



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный  
технический университет**

---

**Приборостроительный  
факультет**



# **НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

**Материалы  
10-й Международной научно-технической  
конференции молодых ученых и студентов**



**2**

**Минск  
БНТУ  
2017**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Приборостроительный факультет

# НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

Материалы  
10-й Международной научно-технической конференции  
молодых ученых и студентов

26–28 апреля 2017 г.

В 2 томах

Том 2

Минск  
БНТУ  
2017

УДК 681.2.002(063)

ББК 34.9я431

Н74

Редакционная коллегия :

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

Проект «Межрегиональная сеть  
для инновационного развития экосистем  
техносферы, базирующаяся на технологиях микро- и нанобъектов  
(ECOTESY)»  
программы Европейского союза TEMPUS

Рецензенты :

доктор технических наук *В. Б. Оджаев*;  
доктор технических наук *Л. М. Лыньков*

Издание включает материалы 10-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов «Новые направления развития приборостроения» по направлениям: информационно-измерительная техника и технологии; конструирование и производство приборов; микро- и нанотехника; оптоэлектроника, лазерная техника и технология; стандартизация, метрология и информационные системы; прикладные задачи приборостроения; экономика и управление производством в области приборостроения.

**ISBN 978-985-583-012-3 (Т. 2)**  
**ISBN 978-985-583-013-0**

© Белорусский национальный  
технический университет, 2017

## СЕКЦИЯ 4. ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.373.826

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЧАСТОТЫ ПОВТОРЕНИЯ ИМПУЛЬСОВ ОТ МОЩНОСТИ НАКАЧКИ В ВОЛОКОННОМ КОЛЬЦЕВОМ ЭРБИЕВОМ ЛАЗЕРЕ С СИНХРОНИЗАЦИЕЙ МОД

Студент гр. РЛ2-84 Донодин А. И.

Кандидат техн. наук, доцент Лазарев В. А.

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Лазеры с синхронизацией мод (СМ) имеют большое количество перспективных применений [1]. Одно из таких применений – перенос стабильности излучения оптических стандартов частоты (ОСЧ) в радиодиапазон [2]. Использование ОСЧ в аппаратуре частотно-временного сегмента позволяет повысить точность измерения времени на несколько порядков, а, следовательно, повысить точность определения координат в навигационных системах GPS, ГЛОНАСС.

Процесс переноса стабильности ОСЧ в радиодиапазон происходит следующим образом. Лазер с СМ генерирует последовательность фемтосекундных (фс) импульсов. Путем сбивки излучения фс-лазера с излучением частотно-стабилизированного лазера (ОСЧ) получают сигнал биений, который характеризует отклонение частоты повторения фс-импульсов. По полученному сигналу биений осуществляют обратную связь с лазером с СМ, подстраивая оптическую длину резонатора и, тем самым осуществляя стабилизацию частоты повторения импульсов.

Из-за непостоянства оптической длины резонатора, вследствие флуктуаций температуры, мощности накачки, из-за вибраций частота повторения импульсов нестабильна. Для подстройки длины резонатора применяется несколько методов, один из которых – подстройка мощности источника накачки. Вследствие нелинейных и других оптических эффектов оптическая длина резонатора изменяется. В работе проведены исследования зависимости частоты повторения импульсов от мощности накачки в волоконном кольцевом эрбиевом лазере с синхронизацией мод, что необходимо для осуществления обратной связи и стабилизации частоты повторения импульсов лазера.

#### Литература

1. Крюков, П. Г. Лазеры ультракоротких импульсов и их применения: Учебное пособие / П. Г. Крюков. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2012. – 248 с.

2. Бакланов, Е. В. Оптические стандарты частоты и фемтосекундные лазеры / Е. В. Бакланов, П. В. Покасов // Квантовая электроника. – 2003. – 33 (5). – С. 383–400.

## СЕЛЕКЦИЯ ПРОДОЛЬНЫХ МОД $\text{Cr}^{2+}:\text{ZnSe}$ ЛАЗЕРА

Студент гр. РЛ2-83 Устинов Д. В.

Кандидат техн. наук, доцент Лазарев В. А.

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Одной из важных проблем квантовой электроники является разработка и создание оптических стандартов частоты. Они широко используются в спектроскопии сверхвысокого разрешения и прецизионных физических экспериментах, в метрологии, локации, геофизике и в других областях.

Методы нелинейной спектроскопии, на которых основаны современные лазерные стандарты частоты, позволяют выделять узкие резонансы с однородной шириной на фоне широких линий поглощения или дисперсии [1]. Для выделения узких резонансов успешно применяется двухмодовый метод, позволяющий регистрировать резонансы насыщенной дисперсии по изменению частоты межмодовых биений.

Одной из перспективных систем для разработки частотно-стабилизированных лазеров является схема на основе непрерывного твердотельного  $\text{Cr}^{2+}:\text{ZnSe}$  лазера с метановой ячейкой низкого давления [2]. Диапазон перестройки такого лазера захватывает область поглощения метана от 2,3 до 2,5 мкм. Лазер работает в режиме генерации двух соседних продольных мод, селекция которых осуществляется с помощью интерференционно-поляризационного фильтра (фильтра Лио), тонкого эталона Фабри-Перо и воздушного интерферометра Фабри-Перо. Фильтр Лио используется для предварительного сужения спектра генерации и перестройки  $\text{Cr}^{2+}:\text{ZnSe}$  лазера в диапазоне 2,3–2,5 мкм. Внутррезонаторный эталон Фабри-Перо обеспечивает получение двухмодового режима генерации лазера.

Произведен расчет параметров спектральных фильтров и моделирование модового состава лазерного излучения в зависимости от этих параметров. С учетом полученных результатов реализован лабораторный макет лазера. Проведено исследование модового состава излучения лазера.

### Литература

1. Губин М. А., Проценко Е. Д. Лазерные стандарты частоты на основе линий насыщенной дисперсии метана. Квантовая электроника. – 24:12 (1997). – С. 1080–1094.
2. Губин М. А. Перестраиваемый двухмодовый  $\text{Cr}^{2+}:\text{ZnSe}$ -лазер со спектральной плотностью частотных шумов 0,03 Гц/Гц<sup>1/2</sup>. Квантовая электроника. – 42:6 (2012). – С. 509–513.

## МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ УЗЛОВ ДНЕВНО-НОЧНОГО ПРИЦЕЛА DNS-1

Магистранты Ийд Кусай Мохамад<sup>2</sup>, Альмахмуд Шуаиб Хассан<sup>2</sup>  
Академик НАН Беларуси, д-р физ.-мат. наук, профессор Шкадаревич А. П.<sup>1</sup>

Канд. техн. наук, доцент Федорцев Р. В.<sup>2</sup>

Д-р. техн. наук, профессор Артюхина Н. К.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Научно-производственное унитарное предприятие  
«Научно-технический центр "ЛЭМТ" БелОМО»

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

Проведение стендовых испытаний стрелкового оружия и снайперских прицелов является обязательным этапом аттестации готовой продукции военного назначения. Для испытаний был выбран двухканальный дневно-ночной прицел модели DNS-1, предназначенный для установки на штурмовые винтовки АК всех модификации, пистолеты-пулеметы АКС-74УН, «Бизон-2», пулеметы РПКН, ПКН, ПКМН и другие виды огнестрельного оружия.

Испытания на вибропрочность предусматривали фиксацию изделия на платформе стенда таким образом, чтобы направление действия виброускорения совпало с оптической осью прицела, и подвергали воздействию вибрации в течение 30 минут на одной из частот в диапазоне  $(25 \pm 5)$  Гц при ускорении  $19,6 \text{ м/с}^2$  (2g).

При испытаниях изделия на ударную устойчивость прицел подвергали воздействию 100 механических ударов в направлении оптической оси прицела с ускорением  $3000 \text{ м/с}^2$  длительностью импульса от 0,5 до 2,0 мс.

Климатические испытания прицела проводились в климатической камере в два этапа посредством выдерживания изделия в течении 2 часов при максимальной температуре  $+50 \text{ }^\circ\text{C}$  и минимальной температуре  $-40 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Оценку оптических параметров осуществляли на широкоугольном коллиматоре. Предел разрешения дневного канала должен быть не более  $13''$ , а ночного канала –  $1,2'$ . Как показали результаты измерений, разворот сетки относительно базовых плоскостей посадочного места оказался в пределах  $2,2^\circ$ , что соответствовало требованиям, установленным в ТЗ. Однако, величина отклонения от параллельности линий прицеливания дневного и ночного каналов превысило значение  $1'$  (0,5 деления сетки коллиматора).

Для устранения указанных выше недостатков были проведены конструктивные усовершенствования. Повышена жесткость крепления оборачивающего объектива дневного канала в корпусе прицела (увеличено количество фиксирующих элементов). В ночном канале введена дополнительная кинематическая развязка в узел фотоприемника (установлен пружинный механизм в оправе крепления ЭОП).

## РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СХЕМЫ НОЧНОГО КАНАЛА ПРИЦЕЛА DNS-1

Магистрант Альмахмуд Шуаиб Хассан<sup>1</sup>, магистрант Ийд Кусай Мохамед<sup>1</sup>  
Академик НАН Беларуси, д-р физ. мат. наук, профессор Шкадаревич А. П.<sup>2</sup>  
Д-р техн. наук, профессор Артюхина Н. К.<sup>1</sup>  
Канд. техн. наук, доцент Федорцев Р. В.<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Научно-производственное унитарное предприятие «Научно-технический  
центр "ЛЭМТ" БелОМО»

Одной из основных задач габаритного расчета оптики прибора является обеспечение минимальных размеров. Для достижения этой цели при компоновке исследуемого прицела необходимо было правильно выбрать компоненты оптической системы.

