысенко А.В., Баты С.П., к.т.н., доцент Журавлёв В.И., доцент Колбун В.С. Использование стилей контактных площадок при оформлении чертежей печатных плат в САПР AutoCAD (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники).....	76
Жавнерко П.С., к.т.н., доцент Савелов И.Н. Оптимизация технического оснащения тренажерного зала (Белорусский национальный технический университет) .....	77
Мазько К.А. Разработка методов и алгоритмов запутывающего преобразования для исполняемых файлов (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники).....	78
Перегуд К.Н., к.т.н., доцент Савелов И.Н. Вентиль электромагнитный для систем пожаротушения (Белорусский национальный технический университет) .....	79
Старостенко А.О., к.т.н., доцент Савелов И.Н. Модернизация конструкции электропневматического клапана (Белорусский национальный технический университет) .....	80
Щербakov И.А., к.т.н., доцент Савелов И.Н. Электромагнитный клапан для систем пожаротушения (Белорусский национальный технический университет) .....	81
Еровченко Н.С., к.т.н., доцент Савелов И.Н. Конструкция конечного выключателя для тренажерных устройств, эксплуатируемых на открытом воздухе (Белорусский национальный технический университет) .....	82
Музыченко С.И., доцент Родионов Ю.А. Тестер телефонный (Институт информационных технологий при БГУИР) .....	83
Кулешова Д.С., д.т.н., профессор Коробейникова О.В. Метод электронной аускультации в исследованиях акустических полей системы органов дыхания (Ижевский государственный технический университет, г. Ижевск, Россия).....	84
Скворцов Я.А. Имитационное моделирование информационно-измерительной системы для анализа генераторного оборудования (Ижевский государственный технический университет, г. Ижевск, Россия)	85
Матюшевич Е.Г., Колибаба М.О., ст.пр. Куклицкая А.Г. Термография	

<b>при физиотерапии в спорте (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>86</b>
<b>Селянтьев В.А., Яржембицкая Н.В., к.ф.-м.н., доцент Шадурская Л.И. Информационно-измерительная система для определения времени жизни носителей заряда (Белорусский национальный технический университет).....</b>	<b>87</b>
<b>Дронь А.И., Яржембицкая Н.В., к.ф.-м.н., доцент Шадурская Л.И. Фотоприемник ИК-излучения на основе германия с глубокими центрами радиационного происхождения (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>88</b>
<b>Лупандин А.Е., Максов Ю.М., Аушев И.Ю. Системы противопожарной защиты метрополитена («Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь) .....</b>	<b>89</b>
<b>Селянтьев В.А., Гришин С.С., д.т.н., профессор Мельников В.П. Высокоскоростной канал передачи информации для бортовой научной аппаратуры (Белорусский национальный технический университет, Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси) .....</b>	<b>90</b>
<b>Баканов А.Ю., к.ф.-м.н., доцент Антошин А.А. Обнаружение пожара в помещениях большой площади с высокими потолками (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>91</b>
<b>Брилевич С.В., к.ф.-м.н., доцент Олефир Г.И. Система контроля лопаток последних ступеней паровых турбин (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>92</b>
<b>Войнова О.В., к.ф.-м.н., доцент Антошин А.А. Система пожарной сигнализации в многофункциональном спортивном комплексе (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>93</b>
<b>Савошенко О.В., ст.пр. Исаев А.В. Система управления мощностью сенсорным методом (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>94</b>
<b>Сарана А.С., ст.пр. Исаев А.В., к.ф.-м.н., доцент Шадурская Л.И. Портативный электронный модуль для непрерывной регистрации и анализа электроэнцефалографических сигналов человека (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>95</b>
<b>Кирюшин Д.Г., к.ф.-м.н., доцент Антошин А.А. Пожарная сигнализация в жилых помещениях (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>96</b>
<b>Пастухова О.В., к.ф.-м.н., доцент Сопряков В.И. Фотоэлектрический метод контроля параметров дефектов и носителей заряда в полупроводниковых структурах (Белорусский национальный</b>	<b>97</b>



технический университет).....	
Ананич Д.В., Орловский К.А., Аль-Хатми Мохаммед Омар, д.т.н., профессор Лыньков Л.М. <b>Выбор метода тестирования линий связи на арабском языке</b> (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники).....	98
Хоменко А.О., к.ф.-м.н., доцент Кондратюк Н.В. <b>Моделирование усилителя аналоговых сигналов на electronics workbench</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	99
Ющенко А.А., к.т.н., доцент Шматин С.Г. <b>Исследование и создание нейристорных структур</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	100
Ермолович Г.А., к.т.н., доцент Сергеев В.И. <b>Перспективные материалы для твердотельных источников (светодиодов) в ближней ультрафиолетовой (УФ) области спектра</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	101
Шило А.В., к.т.н., доцент Артамонов В.А. <b>Интерактивная система обучения сетевым технологиям – CCNA Discovery</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	102
Ушаков Д.В., к.т.н., профессор Барсуков В.К. <b>Устройство регистрации формы напряжения и тока</b> (Ижевский государственный технический университет, г. Ижевск, Россия).....	103
Красинский Д.Н., к.т.н., доцент Артамонов В.А. <b>Обеспечение информационной безопасности internet-приложений</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	104
Красинский Д.Н., к.т.н., доцент Артамонов В.А. <b>Проектирование корпоративных компьютерных сетей по методологии компании cisco</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	105
Литвиненко Д.Н., д.т.н., доцент Мурашко И.А. <b>Методика оценки энергопотребления логических схем на основе сигнальной вероятности</b> (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники) .....	106
Сюлин С.А., к.т.н., доцент Артамонов В.А. <b>Построение VPN на базе технологии mpfs</b> (Белорусский национальный технический университет)..	107
Дубовик Д.Г., к.т.н., доцент Артамонов В.А. <b>Система разграничения доступа в корпоративной сети</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	108
Кишкель В.М., к.ф.-м.н., доцент Кривицкий П.Г. <b>Цифровой измеритель силы тока для установки вакуумного напыления</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	109

Лоскот Ю.А., к.т.н., доцент Аргамонов В.А. Система управления лабораторными работами (Белорусский национальный технический университет) .....	110
Колобова В.С., Коландо Е.Л., к.т.н., доцент Шматин С.Г. Исследование организации памяти программ и стека PIC-контроллеров (Белорусский национальный технический университет) .....	111
Протыко А.И., доцент Родионов Ю.А. Повышение долговечности и ремонтоспособность электродного узла датчика расхода тепла (Институт информационных технологий при БГУИР).....	112
Амбражевич Е.С., Мусатова А.Г., к.т.н., доцент Шматин С.Г. Проектирование алгоритма устройства сигнатурного анализа (Белорусский национальный технический университет) .....	113
Сидоревич М.В., Прохоров А.И., Какошко Е.Ю., к.т.н., доцент Шматин С.Г. Исследование организации матричных микропроцессоров (Белорусский национальный технический университет).....	114
Сербин И.Н., Вакульчик П.В., к.т.н., доцент Шматин С.Г. Исследование организации процессора функционирующего в системе остаточных классов (Белорусский национальный технический университет) .....	115
Кулешова Т.Н., ст.пр. Василевский А.Г. Разработка автономной пожарной системы детской комнаты жилого помещения (Белорусский национальный технический университет) .....	116
Пустоход Е.А., Дубко А.А., доцент Колбун В.С. Создание компонентов с круговым расположением выводов (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники) .....	117
Речицкий К.А., к.п.н., доцент Ковель С.Г. Тренажер для развития мышц ног (Белорусский национальный технический университет).....	118
Трич П.А., ст.пр. Новиков С.О. Алгоритм реализации управляющего контроллера отопительной системы (Белорусский национальный технический университет) .....	119
Лысанович Д.В., Аушев И.Ю. Системы пожаротушения тонкораспыленной водой – перспективы применения («Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь).....	120
Цуба А.С., Давыдов М.В. Моделирование прохождения ультразвука через биологические среды с различной акустической добротностью (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники).....	121
Круш А.Л., Ощепков А.М., Аушев И.Ю. Учебный видеофильм «Современные системы пожарной автоматики в гипермаркете Гиппо» («Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь)	122

Козик И.И., ст.пр. Новиков С.О. <b>3D – графики в Codesys</b> (Белорусский национальный технический университет).....	123
Валуйских А.Г, Юнчиц В.М., Аушев И.Ю. <b>Роботизированные комплексы как следующий шаг в пожаротушении</b> («Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь) .....	124
Ковалёв К.Г., Родионов А.А., д.т.н. Козлов В.С. <b>Проектирование шкалы магнитного толщинометра</b> (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники).....	125

### Секция 3

#### КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ПРИБОРОВ

Николаевский А.Р., Каравай Д.Е., к.т.н., доцент Филонова М.И. <b>Антикоррозионная защита деталей приборов</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	126
Бекмачев Д.А., Максимов К.О., к.т.н., профессор Ушаков П.А. <b>Исследование точности выполнения операций дробного интегрирования и дифференцирования</b> (Ижевский государственный технический университет).....	127
Терех А.С., Терех Н.В., Смирнов А.В., к.ф.-м.н., доцент Дик С.К. <b>Устройство видеорегистрации параметров тремора конечностей человека</b> (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники) .....	128
Зубкова З.М., Суровой С.Н., к.т.н., доцент Ковалев Л.Д. <b>Некоторые вопросы поверки специальных средств измерений отклонений от прямолинейности и плоскостности</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	129
Смирнов А.В., к.т.н., доцент Бондарик В.М. <b>Цифровая обработка биомедицинского изображения формата dicom</b> (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники) .....	130
Алитенок С.В., к.т.н., доцент Зайцева Е.Г. <b>Комбинированное 3-D сканирование</b> (Белорусский национальный технический университет).....	131
Астошонок М.С., ст.пр. Габец В.Л. <b>Велотренажер для поддержания мышечной массы</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	132
Балохонова Н.В. <sup>1</sup> , Ольгомец А.И. <sup>1</sup> , к.т.н., профессор Минченя В.Т. <sup>1</sup> , к.ф.-м.н., вед. научн. сотр. Пузырев М.В. <sup>2</sup> <b>Повышение эксплуатационных показателей распиловочных дисков, путем создания на рабочей поверхности алмазоподобной пленки</b> ( <sup>1</sup> Белорусский национальный технический университет, <sup>2</sup> Институт прикладных физических проблем им. А.Н. Савченко БГУ) .....	133

<b>Богдан П.С., Мальцев Д.В., к.т.н., доцент Зайцева Е.Г. Обогреватели на ик-излучении (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>134</b>
<b>Вайскович Т.Ю., ст.пр. Самойлова М.С. Применение ультразвуковых датчиков в пылесосе стационарном (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>135</b>
<b>Гавдей Д.Н., доцент Савченко А.Л. Измерение момента на валу двигателя (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>136</b>
<b>Груенко А.А., д.т.н., профессор Киселев М.Г. Определение вида микрорельефа обработанной поверхности, обеспечивающего ее наибольшую площадь и объем при контактировании с жидкостью (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>137</b>
<b>Иванов С.А., к.т.н. Новиков А.А. Методика исследования упругих характеристик винтовых цилиндрических пружин растяжения (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>138</b>
<b>Ковалевский П.М., ст.пр. Колесников В.С., к.т.н. доцент Новиков А.А. Устройство для разрушения покрытий, использующее энергию ультразвуковых колебаний (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>139</b>
<b>Купреев Ю.И., д.т.н., профессор Киселев М.Г. Применение ультразвука для повышения производительности и качества абразивной притирки плоских поверхностей (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>140</b>
<b>Ленько Н.А., к.т.н., доцент Ковалев Л.Д. Координатный метод измерения (Белорусский национальный технический университет).....</b>	<b>141</b>
<b>Масальская А.Г., к.т.н., доцент Ковалев Л.Д. Устройство для измерения внутренних диаметров бесшовных труб (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>142</b>
<b>Минчук А.В., ст.пр. Габец В.Л. Инвалидная кресло-коляска с электроприводом (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>143</b>
<b>Монич С.Г., к.т.н., доцент Филонова М.И. Обработка на станках с ЧПУ (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>144</b>
<b>Монич С.Г., к.т.н., доцент Есьман Г.А. Применение механогерани для лечения заболеваний позвоночника (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>145</b>
<b>Нарейко М.С., Корогода О.П., Луговик А.Ю. Процесс программно-управляемого полирования на базе метода магнитно-абразивной обработки (Белорусский национальный технический университет).....</b>	<b>146</b>