В работе представлены результаты проработки вопроса влияния на параметры оптической системы прицела различных факторов, исходя из требований, ограничений и искажений, вносимых различными звеньями оптико-электронного тракта. Характеристики оптической системы подбираются таким образом, чтобы компенсировать эти искажения для получения требуемого качества изображения.

Учитывая физиологию наблюдателя, приняты следующие оптические характеристики системы ночного канала прицела: диаметр выходного зрачка  $D' = 7 - 10$  мм, увеличение прицела порядка  $\Gamma_T = 2,9^*$ , что определяет минимальный диаметр объектива около 30 мм. Для получения достаточной энергии на фотокатоде в темное время суток диаметр увеличен до 48 мм, при этом величина аберраций должна быть в заданных пределах. Установлено, что объектив должен иметь пятно рассеяния на краю поля зрения не больше, чем 20 мкм, поэтому выбран объектив с фокусным расстоянием 80 мм, содержащий 5 компонентов.

Главным элементом ночного канала прицела является ЭОП 2<sup>+</sup> поколения, который имеет максимальную чувствительность в диапазоне 800–850 нм, его небольшая длина по оптической оси (30 мм) обеспечивает преобразование падающего пучка фотонов с энергетической эффективностью 30 000–50 000.

Окуляр прицела построен по ортоскопической схеме, обеспечивает угловое поле зрения  $2\omega = 39^\circ$  и состоит из 3-х линз. Окуляр работает также на дневном канале, поэтому должен быть свободным от хроматических аберраций.

## **ОТРАЖАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ТОНКОПЛЕНОЧНОГО ГЕРМАНИЯ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПОДЛОЖКАХ**

Студент гр. 11311115 Альхимович М. А.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Гацкевич Е. И.

Белорусский национальный технический университет

Системы пленка Ge на полупроводниковых подложках широко изучаются как перспективные системы для использования в оптоэлектронике при разработке светоизлучающих приборов [1]. Подобного рода структуры получают методом лазерного осаждения германия на полупроводниковые подложки. В результате получается система аморфная пленка/полупроводник, причем толщина пленки и ее свойства определяются технологическим процессом. Обычно пленки имеют толщины порядка сотен нанометров, то есть сравнимые с длинами волн оптического излучения. Для изменения свойств пленки подвергают термической обработке. В частности, для модификации указанных структур используется лазерный отжиг. В этой ситуации для определения оптимальных режимов лазерного воздействия важным является знание оптических свойств отжигаемых систем.

В настоящей работе проведено моделирование отражательной способности аморфного германия (a-Ge) на подложке монокристаллического кремния (Si). Использовался подход, описанный в [2], в основе которого лежит метод характеристических матриц. Исследованы отражательная способность системы a-Ge/Si на двух длинах волн 694 и 532 нм, которые являются длинами волн излучения рубинового и Nd:YAG лазеров соответственно. Оба эти лазера широко используются в научных исследованиях. Проанализированы зависимости отражательной способности от поляризации излучения, от угла падения и толщины пленки.

Разработанный алгоритм может быть использован для определения оптических свойств германиевых пленок на других полупроводниковых подложках.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ по проекту Ф16Р-069.

### **Литература**

1. Kaschel, M. Room-temperature electroluminescence from tensile strained double-heterojunction germanium pin LEDs on silicon substrates / M. Kaschel [et al.] // *Solid-State Electron.* – 2013. – V. 83. – P. 87–91.
2. Борн, М. Основы оптики / Э. Вольф, М. Борн. – Издательство «Наука», Москва, 1973. – 713 с.



## **ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТИПА МОНТИРОВКИ ДЛЯ ОПТИЧЕСКОГО ТЕЛЕСКОПА**

Магистрант Силиэ Куэнка Алехандро Рафаэль

Канд. техн. наук, доцент Федорцев Р. В.

Белорусский национальный технический университет

На мировом рынке астрономических инструментов полупрофессиональные любительские зеркальные и линзовые телескопы представлены такими известными производителями как Bushnell, Vixen, Bresser Messier, Celestron, Meade, Sky-Watcher, Levenhuk и другими.

Высокое качество изображения телескопа определяется не только оптическими параметрами зрительной трубы (ЗТ) и основных оптических компонентов в ее составе, но и стабильностью удержания объекта наблюдения в поле зрения, вследствие его движения по небесной сфере или постоянного суточного вращения Земли на орбите. Поэтому основным требованием любой монтировки является обеспечение жесткости и надежности крепления ЗТ, устойчивость к вибрациям, знакопеременным нагрузкам при порывах ветра в случае наблюдения на открытых участках поверхности. Основные параметры устойчивости закладываются производителем монтировок еще на стадии проектирования в виде расчета грузоподъемности и предельных углов наклона ЗТ по осям склонений и прямых восхождений. Все существующие типы монтировок можно принципиально разделить на две основные группы – это альт-азимутальные монтировки и экваториальные.

Экваториальная монтировка (EQ) имеет сложную конструкцию, включает в себя две оси – ось склонений (DEC) и ось прямого восхождения (R. A. ), которую также называют полярной или часовой осью. В процессе настройки параллактической монтировки ось прямого восхождения установлена под наклоном, угол которого равен географическим координатам северной широты места наблюдения (для г. Минска –  $53^{\circ}54'$ ). При отслеживании движения наблюдаемого объекта это позволяет вести телескоп только по одной оси склонений. Параллактические монтировки делятся на три типа: немецкую, английскую и американскую (вилочную).

Азимутальные монтировки (AZ) имеют две оси, одна из которых параллельна горизонту, а другая направлена в зенит. Для азимутальной монтировки характерны малый вес, компактные размеры и невысокая цена. Как правило, их сочетают с рефракторами начального уровня, компактными телескопами для обзорных наблюдений, а также массивные компьютеризированные телескопы для профессиональных астрономов.

Среди последнего вида наибольшее распространение получили альт-азимутальные монтировки Добсона.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ОПТИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

Магистрант Луис Джейсонт

Д-р техн. наук, профессор Козерук А. С.

Белорусский национальный технический университет

Явление трения имеет место на границе между разными соприкасающимися телами (в твердом, жидком или газообразном состояниях) или между отдельными частицами (слоями) одного и того же тела в жидком или газообразном состоянии. Оно связано с появлением сил взаимодействия на поверхности контакта тел или их частей, называемых силами трения. Силы трения характеризуются тем, что они возникают только при попытке сместить одно тело относительно другого (статическое трение – трение покоя) или при перемещении тел относительно друг друга (динамическое трение скольжения, трение качения и вязкое трение). Механизм возникновения сил трения представляет собой сложную физико-механическую проблему, рассмотрение которой показывает, что силы трения имеют электромагнитную природу и определяются характером взаимодействия атомов и молекул в соприкасающихся слоях.

Различают трение двух видов: внешнее, или сухое трение, и внутреннее, или жидкое (вязкое) трение. Внешним трением называется явление возникновения сил трения между соприкасающимися твердыми телами при отсутствии смазочного материала между ними. Внутренним трением называется явление возникновения сил трения между отдельными слоями жидкости или газа при их движении относительно друг друга.

Для практического определения коэффициента трения наиболее часто используют метод «движения тела по горизонтальной поверхности», метод «наклонной плоскости» и метод «рейшины». Для определения коэффициента трения при обработке оптических деталей использовали метод «наклонной поверхности», в котором тело *A* устанавливали на поверхность *B*, угол наклона которой к горизонту увеличивали до момента, когда тело *A* начинало скользить по этой поверхности. Тангенс угла наклона поверхность *B* и представлял собой коэффициент трения скольжения. Определенные таким образом коэффициенты трения в случае шлифования микропорошками М40, М28 и М10 составляют соответственно 0,22, 0,25 и 0,27, а при полировании на смоле – 0,6.

## **ДВУХСПЕКТРАЛЬНЫЙ ПАНОРАМНЫЙ ПРИБОР ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ**

Студент гр. 11311112 Власовец Н. С.<sup>1</sup>

Канд. техн. наук, доц. Федорцев Р. В.<sup>1</sup>

Д-р техн. наук, профессор Козерук А. С.<sup>1</sup>

Начальник отдела Кудряшов А. А.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>ОАО «Пеленг»

Охрана рубежей государственной границы является одной из важнейших и приоритетных задач обеспечения безопасности любой страны. Большие территориальные протяженности содержат изменяющийся рельеф земной поверхности (горы, леса, поля) с открытыми и закрытыми участками пространства для наблюдения. Обычно для осуществления патрулирования и контроля нет четко определенной модели нарушителя. Удаленность тревожного участка от поста управления не позволяет оперативно реагировать тревожной группе в случае появления реальных нарушителей. Кроме того, возникновение порой неопределимых событий, таких как падение ветки дерева, пробегающее животное и т. п., приводит к ложным срабатываниям системы наблюдения. Следовательно, для охраны больших открытых пространств и протяженных рубежей необходимо иметь возможность получать извещение от сигнальных датчиков (система «Ворон») и при помощи видеосистемы подтверждать отсутствие ложного срабатывания.

Двухспектральные панорамные приборы наблюдения конструктивно включают: опорно-поворотное устройство, тепловизионную (ТПВ) и видеокамеру, дополнительно оснащены детектором движения и программой обработки изображений. Такие системы позволяют автоматизировать процесс обнаружения движущихся целей и осуществлять их сопровождение, особенно при установке на открытых вышках с расширенной зоной наблюдения. Автономное электропитание прибора осуществляется через солнечные модули и ветрогенераторы.

Создание современной интегрированной системы обеспечивает надежный контроль охраняемой территории, включающий в свой состав средства различного типа, объединенные на базе программно-аппаратной платформы. В таком приборе дальность обнаружения (дневной канал) ростовой фигуры человека во фронтальной проекции, имеющей интегральный контраст не менее 0,3 относительно земной поверхности ( $MDB \geq 10$  км, освещенность от 1000 до 50 000 лк), составляет не менее 3 км, а распознавания – 2 км. Через ТПВ канал дальность обнаружения ( $f = 100$  мм) цели типа «человек» с характерным размером  $1,8 \times 0,5$  м

(вероятность 50 %, разность температур  $\pm 5^\circ$ ) составляет не менее 3 км, а распознавания – 750 м. При этом обеспечивается передача полученной информации без задержек с периферийной части на станционную.

УДК 535.8

## ЛАЗЕРНАЯ СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ

Студент гр. 11311212 Свибович И. В.<sup>1</sup>

Д-р физ.-мат. наук, профессор Кулешов Н. В.<sup>1</sup>

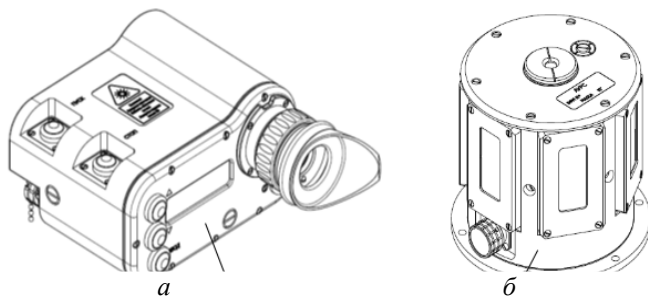
Инженер-конструктор Буняк А. М.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>ОАО «Пеленг»

В последнее время робототехнические системы перешагнули грань опытных и малосерийных образцов и стали активно внедряться в военной сфере наиболее развитыми странами. Разработка технологий военной робототехники стала одним из приоритетных направлений при создании новых образцов вооружения и военной техники, и модернизации существующих.

Для боевых роботов необходимо применение дистанционного управления. Основным недостатком такого управления является уязвимость каналов связи, которые можно глушить, перехватывать и подменять. С целью устранения этого недостатка может использоваться лазерная система дистанционного управления роботом (ЛСДУ), которая осуществляет управление роботом с помощью лазерного канала управления. Конструктивно ЛСДУ состоит из пульта переносного дистанционного управления (ППДУ) (а) и модуля бортового фотоприемного (БФМ) (б). ППДУ используется и переносится оператором или устанавливается на штатив. БФМ устанавливается на установочное место робототехнического средства.



Общий вид лазерной системы дистанционного управления роботом  
приведены: а – ППДУ; б – БФМ

Канал наблюдения обеспечивает распознавание управляемого робототехнического средства с размерами 3,2×2 м (лобовая проекция) на дистанциях до 1000 м и наведение лазерного канала управления (ЛКУ) на объект управления. ЛКУ управления формирует лазерное поле управления для обеспечения передачи команды на запуск и остановку робототехнического средства на дистанциях от 200 м до 1000 м.

УДК 535.8

### **СИМУЛЯТОР ЗВЕЗДНОГО НЕБА**

Студент гр. 11311112 Березкин Д. С.<sup>1</sup>

Канд. техн. наук, доцент Федорцев Р. В.<sup>1</sup>

Д-р техн. наук, профессор Козерук А. С.<sup>1</sup>

Инженер Добрияник В. М.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>ОАО «Пеленг»

Симулятор звездного неба обеспечивает формирование динамических изображений тест-объектов перед объективом звездного датчика, имитирующих различные участки звездного неба.

С развитием и миниатюризацией средств отображения информации и вычислительных систем появилась возможность создать динамический симулятор звезд, обладающий массово-габаритными характеристиками, сопоставимыми с аналогичными характеристиками звездных датчиков. Несмотря на скромные размеры, современные телефоны являются достаточно производительными и могут быть использованы для моделирования движения участков небесной сферы и отображения их на собственном экране. Экран телефона имеет разрешение в 2560×1440 элементов, что сопоставимо с разрешением жидкокристаллических мониторов, используемых на динамических стендах. При использовании коллиматора (устройство для получения параллельных пучков лучей света или частиц) с фокусным расстоянием около 100 мм, симулятор не превышает по размерам и массе звездный датчик, для тестирования которого он предназначен. Конструкция симулятора, объединяющая телефон и коллиматор, имеет посадочные места, позволяющие устанавливать ее непосредственно на бленду тестируемого прибора. Также возможен вариант, когда тестируемый прибор устанавливается сверху на конструкцию симулятора. Интерфейсные окна программного обеспечения, позволяющие задать параметры моделирования, отображаются на экране телефона, доступ к которому может быть осуществлен одним из двух способов: первый способ подразумевает прямой доступ к теле-

фону, он требует снятия боковой крышки конструкции симулятора и является достаточно трудоемким; альтернативой ему служит второй способ, при котором осуществляется удаленный доступ к программному обеспечению симулятора с использованием протокола беспроводной связи Wi-Fi.

Таким образом, используя беспроводную связь, на телефон можно задавать требуемые параметры режима моделирования. Режим управления симулятором, с использованием данных технологий, позволяет создавать комплексные стенды для одновременной отработки приборов различного типа.

УДК 535.8

### **СТЕНД ДЛЯ ЮСТИРОВКИ КОЛЛИМАТОРА**

Студент гр. 11311112 Першин Д. И.<sup>1</sup>, Добряник В. М.<sup>1</sup>  
Руководитель «ОКО» Кишилов В. В.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>ОАО «Пеленг»

Коллиматором называется оптическая система объектива, в фокусе которой помещена мира или сетка.

Поскольку изображение освещенной миры или сетки находится в бесконечности, то коллиматором имитируется бесконечно удаленный предмет.

Для определения разрешающей способности оптических систем в фокусе коллиматора помещают миру. Мира представляет собой испытательную таблицу, в которой расстояние между штрихами меняется по определенному закону. Мира состоит из 25 групп, каждая из них состоит из четырех квадратов, в которых нанесены штрихи в четырех направлениях.

В работе проводится исследование стенда. Использование опор (столы, стенды, оптические скамьи), при юстировке, позволяет исключить (уменьшить) некоторые погрешности (в основном связанные с тряской) и повысить точность измерений. Данный стенд предназначен для юстировки коллиматора выверки. Выбор конструкции стенда обусловлен простотой точностью и дешевизной. Вид стенда представлен на рис. 1.

На стенде устанавливается, с помощью кронштейна, труба зрительная с ПЗС-матрицей. Перед зрительной трубой, в параллельных пучках, помещается на кронштейне юстируемая сборка. Также стенд содержит пульт, служащий для включения питания юстируемого коллиматора выверки и трубы зрительной, и монитор, служащий для визуализации изображения сетки коллиматора выверки.

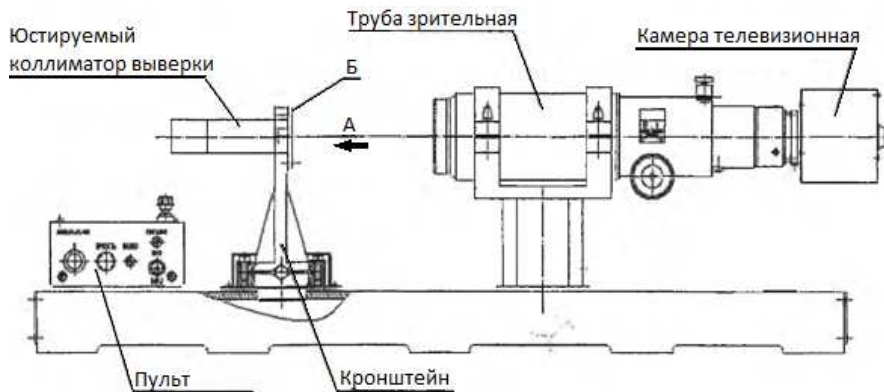


Рис. 1 – Вид блока оптического

Труба зрительная снабжается телевизионной камерой, что позволяет использовать электронную систему отображения (монитор) вместо окуляра – это исключает ошибки глаз наблюдателя.

Оптические детали содержат только труба зрительная и юстируемый узел. Вид оптической схемы стенда представлен на рис. 2.

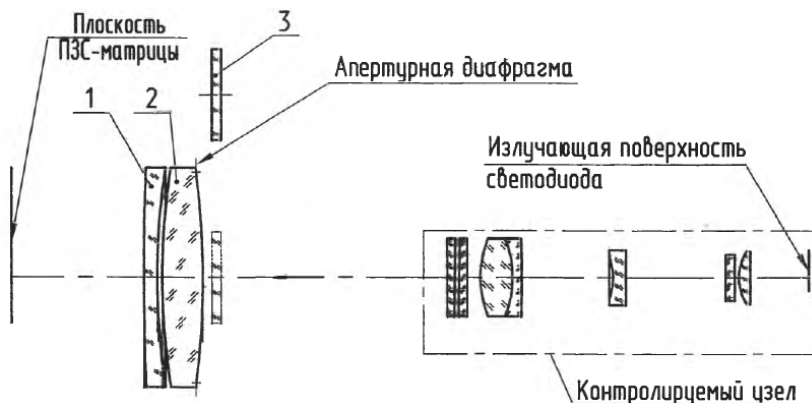


Рис. 2 – Оптическая схема стенда

Где детали 1 и 2 являются линзами объектива, а 3 – светофильтры трубы зрительной.

## Er,Yb:Ca<sub>3</sub>Y<sub>2</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> – НОВАЯ АКТИВНАЯ СРЕДА ДЛЯ ЛАЗЕРОВ, ИЗЛУЧАЮЩИХ В СПЕКТРАЛЬНОМ ДИАПАЗОНЕ 1.5-1.6 мкм

Студент гр. 11311213 Дейнека Р. В.