Ольгомец А.И., Балохонова Н.В., к.т.н., профессор Минченя В.Т. <b>Использование ультразвуковых изгибных колебаний для формирования алмазоносного слоя на распиловочных дисках</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	147
Рабцевич А.В., к.т.н., доцент Минченя Н.Т. <b>Катетерный датчик для измерения артериального давления</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	148
Рогожинский Е.Ю., к.т.н., профессор Шамкалович В.И. <b>Автоматизация перемещения каретки бинокулярной насадки</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	149
Рябцев А.В., ст.пр. Габец В.Л. <b>Стенд для испытания коленных модулей</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	150
Савич Ю.А., к.т.н. Дроздов А.В. <b>Использование электромагнитного вибратора для поддержания режущих свойств алмазных отрезных кругов за счет непрерывной электроэрозионной правки</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	151
Савко В.Ю., ст.пр. Колесников В.С. <b>Модуль силовой автономный</b> (Белорусский национальный технический университет).....	152
Саган Ю.О., к.т.н., доцент Зайцева Е.Г. <b>Компенсация методической погрешности при измерении круглости</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	153
Саракач С.А., к.т.н., доцент Зайцева Е.Г. <b>Инфракрасное 3-D сканирование</b> (Белорусский национальный технический университет).....	154
Ситников А.С., Кравец Д.Ю., к.т.н., доцент Филонова М.И. <b>Медицинский режущий инструмент</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	155
Столяров А.А., д.т.н., профессор Киселев М.Г. <b>Экспериментальная оценка эффективности применения ультразвука в процессе подшаржирования распиловочного диска с целью повышения его режущей способности</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	156
Столяров А.А., д.т.н., профессор Киселев М.Г. <b>Влияние ультразвуковых колебаний, сообщаемых накатному ролику под углом на условия его контактного взаимодействия с подвижным основанием</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	157
Стрельцов А.В., Луговой И.В., к.т.н., профессор Минченя В.Т. <b>Установка для контроля гибких волноводных систем</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	158
Хартанович О.А. <b>Конструирование и производство в РБ</b> (Белорусский	159

национальный технический университет).....	
Чиж Д.В. <sup>1</sup> , Солейман-Нежад М. <sup>2</sup> , Юрчик Е.Н. <sup>2</sup> , к.т.н., профессор Минченя В.Т., к.т.н. Степаненко Д.А. <b>Моделирование кольцевых волноводов для ультразвуковой терапии опухолей</b> ( <sup>1</sup> Белорусская медицинская академия последипломного образования, <sup>2</sup> Белорусский национальный технический университет) .....	160
Щербина С.А., Луговой И.В., к.т.н., доцент Луговой В.П. <b>Прогнозирование шероховатости поверхности при шлифовании ювелирных камней</b> (Белорусский национальный технический университет).....	161
Юрчик Е.Н., к.т.н. Степаненко Д.А. <b>Применение ультразвуковых резонансных методов для определения упругих свойств материалов</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	162

#### Секция 4

##### МИКРО- И НАНОТЕХНИКА

Дробышевская А.Г., к.т.н. Дятлова Е.М. <b>Сегнетоэлектрические керамические материалы на основе системы <math>\text{Bi}_2\text{O}_3 - \text{TiO}_2</math></b> (Белорусский государственный технологический университет) .....	163
Ефимова П.П., к.т.н., доцент Дятлова Е.М. <b>Высокремнеземистая керамика для электролитических ключей РН-метрических приборов</b> (Белорусский государственный технологический университет).....	164
Кишук Е.В., д.т.н., профессор Бобкова Н.М. <b>Разработка составов электродных стекол для высокощелочных сред</b> (Белорусский государственный технологический университет) .....	165
Красуцкая Н.С., к.т.н. Дятлова Е.М., к.х.н., доцент Клындюк А.И. <b>Термоэлектрические керамические материалы на основе системы <math>\text{Na}_2\text{O} - \text{CO}_3\text{O}_4</math></b> (Белорусский государственный технологический университет) .....	166
Забавская М. Ф., Майкова Е. А., Котов Д.А. <b>Оптическая методика оценки дефектов тонких пленок</b> (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники).....	167
Козлов К.С., к.т.н., доцент Черных А.Г. <b>Классификация диффузионных барьерных слоев при создании металлизации ИС</b> (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники) .....	168
Коробко А.О. <b>Electrical properties of NiPdSi and NiSi</b> (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники).....	169
Кузьмин А.С., ст.пр. Телеш Е.В. <b>Формирование плёнок <math>\text{SiO}_2</math> полнолучевым распылением кварцевой мишени</b> (Белорусский	170