Мл. науч. сотр. Горбаченя К. Н.<sup>1</sup>

Канд. физ.-мат. наук Кисель В. Э.<sup>1</sup>

Канд. физ.-мат. наук Ясюкевич А. С.<sup>1</sup>

Д-р. физ.-мат. наук Кулешов Н. В.<sup>1</sup>

Канд. физ.-мат. наук Шеховцов А. Н.<sup>2</sup>

Д-р физ.-мат. наук Космына М. Б.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Институт монокристаллов НАН Украины

Твердотельные эрбиевые лазеры, излучающие на длине волны 1,5–1,6 мкм, получили широкое распространение в лазерной дальнометрии, медицине, системах оптической локации и лазерно-искровой эмиссионной спектроскопии. На сегодняшний день актуальным вопросом остается поиск новых кристаллических активных сред, обладающих высокой теплопроводностью и спектроскопическими характеристиками для получения эффективной лазерной генерации [1].

Кристаллы Er,Yb:Ca<sub>3</sub>Y<sub>2</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> (СУВ) высокого оптического качества были выращены методом Чохральского в Институте монокристаллов НАН Украины. Из выращенных монокристаллов были изготовлены ориентированные образцы для дальнейших спектроскопических исследований. Вырезка образцов производилась вдоль кристаллографических осей *a*, *b* и *c*.

На рис. 1 представлены спектры поглощения кристалла Er,Yb:СУВ в спектральной области 900-1100 нм. Спектры поглощения характеризуются широкой полосой с пиком на длине волны 976 нм. Для рассматриваемой области наблюдается слабая анизотропия поглощения.

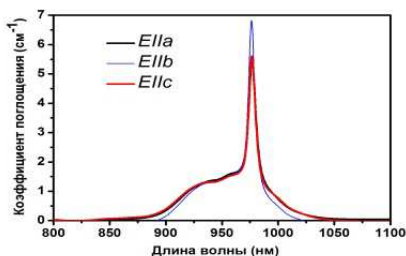


Рис. 1 – Спектры поглощения кристалла Er,Yb:СУВ

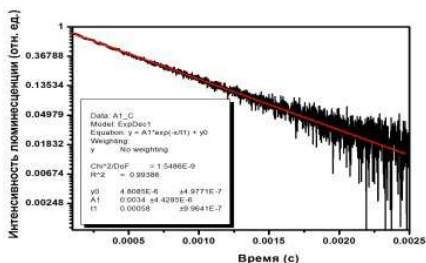


Рис. 2 – Кинетика затухания люминесценции в области около 1.5 мкм



Кинетические люминесцентные измерения проводились с целью изучения времени жизни уровня  ${}^4I_{13/2}$  ионов эрбия. Затухание люминесценции в области около 1.5 мкм имело моноэкспоненциальный характер (рис. 2). Время жизни уровня  ${}^4I_{13/2}$  иона  $\text{Er}^{3+}$  составило  $580 \pm 5$  мкс.

### Литература

1. High efficient continuous-wave diode-pumped Er,Yb:GdAl<sub>3</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> laser / K. N. Gorbachenya, V. E. Kisel, A. S. Yasukevich, V. V. Maltsev, N. I. Leonyuk and N. V. Kuleshov // Optics Letters, 2013. – Vol. 38, № 14. – P. 2446 – 2448.

УДК 621.384.3

### МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕПЛОВИЗИОННЫХ ПРИЦЕЛОВ

Студентка гр. ПО-62м (магистрантка) Карпенко И. В.

Д-р техн. наук, проф. Колобродов В. Г.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»

В настоящее время стремительно развивается оптико-электронное приборостроение, к которому относятся и тепловизионные прицелы. В первую очередь тепловизионные прицелы используются для военных нужд. Поэтому внимание разработчиков таких прицелов сосредоточено на создании и улучшении параметров приборов для поиска, обнаружения и распознавания теплоконтрастных объектов круглосуточно при плохих погодных условиях [1]. Кроме того, благодаря конструктивным и технологическим особенностям тепловизионные прицелы в наше время имеют высокую стоимость, которая на порядок превышает стоимость прицелов других категорий.

Нами была разработана физико-математическая модель системы «объект наблюдения–атмосфера–тепловизионный прицел–оператор», исследование которой позволило сформулировать требования к объективу и приемнику излучения [2].

Основными характеристиками предлагаемого прицела являются поле зрения, порог температурной чувствительности и дальность обнаружения. В результате исследования было разработано тепловизионный прицел с характеристиками:

- поле зрения  $14,4^\circ \times 10,8^\circ$ ;
- порог температурной чувствительности 0,09 К;
- максимальная дальность обнаружения более 1 км.

### Литература

1. Michael Vollmer, Klaus-Peter Mollmann. Infrared Thermal Imaging: Fundamentals / Research and Applications. – Wiley-VCH, 2010. – 612 p.

2. Колобродов В. Г., Лихоліт М. І. Проектування тепловізійних і телевізійних систем спостереження. – К. : НТУУ «КПІ», 2007. – 364 с.

## **МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Студент гр. ПО-62м (магистрант) Сокол Б. В.  
Д-р техн. наук, профессор Колобродов В. Г.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»

В последние столетия стремительно развивались технологии с беспилотными управлениями. На данный период беспилотные летательные аппараты (БПЛА) не имеют кабины для экипажа, вследствие чего теряется необходимость в средствах защиты и жизнеобеспечения пилота, что позволяет уменьшить вес аппарата с помощью использования композитных материалов в конструкции. Приведенные факторы позволяют обеспечить минимизацию радиолокационной заметности и перенос большей полезной нагрузки. Исходя из всех положительных качеств БПЛА можно выделить один негативный момент: при использовании его против союзных войск возникает необходимость поиска и обнаружения БПЛА противника [1].

В данном исследовании рассмотрены варианты построения прибора для обнаружения БПЛА на базе тепловизионной камеры [2]. В качестве объектива были рассмотрены светосильные объективы с разными параметрами. В качестве приемника излучения – неохлаждаемые микроболометрические матрицы и охлаждаемые КРТ-матрицы.

В результате исследования было разработано две физико-математических модели и конструкции камер. Первая, портативная, небольших габаритов, состоящая из неохлаждаемой микроболометрической матрицы и короткофокусного объектива, способная обнаружить аппарат на расстоянии 3-8 км. Вторая, использующая охлаждаемую КРТ-матрицу и объектив с переменным фокусным расстоянием, способна обнаружить аппарат на расстоянии 10-30 км.

### **Литература**

1. Paul Fahlstrom. Introduction to UAV Systems. / Paul Fahlstrom, Thomas Gleason. – 4 edition. – Wiley, 2012. – 306 p.
2. Колобродов В. Г., Лихоліт М. І. Проектування тепловізійних і телевізійних систем спостереження. – К. : НТУУ «КПІ», 2007. – 364 с.

## UNIVERSALIZATION OF LASER DOPPLER FLOWMETER'S SENSORS

Student of group PB-32 (bachelor) Chavchenko K. B.  
National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Doppler flowmeters is the technical tools to measure linear speed and in biomedicine are used to determine blood flow for assess the state of the circulatory system. Due on possibility of laser flowmeter, marked functional limitations related to use multiple sensors designs for assessing the hemodynamics of blood vessels located in different parts of body. In this paper is considering possibility of create a universal design of the sensor laser Doppler flowmeter that will simplify the process of research.

Laser Doppler biomedical flowmeters as the probing signal use the optical radiation. The key parameter is the penetration depth of optical radiation, which allows ensuring proper diagnostics. Also need achieve the high measurement accuracy with a correction of depth studies. From these parameters depend size and number of sensors. Most types of sensors used in laser Doppler flowmeters differ in structure and scope, but the principle of their work is in most cases identical. Possible design with two probing beams, in this case uses two sensors, which provide receive and transmission of signal.

Construction of sensors are selected and determined depending on position of blood vessels for researching which they are intended. The paper analyzed the types of sensors laser flow for invasive and noninvasive diagnosis.

Considered types of sensors in terms of registration light principles and models of optical radiation propagation, which use optical identification, are completely different. Therefore, the author proposed scheme-technical solution design universal sensor based on laser flowmeter [1] and ellipsoidal photometry [2] that due to variable of sensor size and one measuring principle significantly simplifies the construction flowmeter with enhanced functionality. Also mechanism connection and quick-change additional sensors without special tools for monitoring of speed microcirculation motion in different parts of body are unified.

### References

1. Безуглый М. А. Применение эффекта Допплера в оптической биомедицинской диагностике / Безуглый М. А., Коцур Я. А. // Вісник НТУУ «КПІ». Приладобудування : збірник наукових праць. – 2011. – Вип. 42. – С. 177–184.
2. M. A. Bezuglyi, N. V. Pavlovets, “Optical biometry of biological tissues by ellipsoidal reflectors”, Proc. OSA-SPIE 8798, 2013.

## GROWTH AND SPECTROSCOPY OF Er<sub>0.01</sub>:KGd<sub>0.2</sub>Yb<sub>0.15</sub>Y<sub>0.64</sub>(WO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> EPITAXIAL LAYER

Ph. D. student Dernovich O. P.<sup>1</sup>

Ph. D. Kurilchik S. V.<sup>1,3</sup>

Ph. D. Kisel V. E.<sup>1</sup>,

Ph. D. Guretsky S. A.<sup>2</sup>

Doctor of Sc. Kuleshov N. V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Belarusian National Technical University

<sup>2</sup>SSPA Scientific and Practical Materials Research Centre of NAS of Belarus

<sup>3</sup>Kazan Federal University

We determined the best composition of KGd<sub>x</sub>Yb<sub>y</sub>Y<sub>1-x-y</sub>(WO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> layer to be grown on KY(WO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> substrate that exhibit appropriate lattice mismatch and refractive index contrast for optical waveguiding. The Liquid Phase Epitaxial technique was used to grow Er<sub>0.01</sub>:KGd<sub>0.2</sub>Yb<sub>0.15</sub>Y<sub>0.64</sub>(WO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> epitaxial layers on b-oriented KY(WO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> substrate with K<sub>2</sub>W<sub>2</sub>O<sub>7</sub> as a solvent. The synthesis was performed in an electrical resistance furnace. The growth was carried out at 900–920 °C temperature. The substrate spin rate was 30–40 rpm. We obtained high quality crack-free 180 μm thick Er-doped layer. The resulting sample was cut along N<sub>g</sub> optical axis. The length of the layer along N<sub>g</sub> axis was 9 mm.

The absorption spectra of the layer was measured at room temperature in the direction perpendicular to the plane of the layer. The results are demonstrated in Fig. 1. The spectra are in a good agreement with the spectra of Er:KY(WO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> bulk crystal. By comparing the measured spectra with known spectra of bulk crystal the Er<sup>3+</sup> ions content was estimated to be 1.4 at. %.

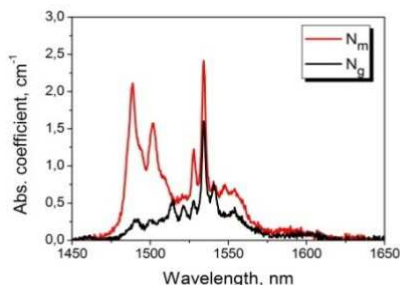


Fig. 1 – Polarized absorption spectra

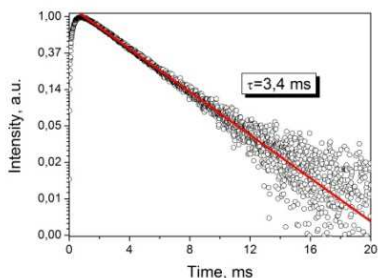


Fig. 2 – Fluorescence dynamic

The fluorescence decay curves of the layer were measured at 1570 nm with excitation by 20 ns pulses at 975 nm wavelength to the absorption band of Yb<sup>3+</sup> ions. The measured curve was excellently fitted by exponential decay function

(Fig. 2). The estimated lifetime of  $^4I_{13/2}$  energy level of  $Er^{3+}$  ions in the layer is 3.4 ms, that is well agree with the lifetime in Er (0.5 at. %):KY(WO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> bulk crystal. Thus, the manufactured epitaxial layers should be used as active media in planar waveguide lasers emitting at 1.5–1.6  $\mu$ m.

UDC 535:31

### FEATURES OF ABERRATIONAL ANALYSIS OF ELLIPSOIDAL REFLECTORS TO OPTICAL BIOMEDICAL DIAGNOSTIC

Student gr. PB-32 (bachelor) Helich I. V.  
National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

To optimize the capability of non-imaging optics, including transmission properties, necessary to develop the quality criteria for evaluating of its work, depending on the chosen configuration. Given the structure of photometers with ellipsoidal reflectors (ER) [1] typical quality criteria cannot be used. Therefore, allowing for the light transfer in ellipsoid of revolution with internal mirror surface, is presented result of aberrational analysis based on ray tracing. This will find the optimal solution of many problems in applied optics of light scattering in biological media (BM) by photometer with ER. Using mathematical basis [1, 2] analyzed the process of defining the optimum parameters of ER for its application in experimental photometric system for determining the optical properties of BM. In terms of biophotonics, it due to the need to register the maximum-possible amount of forward and backscattered light. Therefore, correct selection of ER parameters such as eccentricity and diameter of the working window based on the projected numerical experiment within the spatial distribution of scattered radiation from position of aberrational quality is very important. The modeling was made on variable values of focal parameter and eccentricity from the initial point A (2, 0). During the simulation was calculated Centroid (Fig. 1) and RMS (Fig. 2) for total and first reflection on X-axis.

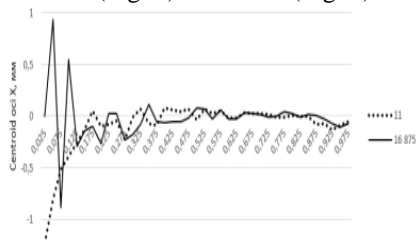


Fig. 1

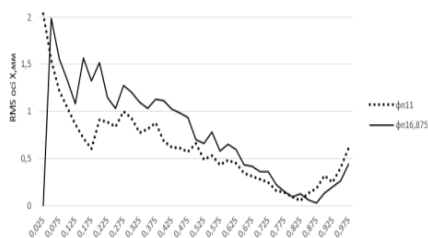


Fig. 2

## References

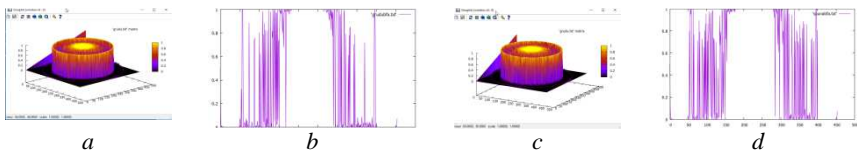
1. Безуглий М. О. Метод фотометричного дзеркального еліпсоїда обертання для дослідження шорсткості поверхні / М. О. Безуглий, Д. В. Ботвинівський, В. В. Зубарев, Я. О. Коцур // Методи та прилади контролю якості. – 2011. – Вип. 27. – С. 77–82.
2. Безуглий М. А., Безуглая Н. В., Саміляк А. Б. Обработка изображений при эллипсоидальной фотометрии // Приборы и методы измерений. – 2016. – №1. – С. 67–76.

UDC 535.3

### LIGHT SCATTERING OF HUMAN SKIN AT ELLIPSOIDAL PHOTOMETRY

Student of group PB-32 (bachelor) Samilyak A. B.  
National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Ellipsoidal photometry as a method of optical diagnostics of scattering biological media [1] can be used to research in reflected and transmitted light. This paper discusses possibility its applicability for making a wide class of diagnostic non-invasive tools for dermatological analysis. Given the applying object – human skin – was selected the technical solution of reflectometer setup with ellipsoidal reflector with truncated orthogonal focal planes [2]. This design provides accurate measurements in backscattered light and satisfies the main task – non-invasive. For evaluation the possibilities of photometric system was carried out simulated of its work in relation to biological object. The numerical experiment was implemented for six samples of human skin: palm, breast, abdomen, back, shoulder and hip. Skin multilayered media was represented by stratum corneum (absorption coefficient 0.1 1/cm and scattering coefficient 100 1/cm for wavelength 632.8 nm), epidermis (0.15 and 45), dermis (0.073 and 20), fat (0.068 and 15), and muscle tissue (2 and 215).



Spatial distribution *a/c* and central cross section *b/d* of forward and backscattered light in breast skin respectively

Muscle tissue is specific model layer in first case was not taken into account, and in second – was set to thickness with impossible for light transmission. Zone analysis of photometric images at ellipsoidal photometry [3] does not given acceptable results. Therefore, was proposed analysis principles of scattered in multilayered media of optical radiation by the central cross section.

## References

1. Bezuglyi, M. A. Ellipsoidal reflectors in biomedical diagnostic / M. A. Bezuglyi, N. V Bezuglaya // Proc. SPIE. – 2013. – 9032.
2. Bezuglyi M. A. Optical biometry by ellipsoidal reflectors / Bezuglyi M. A., Pavlovets N. V. // Proc. OSA-SPIE. – 2013. – Q5898.
3. Безуглый М. А. Обработка изображений при эллипсоидальной фотометрии / Безуглый М. А., Безуглая Н. В., Самиляк А. Б. // Приборы и методы измерений. 2016; 7 (1): 67–76.

UDC 535.2:616-71

## MODELING OF LIGHT SCATTERING IN THICK BIOLOGICAL SAMPLES

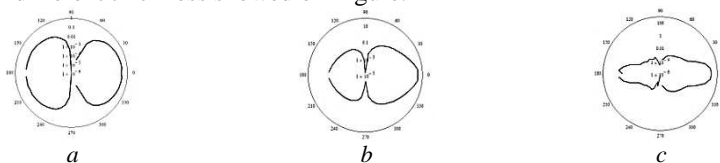
Student of group PB-32 (bachelor) Virychenko A. A.

Ph. D. Bezuglaya N. V.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

The study of light propagation in biological media (BM) today is an actual topic. Especially, it concerns finding out the character of spatial distribution of scattered light, which the scattering indicatrix is responsible. The modern methods of optical tomography, mammography and biopsy are based on light scattering principles. The experimental indicatrix of scattering in thickness samples lies at the basis of determining the anisotropy factor of single scattering. Since the influence of scattering anisotropy factor to determine the optical parameters of scattered BM radiation is significant enough [1], then for research appropriate to use the spatial photometry [2], which provides for use of the sections method and modified Henyey-Greenstein function [1]. In this paper scattering indicatrix of thickness BM samples were simulated and the influence of thickness on spatial distribution of light scattering was showed. The simulations were obtained by Monte Carlo method. They consisted of 10 numerical experiments on chicken and porcine muscles tissue. Optical properties [1] and thickness of the samples were by the input data for simulation. The modeling was performed for the thickness from 0.0001 to 2 mm. For accuracy of the results for each simulation, 20 million photons were launched. As example the indecatrices of scattering by porcine muscles of different thickness showed on Figure.



Normalized light scattering indicatrix by pig muscle thickness  
1 mm (a), 0.1 mm (b) and 0.001 mm (c)

## References

1. Безугла Н. В. Особливості анізотропії світлорозсіяння волокнистими біологічними тканинами / Н. В. Безугла, М. О. Безуглий, Г. С. Тимчик // Вісник НТУУ «КПІ» серія приладобудування. – 2015. – №50.

2. Bezuglaya N. V. Spatial photometry of scattered radiation by biological objects / N. V. Bezuglaya, M. A. Bezuglyi // in Proc. SPIE. – 2013. –Vol. 9032. – Pp. Q1–Q5.