государственный университет информатики и радиоэлектроники) .....	
Маркова Н.В., к.т.н. Котов Д.А. <b>Применение атмосферной плазмы для обработки поверхности</b> (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники) .....	171
Муха Е.В., к.т.н., доцент Черных А.Г. <b>Применение high-k диэлектриков при формировании КМОП ИС</b> (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники).....	172
Овсяник А.А., к.т.н., доцент Черных А.Г. <b>Селективное осаждение плёнок меди в металлизации ИС</b> (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники) .....	173
Прокопович П.С., доцент Родионов Ю.А. <b>Магнетронная распылительная система</b> (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники) .....	174
Некрасов П.В., ст.пр. Телеш Е.В. <b>Влияние состава рабочего газа на характеристики плёнок SiO<sub>2</sub>, полученных реактивным ионно-лучевым распылением</b> (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники).....	175
Шурин И.А., Барановский И.И., Ворон И.И., Котов Д.А. <b>Изучение особенностей генерации плазмы атмосферного разряда</b> (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники).....	176
Юхновец С.В., доцент Родионов Ю.А. <b>Техпроцесс изготовления микроэлектронного гироскопа</b> (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники) .....	177
Возняк П.С. <sup>2</sup> , д.ф.-м.н., профессор Ляпо В.А. <sup>1</sup> , к.ф.-м.н., доцент Акулович Н.И. <sup>2</sup> <b>Модифицирующее действие одномерных наномодификаторов на композиционные материалы с полимерной матрицей</b> (Гродненский университет им. Я.Купалы <sup>1</sup> , Военная академия РБ <sup>2</sup> ) .....	178
Асадчий А.Н., д.т.н., профессор Сычик В.А. <b>Электронный генератор RC-типа</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	179
Адамович А.Р. к.т.н., доцент Карпович Е.Ф. <b>Пирозлектрики и их применение</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	180
Адамович А.Р., к.т.н., доцент Колонтаева Т.В. <b>Магнитотвердые ферриты на основе системы «BaO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>»</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	181
Брашевец А.Л., д.т.н., профессор Сычик В.А. <b>Электрические свойства и применение преобразователей холла</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	182
Еусурина О.В., д.т.н., профессор Сычик В.А. <b>Биполярный транзистор в режиме больших сигналов</b> (Белорусский национальный технический	183

университет) .....	
<b>Волкорезова Е.Ю., д.т.н., профессор Сычик В.А. Цифро–аналоговые преобразователи электрических сигналов (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>184</b>
<b>Гончарова О.В., д.т.н., профессор Сычик В.А. Конструированные особенности и электрические свойства туннельных диодов (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>185</b>
<b>Житкова М.А., д.т.н., профессор Чижик С.А. Исследование свойств хрящевых тканей и их имплантантов методами атомно-силовой микроскопии (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>186</b>
<b>Зажеко А.А., д.т.н., профессор Сычик В.А. Аналого-цифровой преобразователь электрических сигналов (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>187</b>
<b>Казютина А.Н., член-кор. НАН Беларуси, д.т.н., профессор Плескачевский Ю.М. Микроэлектромеханические микрофоны высокой чувствительности (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>188</b>
<b>Кабак С.Н., Кобяк Д.И., к.т.н., доцент Ковалевская А.В. Применение метода обобщенной проводимости для расчета теплопроводности твердых пористых материалов (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>189</b>
<b>Колос О.В., д.т.н., профессор Сычик В.А. Униполярный транзистор с индуцированным каналом (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>190</b>
<b>Брашевец А.Л., Костюкевич В.О., д.ф.-м.н. Зайцев А.Л. Использование кластерных структур в нанoeлектронике (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>191</b>
<b>Молчан Т.В., д.т.н., профессор Сычик В.А. Тонкопленочный униполярный транзистор с изолированным затвором (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>192</b>
<b>Реутская О.Г., член-кор. НАН Беларуси, д.т.н., профессор Плескачевский Ю.М. Микроэлемнты питания на основе радиоактивных источников (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>193</b>
<b>Скопцов Е.А., к.т.н., доцент Карпович Е.Ф. Структура и свойства жидких кристаллов (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>194</b>
<b>Агель В.Г., к.т.н., доцент Колонтаева Т.В. Полупроводниковые материалы на основе соединений <math>A^{IV}B^{VI}</math> (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>195</b>
<b>Амбражевич Е.С., к.т.н., доцент Колонтаева Т.В. Стеклокерамические</b>	<b>196</b>



<b>материалы с высокой диэлектрической проницаемостью (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	
<b>Лещук Д.А., к.т.н., доцент Колонтаева Т.В. Применение хроматографии при изучении термодинамических систем (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>197</b>
<b>Романюк С.М., к.т.н., доцент Колонтаева Т.В. Использование двойных полупроводниковых фаз в приборостроении (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>198</b>
<b>Скопцов Е.А., к.т.н., доцент Колонтаева Т.В. Перспективы применения карбида кремния в электронике (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>199</b>
<b>Шукевич Я.И., к.т.н., доцент Колонтаева Т.В. Влияние технологических добавок на свойства пластифицированной керамической пленки (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>200</b>
<b>Кутепова Н.А., к.т.н., доцент Колонтаева Т.В. Особенности формирования устойчивых высокодисперсных систем (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>201</b>
<b>Лобчук С.В., к.т.н., доцент Колонтаева Т.В. Получение материалов в метастабильном состоянии (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>202</b>
<b>Шахнович А.А., к.т.н., доцент Колонтаева Т.В. Использование физико-химического анализа для направленного синтеза материалов (Белорусский национальный технический университет).....</b>	<b>203</b>
<b>Ющенко А.А., к.т.н., доцент Колонтаева Т.В. Полупроводники с аморфной структурой (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>204</b>
<b>Ходак И.И., д.т.н., профессор Сычик В.А. Полупроводниковые гетеропереходные структуры (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>205</b>
<b>Асадчий А.Н., Журавок А.А., Шевель А.А., к.т.н., доцент Ковалевская А.В. Расчет эффективной теплопроводности пористого композиционного материала алмаз-карбид кремния (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>206</b>
<b>Шукевич Я.И., к.т.н., доцент Карпович Е.Ф. Пьезоэлектрики и их применение (Белорусский национальный технический университет).....</b>	<b>207</b>
<b>Ющенко А.А., к.т.н., доцент Карпович Е.Ф. Светочувствительные полимерные материалы (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>208</b>

Ткачевич В.В., Ланюк А.А., д.т.н., профессор Зайцев А.Л. Исследование энергетика адсорбции молекулы водорода на поверхность меди (100) методом функционала плотности (Белорусский национальный технический университет) .....	209
Бусурина О.В., к.ф.-м.н., доцент Сернов С.П. Требования к драйверам несменных источников света (Белорусский национальный технический университет) .....	210
Волкорезова Е.Ю., к.ф.-м.н., доцент Сернов С.П. Электромагнитная совместимость светотехнических оборудований транспортных средств (Белорусский национальный технический университет) .....	211
Шевель А.А., д.т.н., профессор Сычик В.А. Униполярный транзистор с плавающим затвором (Белорусский национальный технический университет) .....	212
Гузев В.С., д.т.н., профессор Сычик В.А. Электрофизические свойства контакта металл-полупроводник (Белорусский национальный технический университет) .....	213
Журавок А.А., Балохонов Д.В., к.ф.-м.н., доцент Сергов С.П. Моделирование неизображающей оптики для несменных источников света (Белорусский национальный технический университет).....	214

## Секция 5

### СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Далидович К.Н., Бояревич Т.И., к.т.н., ст.пр. Савкова Е.Н. Автоматизированный контроль движения грузопотоков на основе процессного подхода (Белорусский национальный технический университет) .....	215
Балаш Е.В., к.т.н., доцент Егорова З.Е. Разработка документов системы менеджмента безопасности производства водок на РУП «Минск Кристалл» (Белорусский государственный технологический университет) .....	216
Барнашова А.Ю., к.т.н., доцент Егорова З.Е. Нормирование расхода этилового спирта (из всех видов сырья) на проведение лабораторных испытаний пищевой продукции (Белорусский государственный технологический университет) .....	217
Доброгост Т.А., к.т.н., доцент Егорова З.Е. Стандартизация показателей качества нестерилизованных овощных и овошефруктовых нектаров (Белорусский государственный технологический университет) .....	218
Боброва И.В., Заяц Т.В., Придыбайло Т.С., к.т.н., доцент Соколовский С.С. Информационное обеспечение процесса автоматизированного проектирования методик выполнения измерений (Белорусский	

национальный технический университет) .....	219
<b>Боброва И.В., Королькова Л.И., ст.пр. Купреева Л.В. Применение процессного подхода для формирования программы подготовки специалистов в области стандартизации и управления качеством (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>220</b>
<b>Богославец Е.Е., д.т.н., доцент Серенков П.С. Процессный подход как доказательная основа обеспечения степени доверия к результатам измерений (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>221</b>
<b>Василевская М.Н., д.т.н., профессор Соломахо В.Л., к.т.н. Спесивцева Ю.Б. Оценка качества производственного процесса в решении задачи оптимизации размеров цепей (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>222</b>
<b>Гнутенко Е.В., Колонтаева Л.В., к.т.н, ст.пр. Савкова Е.Н. Автоматизация проектирования систем безопасности (Белорусский национальный технический университет).....</b>	<b>223</b>
<b>Гусакова Н.В., к.т.н., ст.пр. Савкова Е.Н. Применение метода Рунге-Кутты при оценке оптических и геометрических параметров объектов (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>224</b>
<b>Зыблиенко И.М., к.т.н., ст.пр. Савкова Е.Н. Контроль качества программных средств в информационно-измерительных системах (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>225</b>
<b>Карасюк Е.В., к.т.н. Спесивцева Ю.Б. Автоматизация организационно-методического обеспечения нормативной базы предприятия (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>226</b>
<b>Королькова Л.И., к.т.н., доцент Станкевич М.В. Подтверждение соответствия на электромагнитную совместимость технических средств (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>227</b>
<b>Крапивный А.В., Жуковский Е.И., к.т.н., доцент Кусяк А.В. Исследование работоспособности биемера (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>228</b>
<b>Кундикова Е.А., к.т.н. Кротова О.А. Координатные измерения криволинейных поверхностей второго порядка (Белорусский национальный технический университет).....</b>	<b>229</b>
<b>Левченко Н.С., ст.пр. Мирошниченко И.Ф. Применение методов технической диагностики при мониторинге строительных конструкций (Белорусский национальный технический университет).....</b>	<b>230</b>
<b>Лосева Е.А., к.т.н., ст.пр. Савкова Е.Н. Моделирование адаптивных осветительных систем с использованием метода Монте-Карло (Белорусский национальный технический университет).....</b>	<b>231</b>

Олишевко Н.И., к.т.н., доцент Станкевич М.В. <b>Постановка на производство оборонной продукции</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	252
Павлов К.А., д.т.н., доцент Серенков П.С. <b>Разработка методики создания онтологических моделей в сфере законодательной метрологии</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	253
Придыбайло Т.С., к.т.н., доцент Соколовский С.С. <b>Аналитическое моделирование погрешности базирования деталей в призме</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	254
Проколович И.А., ст.пр. Петрусенко П.А. <b>Имитационная модель для определения параметров номинально круглого сечения детали</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	235
Сердюкова Т.В., к.т.н., доцент Блюменталь Э.С. <b>Автоматизация процесса выбора моментных ключей</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	236
Сугако Е.В., ст.пр. Мирошниченко И.Ф. <b>Улучшение параметров датчиков со струнными преобразователями</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	237
Трескунов И.А., к.т.н., ст.пр. Савкова Е.Н. <b>Разработка системы управления электронным документооборотом аккредитованной испытательной лаборатории</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	238
Ульянова Ю.В., ст.пр. Ленкевич О.А. <b>Автоматизированная система сбора данных о качестве как один из аспектов повышения эффективности функционирования менеджмента качества</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	239
Федорова Е.И., Заяц О.С., Шапарь А.В., к.т.н., ст.пр. Савкова Е.Н. <b>Воспроизведение колориметрических характеристик объектов в системах управления цветом</b> (Белорусский национальный технический университет).....	240
Шапарь А.В., к.т.н. Шапарь В.А. <b>Управление режимами и регистрация данных при проведении триботехнических испытаний материалов</b> (Белорусский национальный технический университет).....	241

## Секция 6

### ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

Вайнилович Ю.В., к.ф.-м.н. Першин В.Т. **Спектральный анализ прохождения сигналов через линейные цепи в системе Mathcad**

(Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники) .....	242
Кадач Д.А., доцент Родионов Ю.А. <b>Способы энергосбережения</b> (Институт информационных технологий при БГУИР) .....	243
Купреева О.В., Максименко А.Г., к.т.н. Котов Д.А. <b>Изучение диэлектрического барьерного разряда</b> (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники).....	244
Аксенов Е.С., Николаевская Е.Р., Развина Т.И. <b>Расчет и макетирование оптических концентраторов</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	245
Андала Е.С., Конников А.А., к.ф.-м.н., доцент Развин Ю.В. <b>Моделирование процессов диамагнитной левитации</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	246
Арутюнян С.В., Глушок Д.А., доцент Бобученко Д.С. <b>К вопросу определения коэффициента трения качения методом наклонного маятника</b> (Белорусский национальный технический университет).....	247
Балбатун С.Ю., Сарнацкий А.А., д.ф.-м.н., профессор Доманевский Д.С. <b>Вязкость. Ламинарный и турбулентный режимы течения жидкостей</b> (Белорусский национальный технический университет).....	248
Бут-Гусаим М.А., к.ф.-м.н., доцент Бумай Ю.А. <b>Физические основы и применение реоплетизмографии</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	249
Вайсман А.Г., Соболевский А.В., Гаврилов А.М., Царева А.А. <b>Разработка электронного учебного курса по информатике с применением системы дистанционного обучения Moodle</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	250
Войтович А.В., ст.пр. Дубровина О.В. <b>Проектирование клиента ICQ-сетей</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	251
Волоткович С.В., Шапарь А.В., к.ф.-м.н. Черный В.В. <b>Электрические характеристики полевых транзисторов с высокой подвижностью электронов</b> (Белорусский национальный технический университет).....	252
Воробей А.В., к.ф.-м.н. Иванов В.А. <b>Температурные зависимости электропроводности полупроводниковых пленок сульфида олова</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	253
Гиль Н.Н., Евсеенко Т.И., доцент Красовский В.В. <b>Технический и экономический анализ энергосберегающих светонзлучающих устройств</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	254
Гусакова Н.В., ст.пр. Кондратьева Н.А. <b>Решение физических задач с использованием численных методов</b> (Белорусский национальный	

технический университет) .....	255
<b>Дробышева Т.С., пр. Рогальский Е.С. Комплекс лабораторных работ по Flash для информационной обучающей системы (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>256</b>
<b>Дровникова И.С., Шило А.Ю., к.ф.-м.н., доцент Развин Ю.В. Моделирование режимов оптического считывания информации (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>257</b>
<b>Ермолович П.А., ст.пр. Малаховская В.Э., к.ф.-м.н., доцент Развин Ю.В. Учебная компьютерная модель «Сложные взаимно перпендикулярных колебаний» (Белорусский национальный технический университет).....</b>	<b>258</b>
<b>Заблоцкая А.В., Корнеевкова О.А. к.ф.-м.н., доцент Хорунжий И.А. Компьютерное моделирование дифракции Френеля (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>260</b>
<b>Заболотная Е.Б., к.т.н., доцент Волкович П.Ф. Моменты произвольных порядков синусоидального распределения как решения рекуррентных соотношений (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>261</b>
<b>Зеленкевич Н.Н., ст.пр. Дубровина О.В. Функциональное программирование на языке Haskell (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>262</b>
<b>Иванова О.М, Молочко А.С., к.ф.-м.н., доцент Романчук В.М. Унификация курсового проектирования в рамках дисциплины «Информатика» для студентов специальности «Технология и оборудование ювелирного производства» (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>263</b>
<b>Илюкевич А.И., Пайташ А.Н., к.т.н., доцент Волкович П.Ф. Моменты произвольных порядков экспоненциального распределения как решения интегральных рекуррентных соотношений (Белорусский национальный технический университет).....</b>	<b>264</b>
<b>Ковалева М.В., Цумарева А.В., к.ф.-м.н., доцент Хорунжий И.А. CVD-алмаз в системе охлаждения мощного полупроводникового прибора (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>265</b>
<b>Кольцов П.А., Рогай П.С., к.ф.-м.н., доцент Развин Ю.В. Расчет оптической схемы лазера с пассивным модулятором (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>266</b>
<b>Коровацкий Д.И., Панасевич Е.Н., к.ф.-м.н., доцент Новоселов А.М. Исследования температурной зависимости коэффициента черноты вольфрама (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>267</b>

Краснова М.И., д.ф.-м.н., профессор Чапланов А.М., д.ф.-м.н. Маркевич М.И. <b>Формирование коллоидных растворов металлов в воде методом лазерной абляции</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	268
Красовская А.А., Турова Т.Л., д.ф.-м.н., профессор Роговцов Н.Н. <b>Применение метода инвариантного погружения к решению двухточечных краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	269
Лаптева Е.О., к.ф.-м.н., доцент Развин Ю.В. <b>Исследование режимов модуляции излучения полупроводникового лазера</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	270
Лоскот Ю.А., Дробышева Т.С., ст.пр. Дубровина О.В. <b>Автономная система управления лабораторными работами</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	271
Мазетова О.С., ст.пр. Малаховская В.Э. <b>Особенности применения материалов с поперечным электрооптическим эффектом в многоканальных модуляторах света</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	272
Максимович В.В., Парханович А.В., доцент Красовский В.В. <b>Измерение сверхдлинных и ультракоротких промежутков времени</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	273
Мангарова М.Е., Черота Ю.Э., к.ф.-м.н., доцент Развин Ю.В. <b>Особенности термической обработки материалов лазерным излучением</b> (Белорусский национальный технический университет).....	274
Матюшенко И.И., Русакевич К.В., ст.пр. Кондратьева Н.А. <b>Криптографические и стеганографические методы защиты информации</b> (Белорусский национальный технический университет).....	275
Мороз М.А, ст.пр. Кондратьева Н.А. <b>Публикация баз данных в Internet на основе РНР</b> (Белорусский национальный технический университет).....	276
Нагорный Е.А., к.ф.-м.н., доцент Развин Ю.В. <b>Разработка и макетирование ЖК-модулятора для ВОЛС</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	277
Нарушко Е.О., ст.пр. Малаховская В.Э. <b>Движение заряженных частиц в магнитном поле</b> (Белорусский национальный технический университет).....	278
Неверо Д.Д., Соловей В.В., к.ф.-м.н., доцент Новоселов А.М. <b>Определение длины волны, длины и времени когерентности света при помощи колец Ньютона</b> (Белорусский национальный технический университет).....	