УДК 535.2:616-71

### **INFLUENCE THE ANISOTROPY FACTOR OF BIOLOGICAL MEDIA ON SCATTERING INDICATRIX**

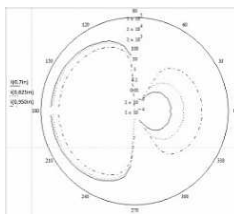
Student of group PB-32 (bachelor) Zadumov I.

Ph. D, Bezuglaya N. V.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Spatial photometry of thickness biological media (BM) is based on goniometric method [1] and includes defining the indicatrix of scattering on different cross sections. The anisotropy factor of single scattering, which used for modeling the light propagation in BM, is determined from these spatial data. In this paper, the character of scattering indicatrix depending on value of anisotropy factor was researched. For simulation of light propagation in BM for samples of porcine muscle tissue by 1.5 mm thickness with optical properties approximate to experimental was used Monte Carlo method. [2]. Values of scattering anisotropy factor varied from 0.025 to 0.95. During simulation, 20 million photons were launched. The incident beam had two types' configurations: infinitely thin and finite diameter with evenly distribution of intensity. As a result, the values of coordinates and weight of photons, which transmitted and reflected from BM in 24 different cross sections, were received. Graphs of dependence the scattering indicatrix on anisotropy factor were obtained by averaging data. In case of increasing of anisotropy factor, the scattering indicatrix was stretched in forward direction and almost did not change in back direction.



Dependence the scattering indicatrix on anisotropy factor



## References

1. Bezuglaya N. V. Spatial photometry of scattered radiation by biological objects / N. V. Bezuglaya, M. A. Bezuglyi // in Proc. SPIE. – 2013. –Vol. 9032. – Pp. Q1–Q5.

2. Безугла Н. В. Вплив осьової анізотропії розсіяння біологічних середовищ на точність визначення оптичних коефіцієнтів методом Монте-Карло / Н. В. Безугла, М. О. Безуглий, Г. С. Тимчик, К. П. Вонсевич // Науковій вісті НТУУ «КПІ». – 2015. – № 1 (99). – С. 85–91.

УДК 535.317

### **МЕТОД УЛУЧШЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ РАМАНОВСКИХ МИКРОСКОПОВ**

Магистрант гр. 1-38 80 02 Андрияш А. С.

Магистрант гр. 1-38 80 02 Кипарин А. И.

Д-р. физ. -матем. наук, профессор Кулешов Н. В.

Белорусский национальный технический университет

Основными проблемами в рамановской микроскопии являются низкая интенсивность сигнала комбинационного рассеяния и ограниченное дифракцией света пространственное разрешение. Так при использовании видимого излучения разрешение классической конфокальной микроскопии не опускается ниже 200 нм.

Одним из наиболее эффективных методов улучшения пространственного разрешения рамановских микроскопов является применение оптических антенн (зондов). Электромагнитное излучение может быть резко усилено вблизи металлического наноразмерного зонда («антенны»), т. е. может достигаться зондово-усиленное рамановское рассеяние (Tip-Enhanced Raman Scattering, TERS) [1]. Помимо многократного увеличения (до нескольких порядков) рамановского сигнала, указанный эффект характеризуется сильной пространственной локализацией, что позволяет преодолеть дифракционный предел Аббе и получить субволновое пространственное разрешение на оптических частотах.

Этот метод является перспективным направлением в рамановской микроскопии при исследовании малоразмерных структур, в том числе различных наноструктур.

Наиболее совершенный оптический зонд использовался в работах [2, 3]. С его помощью удалось получить изображение с разрешением около 12 нм.

В настоящей работе проводятся исследования по применению указанного метода для улучшения пространственного разрешения рамановского

конфокального микроскопа «Confotec NR 500» производства компании SOL instruments. Предполагается с использованием специально изготовленных зондов достичь пространственного разрешения около 20 нм.

### Литература

1. Novotny L., // Physics today, 2011, N. 82, P. 47–52.
2. Betzig E., Trautman J. K., Harris T. D. et al. // Science 1998, N. 251, P. 1468–1470.
3. Betzig E., Finn P. L., Weiner J. S. // Appl. Phys. Lett., 1999, N. 20, P. 2484–2486.

УДК 535.317

## МЕТОДИКИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Студент гр. 11311113 Астраух А. Н.

Белорусский национальный технический университет

В современном приборостроении оптические детали из полимерных материалов получили широкое распространение. Это связано с тем, что они являются более дешевыми и не уступают по свойствам материалам, которые традиционно используются в оптическом приборостроении.

Основным методом изготовления линз из полимеров является литье под давлением. Он признан наиболее производительным и менее затратным. При данном методе на точность изделия влияют такие параметры, как точность изготовления пресс-формы и технологический процесс ее производства. Однако крупногабаритные оптические детали, полученные этим способом, имеют существенные недостатки, как в плане оптических характеристик, так и геометрических параметров. Поэтому при литье под давлением ограничиваются изготовлением оптических деталей до 100 мм [1].

Альтернативным способом изготовления линз является их получение на 3D-принтере. При использовании этого метода расширяются возможности регулировки геометрических параметров линзы, что позволяет создавать детали любой заданной формы и размера.

К передовым технологиям в 3D-печати для оптической сферы производства деталей относят PolyJet, Print Optical Technology, Laser Stereolithography. Данные технологии позволяют изготовить оптическую деталь с высокой точностью, однако для использования по назначению их необходимо предварительно отполировать. Формирование структуры получаемого материала и его механических свойств находится под полным

контролем автоматике и позволяет не просто получать материалы с заданными эксплуатационными характеристиками, но и создавать различные композиты, которые принято называть Digital Material.

Сравнивая оба метода можно сделать вывод, что 3D-печать является более точным и прогрессивным методом, однако она уступает литью под давлением в таких характеристиках, как стоимость, производительность и скорость изготовления.

### **Литература**

Серова В. Н. Полимерные оптические материалы. – СПб. : Научные основы и технологии, 2011. – 384 с.

УДК 681.78

## **ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ОПТИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ**

Магистрант гр. ПН-51м Бондарь К. В.

Канд. техн. наук, доцент Маркин М. О.

Канд. техн. наук Маркина О. Н.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

На производстве оптических деталей проверка клеевого соединения происходит визуально под микроскопом, таким образом является дешевым, простым, однако недостаточно информативным. Для обеспечения простого и дешевого оборудования предлагаем классический метод контроля клеевого соединения усовершенствовать.

Предлагаем построить оптико-электронную измерительную систему для исследования и измерения качества склеивания оптически прозрачных объектов. За основной оптический элемент выбираем микроскоп, для формирования цифрового изображения - камеру с CMOS-матрицей и компьютер с специализированным программным обеспечением способным интенсивность излучения отображать в объемном изображении. Такая уникальная способность позволяет при экспериментальных исследованиях клеевых соединений представлять результаты исследования для двух видов дефектов. Во-первых, наличие воздушных шариков и предметов, имеющих другой естественный и химический состав по отношению к клеевой структуре. Во-вторых, степень сцепления двух стеклянных поверхностей клеем.

Результаты исследований, с различными образцами клеев для одинаковых по толщине стеклянных поверхностей, позволяет утверждать, что объемное исследование клеевого шва более информативна, нежели система

оценивания по координатам  $(x, y)$ . На рисунке объемное изображение позволило выявить на 18% больше дефектов, подсчитывалось с помощью программного модуля по-пиксельного отображения клеевого шва.



*a* – в системе координат  $(x, y)$ ; *b* – в системе координат  $(x, y, z)$

Клеевое соединение двух стеклянных поверхностей:

### Литература

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

УДК 004.932.2

### ОБНАРУЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Студент гр. ПК-32 (бакалаврант) Бруслик М. О.

Канд. техн. наук, ассистент Муравьев А. В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»

В последнее время стремительно развиваются технологии в области кибернетики, в частности, теория и технология компьютерного зрения. Важной составляющей данной технологии являются оптические системы обнаружения объектов. Их основной задачей является регистрация оптического излучения от объекта с последующей передачей сигнала другим подсистемам для предварительной обработки, выделения деталей, сегментации и высокоуровневой обработки полученных изображений.

На данный момент наиболее современными и перспективными являются системы, использующие для обнаружения объектов следующие методы обработки изображения:

- метод опорных векторов (SVM – support vector machine) – перевод исходных векторов в пространство более высокой размерности и поиск разделяющей гиперплоскости с максимальным зазором в этом пространстве [1].

- гистограммы направленных векторов (HOG – Histogram of Oriented Gradients) – алгоритм, при котором участки изображения объекта описываются в виде диаграммы распределения градиента интенсивности или направленности краев.

- обнаружение пятен (blob detection) – метод основывается на сегментации цифрового изображения на области, отличающиеся по определенным признакам (интенсивность, цвет) от окружающего фона [2].

- При обработке изображений с помощью перечисленных методов активно используются нейронные сети (в частности самообучающиеся), что является хорошим подспорьем для дальнейшего развития таких систем. Сегодня компьютерное зрение широко применяется при видеонаблюдении, обнаружении и моделировании объектов, ориентации в пространстве, в медицине, топографии и робототехнике.

### Литература

1. Вьюгин В. В. Математические основы теории машинного обучения и прогнозирования / В. В. Вьюгин, М. : 2013. – 387 с.

2. Kaspers A. Blob Detection, Biomedical Image Sciences, Image Sciences Institute, UMC Utrecht. – 2011.

УДК 681.4. 002. 72 + 681.4.072 (075)

### ЛАЗЕРНЫЙ ДАЛЬНОМЕР

Студент гр. 11311212 Варопай Е. Н.,

Студент гр. 11311113 Харитончик А. Д.