университет) .....	279
<b>Николаевский А.Р., к.ф.-м.н., доцент Развин Ю.В. Анализ режимов переключения поляризационных ослабителей (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>280</b>
<b>Радченя А.А., к.т.н., доцент Бокуть Л.В. Web-сайт города «Житковичи» (Белорусский национальный технический университет)...</b>	<b>281</b>
<b>Селицкий Д.Д., Досов Н.Н., к.ф.-м.н., доцент Новоселов А.М. Измерение истинной температуры нагретых тел с помощью яркостного пирометра (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>282</b>
<b>Сельвич А.А., Король М.В., к.ф.-м.н., доцент Прусова И.В. Создание дендрограммы для различных матриц расстояния, определяемых с помощью метрик колмогорова-емирнова и дальнего соседа, средствами Open GL (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>283</b>
<b>Ситников А.С., к.ф.-м.н., доцент Бумай Ю.А. Пульсовая волна и ее физические характеристики (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>284</b>
<b>Соболевский А.В., Вайсман А.Г., Гаврилов А.М., Царева А.А. Система тестирования по курсу «Информатика» в среде Moodle (Белорусский национальный технический университет).....</b>	<b>285</b>
<b>Стрижевская М.И., Бычковская Я.А., к.ф.-м.н., доцент Красовский В.В. Самый «субъективный» эталон в физике (Белорусский национальный технический университет).....</b>	<b>286</b>
<b>Турова Т.Л., Красовская А.А., д.ф.-м.н., профессор Роговцов Н.Н. Описание колебательного движения одномерной диссипативной системы на основе нового варианта метода инвариантного погружения (Белорусский национальный технический университет) ....</b>	<b>287</b>
<b>Федорова Е.И., Зыблиенко И.М., к.ф.-м.н., доцент Хорунжий И.А. Расчет эффективной теплопроводности тепловой трубы (Белорусский национальный технический университет).....</b>	<b>288</b>
<b>Чернова О.С., ст.пр. Александра Э.Н., к.ф.-м.н, доцент Развин Ю.В. Воздействие лазерного излучения на образцы минералов (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>289</b>
<b>Черномор А.А., к.ф.-м.н., доцент Нифагин В.А. Конформное отображение пространственных областей в краевых задачах для гармонических функций (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>290</b>
<b>Шаларь А.В., Волоткович С.В., к.ф.-м.н. Черный В.В. Уточнение</b>	



<b>метода определения запирающего напряжения</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	291
<b>Шлыкевич Ю.В., ст.пр. Дубровина О.В. Расчет принципиальных электрических схем</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	292
<b>Шуканов М.И., ст.пр. Дубровина О.В. Сравнение полигонального моделирования в Autodesk 3Ds Max и Alias Wavefront Maya</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	293

#### Секция 7

### ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ В ОБЛАСТИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

<b>Кот А.Г., Тарасевич Ю.В., к.э.н., доцент Гурина Е.В. Особенности реализации стимулирующей функции налогов в современных условиях</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	294
<b>Клышко О.Н., Михальченко В.А., д.э.н., профессор Нехорошева Л.Н. Интеллектуальный потенциал и его роль в активизации инновационной деятельности</b> (Белорусский государственный экономический университет) .....	295
<b>Сидорович Ю.В., д.э.н., профессор Нехорошева Л.Н. Парк высоких технологий как катализатор инновационной деятельности</b> (Белорусский государственный экономический университет) .....	296
<b>Прусова Е.А., Борковская О.В., д.э.н., профессор Сорокина Т.В. Совершенствование правовой основы организации бюджетного процесса</b> (Белорусский государственный экономический университет).....	297
<b>Гуринович Е.А., ст.пр. Пуровская Е.Э. Конкурентоспособность как фактор экономического и социального благополучия</b> (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники) .....	298
<b>Вешкурцева Т.А., к.э.н., доцент Горобец П.Д. Антикризисное управление налогообложением в современных условиях</b> (Белорусский государственный технологический университет) .....	299
<b>Козловская О.В., к.т.н., вед.н.с. Алексеев Ю.Г. Коммуникативные и информационные инструменты двухсторонних центров научно-технического сотрудничества</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	300
<b>Макарская А.М., к.э.н., доцент Гурина Е.В. Совершенствование управления ликвидностью предприятия приборостроительного профиля на основе внедрения новых организационных структур</b>	

(Белорусский национальный технический университет) .....	301
<b>Пишало Е.О., д.э.н., профессор Кудашев В.И. Роль венчурного финансирования в активизации инновационной деятельности (Белорусский национальный технический университет).....</b>	<b>302</b>
<b>Уельская И.Г., к.э.н., доцент Ляхевич А.Г. Использование ФСА-модели для реорганизации бизнес-процессов (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>303</b>
<b>Пунтус О.В., к.э.н., доцент Дубков В.У. Импортозамещение – один из путей преодоления экономического кризиса в приборостроении (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>304</b>
<b>Гмырак В.Н., к.э.н., доцент Гурина Е.В. Патентные исследования и рынок инновационной продукции (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>305</b>
<b>Дудко Н.А., к.э.н., доцент. Шмыгова Л.И. Управление портфелем проектов предприятия (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>306</b>
<b>Паркалова Е.В., к.э.н., доцент. Шмыгова Л.И. Проектный менеджмент в рыночной экономике (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>307</b>
<b>Соленик Н.А., к.э.н., доцент Мелюшин П.В. Формирование системы предоставления ценности товара на основе сегментирования рынка и позиционирования (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>308</b>
<b>Шуст А.С., к.т.н., вед. н.с. Алексеев Ю.Г. Роль инновационной инфраструктуры в продвижении инновационной продукции (Белорусский национальный технический университет).....</b>	<b>309</b>
<b>Алексеева А.В., к.э.н. Мелюшин П.В. Моделирование конъюнктуры рынка (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>310</b>
<b>Брудская Т.А., ст.пр. Серченя Т.И. Эффективность управления трудовыми ресурсами на промышленном предприятии (Белорусский национальный технический университет).....</b>	<b>311</b>
<b>Былинович Н.С., к.э.н., доцент Мелюшин П.В. Организация сбытовой деятельности на предприятии (Белорусский национальный технический университет).....</b>	<b>312</b>
<b>Голос Т.А., ст.пр. Серченя Т.И. Использование лизинга при техническом перевооружении промышленных предприятий (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>313</b>
<b>Масловская Е.Н., ст.пр. Козленкова О.В. Проблемы нормирования оборотных средств предприятия (Белорусский национальный технический университет).....</b>	<b>314</b>

<b>Мигунова Ю.А., к.э.н., доцент Гурина Е.В. Направления совершенствования анализа финансового состояния предприятия (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>315</b>
<b>Шестак Е.Н., ст.пр. Серченя Т.И. Развитие инновационного потенциала промышленных предприятий (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>316</b>
<b>Войтешенок М.А., к.э.н., доцент Гурина Е.В. Малое предпринимательство в инновационной деятельности Республики Беларусь (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>317</b>
<b>Борщун А.Д., ст.пр. Козленкова О.В. Проблемы управления себестоимостью продукции на предприятии (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>318</b>
<b>Цвирко М.В., к.т.н, доцент Балашевич В.А. Виды и организационные формы торгово-посреднических операций (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>319</b>
<b>Басалыга Е.В., к.т.н, доцент Балашевич В.А. Основные направления совершенствования системы материально-технического обеспечения РУП «МАЗ» (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>320</b>
<b>Жесько М.Ю., к.т.н, доцент Балашевич В.А. Тянушие и толкающие системы управления поставками (Белорусский национальный технический университет).....</b>	<b>321</b>
<b>Василевская А.М., к.э.н, доцент Ляхевич А.Г. Прогнозирование себестоимости инновационной продукции (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>322</b>
<b>Вопнярская Ж.А., ст.пр. Серченя Т.И. Особенности инновационной деятельности на малых и средних предприятиях (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>323</b>
<b>Казачинская Е.А., ст.пр. Козленкова О.В. Роль налоговой системы в эффективном развитии предпринимательства (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>324</b>
<b>Пресняк Д.А., к.э.н., доцент Максимов Г.Т. Вопросы совершенствования амортизационной политики предприятия (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>325</b>
<b>Рубина Н.Д., ст.пр. Козленкова О.В. Продвижение лизинга на рынке Республики Беларусь (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>326</b>
<b>Степанюк О.В., ст.пр. Серченя Т.И. Методические подходы к оценке стоимости объектов интеллектуальной собственности (Белорусский национальный технический университет) .....</b>	<b>327</b>

Терещенко Е.А., к.э.н., доцент Ляхевич А.Г. <b>Планирование инновационной деятельности предприятия в условиях неопределенности</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	328
Федотова М.В., к.э.н., доцент Максимов Г.Т. <b>Совершенствование оценки уровня прибыльности предприятия</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	329
Юрчик З.В., к.э.н., доцент Гурина Е.В. <b>Венчурная деятельность как фактор инновационного развития Республики Беларусь</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	330
Безрукова И.В., ст.пр. Третьякова Е.С. <b>Определение экономической эффективности информационно-рекламной деятельности</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	331
Грудько А.С., д.э.н., профессор Радиевский М.В. <b>Планирование и управление инновациями на предприятии</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	332
Королева С.В., ст.пр. Минько М.В. <b>Стимулирование коммерциализации инноваций</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	333
Левкович О.В., ст.пр. Козленкова О.В. <b>Особенности учета и оценки нематериальных активов</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	334
Насанович Е.Ю. ст.пр. Минько М.В. <b>Построение инновативных структур управления</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	335
Никита Е.В., к.э.н., доцент Гурина Е.В. <b>Особенности позиционирования инновационной продукции в современных условиях</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	336
Никонова Ю.А., Гаврилова М.А. ст.пр. Третьякова Е.С. <b>Теоретические аспекты понятия брендинг</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	337
Сакович О.В., к.э.н., доцент Ляхевич А.Г. <b>Проблемы внедрения инноваций на предприятии</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	338
Юрчик Е.Н., ст.пр. Минько М.В. <b>Инновационная инфраструктура</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	339
Белых Е.С., ст.пр. Третьякова Е.С. <b>Психологическая эффективность рекламных мероприятий</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	340

Захаревич О.Н., ст.пр. Третьякова Е.С. <b>Медиапланирование на телевидении</b> (Белорусский национальный технический университет).....	341
Селицкая Д.П. к.э.н., доцент Гурина Е.В. <b>Особенности формирования и развития национальной инновационной системы в Республике Беларусь</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	342
Хиртанович О.А. <b>CALS-технологии</b> (Белорусский национальный технический университет).....	343
Чиж Е.В., д.э.н., профессор Радиевский М.В. <b>Особенности интеллектуальных инвестиций в развитии инновационной деятельности</b> (Белорусский национальный технический университет) ...	344
Шилай Н.С., к.э.н., доцент Гурина Е.В. <b>Проблемы повышения наукоёмкости производства в Республике Беларусь</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	345
Каменчук Т.В., к.э.н., доцент Мелюшин П.В. <b>Локальные базы данных и их использование в производственной деятельности</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	346
Ласицкая Е.А., Каптур Л.В., к.э.н., доцент Мелюшин П.В. <b>Автоматизация производственной деятельности с помощью ЭВМ</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	347
Порадовская Н.А., Мотузко Ю.В., ст.пр. Серченя Т.И. <b>Ценообразование и его роль в максимизации продаж</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	348
Кузнецова Е.Н., к.э.н., доцент Гурина Е.В. <b>Место интеллектуальных инвестиций в борьбе с экономическим кризисом</b> (Белорусский национальный технический университет).....	349
Мслякко Ю.М., к.т.н., доцент Балашевич В.А. <b>Многоукладность мирового технико-экономического развития</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	350
Хвалько Т.В., к.т.н., доцент Балашевич В.А. <b>Основные факторы развития экономики на современном этапе</b> (Белорусский национальный технический университет) .....	351

Научное издание

**НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ  
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

Материалы  
2-й Международной студенческой научно-технической  
конференции  
(22–24 апреля 2009 г.)

Ответственный за выпуск Р.И. Воробей  
Компьютерная вёрстка Н.В. Яржембицкая, Н.Н. Ризноокая

---

Подписано в печать 30.03.2009.

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 22,15. Уч.-изд. л. 17,32. Тираж 230. Заказ 382.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ №02330/0131627 от 01.04.2004.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.