Д-р техн. наук, профессор Козерук А. С.

Белорусский национальный технический университет

Лазерная дальнометрия является одной из первых областей практического применения лазеров в военной технике, цель которой – обеспечение измерения дальности до цели при любых условиях как днем, так и ночью.

Лазерный дальномер должен обеспечивать следующие требования: Измерение дальности при МДВ (метеорологическая дальность видимости) не менее 10 км до объектов, расположенных на дистанциях 500–6000 м. Погрешность измерения дальности  $\pm 10$  м. Ручной ввод дальности в диапазоне 500–8000 м. Рассогласование осей визирного и дальномерного каналов после выверки с помощью системы встроенного контроля, не более 1,0 угловая минута.

Работа дальномера основана на измерении времени прохождения импульса лазерного излучения до цели и обратно. Излучение импульсного лазера направляется на цель формирующей оптикой, а отраженный от це-

ли сигнал принимается через оптику приемного канала дальномера фотоприемным устройством. До и после отражения лазерного луча его свойства не меняются – длина его волны, амплитуда и частота сохраняются. Вычисление дистанции производится в электронной схеме дальномера.

Контроль параллельности дальномерного и визирного каналов производится следующим образом. Выверочные штрихи системы выверки дальномерного канала нанесены на сетку, находящуюся в фокальной плоскости коллиматора системы выверки, и освещены лампой системы выверки. Спектрорделителем, расположенным в канале излучателя дальномера, совмещаются оптические оси излучателя и выверочного коллиматора.

В режиме выверки в оптическую схему вводится призма выверки дальномера. Изображение выверочных штрихов призмой выверки, объективом и нижним зеркалом переносится в плоскость гравировки сеток визирного канала. Так как выверочный коллиматор выполнен в едином блоке с излучателем, то в процессе эксплуатации сохраняется параллельность осей выверочного коллиматора и лазера. Поэтому совмещение выверочных штрихов коллиматора со штрихами на прицельной сетке обеспечивает параллельность визиры и канала излучателя дальномера.

УДК 531.383

## **СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ ОПТИЧЕСКОЙ ОСИ ОЭП**

Магистрант Василевич А. В.<sup>1</sup>

Ст. науч. сотр. Оксенчук И. Д.<sup>2</sup>

Канд. техн. наук, доцент Кузнечик В. О.<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>НИЛ ОЭП

Эффективность использования различных оптико-электронных приборов (ОЭП) располагающихся на подвижных объектах (например, военные и гражданские самолеты, корабли, подводные лодки, спутники) существенно зависит от скорости и диапазона угловых перемещений основания, применяемых методов и средств стабилизации.

Возможны следующие направления в создании систем стабилизации:

- использование гироскопов, которые фиксируют угловые перемещения подвижного основания в пространстве и выдают соответствующие сигналы на системы, управляющие исполнительными устройствами и компенсирующие динамические сдвиги (косвенная стабилизация);
- непосредственно по изображению, создаваемому оптической системой, с использованием информационных систем контроля смещения изо-

бражения в координатных осях фокальной плоскости и создание замкнутых систем управления.

Для целей средней и точной стабилизации оптической оси ОЭП применяются различные типы датчиков угловой скорости (ДУС).

В настоящее время, в качестве ДУС, широко используются оптические датчики – кольцевые лазерные гироскопы (КЛГ) и волоконно-оптические гироскопы (ВОГ). Данные ДУС входят в состав бесплатформенных инерциальных систем (БИНС).

КЛГ и ВОГ средней точности (дрейф нуля от 0,1 до 5 °/ч и масштабный коэффициент порядка  $10^{-3}$ ) применяются в поездах, морских гироскопах, на различных морских и речных объектах, а высокой точности (0,01–0,001 °/ч и  $10^{-5}$ , соответственно) – в навигации, авиации и космонавтике.

БИНС средней (уход нулевого сигнала менее  $10^{-6}$  °/ч и масштабным коэффициентом порядка 0,4 %) и высокой точности (0,01 и 0,05, соответственно) применяются для автоматизации управления беспилотными летательными системами, автоматизированными платформами в условиях опасных для человека, морскими платформами и других целей.

В настоящее время появились миниатюрные гироскопы и БИНС для военного и гражданского применения, некоторые из них являются дополнением к спутниковой системе навигации.

УДК 681.4.002.72 + 681.4.072 (075)

## **БЛОК МОДУЛЯТОРА ДАЛЬНОМЕРА**

Студент гр. 11311212 Викторов И. А.

Студент гр. 11311113 113 Нупрейчик А. О.

Д-р техн. наук, профессор Козерук А. С.

Белорусский национальный технический университет

Изделие обеспечивает наблюдение местности и цели, прицеливание, создание и формирование в направлении цели информационного поля управления, измерения дальности до цели, а также ведение прицеливания для стрельбы.

В систему создания и формирования информационного поля управления входят проекционная система, узел раstra, оборачивающая система, редуктор с пластиной превышения, панкратическая система, призма, коллектив, пластина выверки, линза, объектив, верхнее зеркало.

Излучатель обеспечивает создание инфракрасного излучения высокой монохроматичности и малой расходимости. Излучение посредством проекционной и оборачивающей систем дважды проходит через вращающейся растр. Растр осуществляет пространственно-временную модуляцию

излучения и имеет две модуляционные дорожки: внутреннюю, изображение которой в фокальной плоскости объектива перемещается сверху вниз и внешнюю, изображение которой в фокальной плоскости объектива перемещается справа на лево.

Модулированное излучение попадает в панкратическую систему, обеспечивающую изменение увеличения изображения рисунка раstra по закону, задаваемому профилем кулачка привода панкратики.

При работе в режиме превышение редуктор управляет пластиной, обеспечивающей превышение поля управления над линией визирования. После окончания цикла работы излучателя шторка вновь закрывается.

После панкратической системы пространственно-модулированное инфракрасное излучение идет через призму, отверстие в нижнем зеркале, объектив, верхнее зеркало и выходит из изделия.

Бортовая электронная аппаратура снаряда вырабатывает команды управления, пропорциональные величине и направлению отклонения снаряда относительно оси нулевых команд поля управления. Поступающие на блок рулевого привода снаряда команды изменяют направление движения снаряда. Пользуясь пультом управления объекта, совмещая вершину прицельной марки с изображением прицельной цели, и удерживая марку в этом положении во время полета снаряда, оператор тем самым управляет положением в пространстве оси нулевых команд поля управления, то есть обеспечивает управление снарядом во время его полета.

УДК 535.372

## **СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ ИОНОВ ДВУХВАЛЕНТНОГО НИКЕЛЯ В СТЕКЛОКЕРАМИКЕ С НАНОКРИСТАЛЛАМИ $ZnAl_2O_4$**

Аспирант Вилейшикова Е. В.<sup>1</sup>

Д-р физ.-мат. наук, профессор Юмашев К. В.<sup>1</sup>  
науч. сотр. Скопцов Н. А.<sup>1</sup>

Канд. физ.-мат. наук Лойко П. А.<sup>2</sup>

Канд. хим. наук Дымшиц О. С.<sup>3</sup>

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

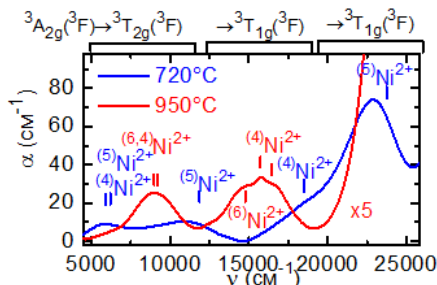
<sup>2</sup>ИТМО, Россия

<sup>3</sup>ГОИ им. С. И. Вавилова, Россия

В настоящей работе исследованы свойства оптического поглощения  $Ni^{2+}$  в матрицах алюмосиликатных ситаллов, содержащих кристаллическую фазу цинковой шпинели ганита  $ZnAl_2O_4$ . На рисунке приведена интерпретация переходов ионов  $Ni^{2+}$  в 4, 5 и 6-координированных позициях для стеклокерамики, термообработанной при  $T = 720$  °С и 950 °С. Низкотемпературная обработка несущественно влияет на структуру окружения



ионов 5- и 4-координированных ионов  $(^4)\text{Ni}^{2+}$  и  $(^5)\text{Ni}^{2+}$  в исходной аморфной стеклянной матрице. Термообработка при  $T > 740^\circ\text{C}$  приводит к формированию аморфных областей неоднородности алюмината цинка и  $\text{ZnAl}_2\text{O}_4$ , в которых ионы  $\text{Ni}^{2+}$  координируются в искаженных позициях с координационным числом 4 и 6. Кристаллизация гонита повышает симметрию окружения гексакоординированных ионов  $\text{Ni}^{2+}$ .



Спектры поглощения стеклокерамики  $\text{ZnO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ , активированной  $\text{NiO}$

Кристаллизация  $\text{ZnAl}_2\text{O}_4$  приводит к убыли числа ионов  $(^5)\text{Ni}^{2+}$  и увеличению объемной концентрации  $(^6)\text{Ni}^{2+}$ , что может существенно улучшить люминесцентные свойства ионов  $\text{Ni}^{2+}$  и применено при разработке широкополосных усилителей лазерного излучения спектрального диапазона 1–1.6 мкм.

УДК 535.372

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ АП-КОНВЕРСИИ В ОКСИФТОРИДНОЙ СТЕКЛОКЕРАМИКЕ С НАНОКРИСТАЛЛАМИ $\text{Eu}, \text{Yb}:\text{PbF}_2$

Аспирант Вилейшикова Е. В.<sup>1</sup>

Д-р физ. -мат. наук, профессор Юмашев К. В.<sup>1</sup>

Канд. физ. -мат. наук Лойко П. А.<sup>2</sup>

Канд. хим. наук Рачковская Г. Е.<sup>3</sup>, н. с. Захаревич Г. Б.<sup>3</sup>

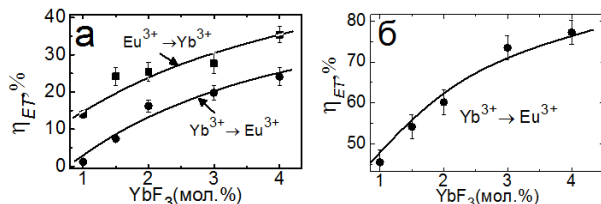
<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет

<sup>2</sup>ИТМО, Россия

<sup>3</sup>БГТУ, Беларусь

Оксифторидная стеклокерамика с нанокристаллами  $\text{PbF}_2$ , соактивированная ионами  $\text{Eu}^{3+}$  и  $\text{Yb}^{3+}$ , излучает интенсивную ап-конверсионную люминесценцию (АКЛ) ионов  $\text{Eu}^{3+}$  при возбуждении области  $\sim 1$  мкм. Ранее был установлен механизм данного процесса, исследованы цветовые характеристики АКЛ. В настоящей работе приведены результаты исследования спектрально-кинетических характеристик люминесценции ионов  $\text{Yb}^{3+}$  (сенсбилизатор ап-конверсии) и  $\text{Eu}^{3+}$  в данной стеклокерамике. На основе из-

меренных времен жизни возбужденных состояний  $\text{Eu}^{3+}$  и  $\text{Yb}^{3+}$  были определены эффективности процессов переноса энергии  $\text{Eu}^{3+} \rightarrow \text{Yb}^{3+}$  ( $\text{Yb}^{3+} \rightarrow \text{Eu}^{3+}$ ), рисунок (а). Эффективность процесса  $D \rightarrow A$  определяется как  $\eta_{ET} = 1 - (\tau_{D-A}/\tau_D)$ , где  $\tau_{D-A}$  – время затухания люминесценции иона  $D$  в образце, активированном ионами ( $D, A$ ), а  $\tau_D$  – время жизни люминесценции образца, содержащего только ионы  $D$ .



Эффективность переноса энергии  $\eta_{ET}$ :  
в оксифторидном стекле (а) и стеклокерамике (б)

При кристаллизации стеклокерамики эффективность тушения люминесценции ионов  $\text{Yb}^{3+}$  велика по причине увеличения локальной концентрации  $\text{Yb}^{3+}$ . Последнее увеличивает эффективность возбуждения кооперативной ап-конверсии ионов  $\text{Yb}^{3+}$  и объясняет отсутствие процесса  $\text{Eu}^{3+} \rightarrow \text{Yb}^{3+}$  в стеклокерамике. Эффективность переноса  $\text{Yb}^{3+} \rightarrow \text{Eu}^{3+}$ , определенная по сокращению времен затухания люминесценции  $\text{Yb}^{3+}$  в стеклокерамике, оказывается в разы выше, чем в исходном оксифторидном стекле, рисунок (б), что делает ее перспективным материалом для разработки ап-конверсионных люминофоров.

УДК 535.372

### ПАРАМЕТРЫ ДЖАДДА-ОФЕЛЬТА И ВЕРОЯТНОСТИ ПЕРЕХОДОВ ИОНОВ ТРЕХВАЛЕНТНОГО ЕВРОПИЯ В СТЕКЛОКЕРАМИКЕ С НАНОКРИСТАЛЛАМИ $\text{EuNbO}_4$

Аспирант Вилейшикова Е. В.<sup>1</sup>

Д-р физ. -мат. наук, проф. Юмашев К. В.<sup>1</sup>

Канд. физ. -мат. наук Лойко П. А.<sup>2</sup>,

Канд. хим. наук Дымшиц О. С.<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>ИТМО, Россия

<sup>3</sup>ГОИ им. С. И. Вавилова, Россия

Кристаллы редкоземельных ортониобатов  $\text{RENbO}_4$ , имеют две устойчивые фазы. Низкотемпературная фаза – моноклинная (М), пространственная группа (пр гр. )  $I2/c$ . Высокотемпературная шеелитоподобная фаза – тетрагональная (Т), пр. гр.  $I4_1/a$ . Обратимый фазовый переход от

M-RENbO<sub>4</sub> к T-RENbO<sub>4</sub> и обратно происходит при температурах, близких к 500 – 700 °С. Первая обладает высокоупорядоченной структурой, в которой следует ожидать снижения вероятности кластеризации ионов лантаноидов, что может улучшить люминесцентные характеристики стеклокерамики ее содержащей. В настоящей работе описаны интенсивности переходов в спектрах Eu<sup>3+</sup> в стеклокерамике с нанокристаллами M-RENbO<sub>4</sub>, синтезированной на основе литий-алюмо-силикатного стекла с катализаторами кристаллизации в виде оксидов РЗ (ГОИ им. С. И. Вавилова, Санкт-Петербург) путем вторичной термообработки при T~900°С/6 ч.

В рамках модели Джадда-Офельта были определены наилучшие значения параметров интенсивностей  $\Omega_2 = 11.5$ ,  $\Omega_4 = 2.81$ ,  $\Omega_6 = 3.88 \cdot 10^{-20} \text{ см}^2$ . Полученные значения хорошо согласуются с оцененными ранее ( $\Omega_2 = 14.9$ ,  $\Omega_4 = 3.0 \cdot 10^{-20} \text{ см}^2$ ) для порошковых люминофоров EuNbO<sub>4</sub> [1] и дают ожидаемое радиационное время жизни состояния <sup>5</sup>D<sub>0</sub> иона Eu<sup>3+</sup> (таблица).

Вероятности радиационных переходов и радиационное время жизни состояния <sup>5</sup>D<sub>0</sub> иона Eu<sup>3+</sup>

Переход	$\langle \lambda \rangle$ , нм	$A_{J'J''}$ , с <sup>-1</sup>	$B_{J'J''}$	$A_{\text{tot}}$ , с <sup>-1</sup>	$\tau_{\text{rad}}$ , мс
<sup>5</sup> D <sub>0</sub> →	<sup>7</sup> F <sub>1</sub>	591	59 <sup>MD</sup>	571	1.74
	<sup>7</sup> F <sub>2</sub>	614	441 <sup>ED</sup>		
	<sup>7</sup> F <sub>4</sub>	700	64 <sup>ED</sup>		
	<sup>7</sup> F <sub>6</sub>	816	8 <sup>ED</sup>		

### Литература

Massabni, A. M. G. Synthesis and luminescence spectroscopy of YNbO<sub>4</sub> doped with Eu (III) / Massabni, A. M. G., Montandon G. J. M., Santos M. A. S // Materials Research. – 1998. – V. 1, №. 1. – P. 01–04.

УДК 535.8

### УСТАНОВКА АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ МИКРОРАЗМЕРОВ

Студент гр. 11311112 Воронцов А. И.<sup>1</sup>

Д-р физ.-мат. наук Кулешов Н. В.<sup>1</sup>

Заведующий лаборатории Рум В. Т.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>ОАО «КБТЭМ-ОМО»

Установка автоматического контроля микроразмеров преимущественно используется для контроля фотошаблонов или полупроводниковых пластин. Собой представляет некую сборку из прибора для контроля точностных параметров (микроскоп), передвижной механизм (стол), ЭВМ, а также прибор для передачи данных на ЭВМ.

Визуальный контроль топологии, наличия частиц и дефектов на поверхности осуществляется с помощью визуального канала микроскопа, который оснащен видеокамерой и алгоритмами обработки изображений. Выбранный участок наблюдаемого объекта одновременно проецируется увеличивающей оптической системой микроскопа в окуляры микроскопа, а также через оптический адаптер на видеокамеру. Сканирование наблюдаемого объекта реализуется предметным столом микроскопа, перемещающим объект по заданным координатам или траектории и с заданной скоростью. Сканирование поверхности может выполняться автоматически по предварительно заданной траектории с остановками в контрольных точках или в ручном режиме управления при помощи клавиатуры, джойстика, трекбола или прикосновением к соответствующим полям сенсорного экрана компьютера панельного.

### Литература

1. Скворцов Г. Е., Панов В. А. «Микроскопы», 1969. – 512 с.
2. Запрягаева Л. А., Свешникова И. С. «Расчет и проектирование оптических систем»: Учебник для вузов - М. : Логос, 2000. – 584 с.

УДК 621.375.

### **МЕТОД «ВОЗБУЖДЕНИЕ-ЗОНДИРОВАНИЕ» ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ РЕЛАКСАЦИИ ПРОСВЕТЛЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОПТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В СУБМИКРОСЕКУНДНОМ ДИАПАЗОНЕ**

Аспирант Глазунов И. В.

Мл. науч. сотр. Скопцов Н. А.

Д-р физ.-мат. наук Маляревич А. М.

Д-р физ.-мат. наук Юмашев К. В.

Белорусский национальный технический университет

Одной из основных спектроскопических характеристик, определяющих свойства материала, который может быть использован в качестве пассивного затвора в лазере, является время релаксации его просветленного состояния  $\tau$ , т. е. такого состояния, когда его пропускание выше обычного.

Для большинства оптических материалов измерение времени жизни в возбужденном состоянии проводят методом прямых измерений, к сожалению, для ионов  $\text{Co}^{2+}$  они не применимы так как переход ионов  $\text{Co}^{2+} \text{ } ^4\text{A}_2(^4\text{F}) \rightarrow ^4\text{T}_1(^4\text{F})$  в области длин волн 1.3 – 1.6 мкм является безизлучательным. Это значит, что при комнатной температуре не представляется возможным определить время жизни по затуханию люминесценции. Для того, чтобы определить время жизни такого безизлучательного пере-

хода можно использовать метод «возбуждение-зондирование».

В этом методе время  $\tau$  определяется по кинетике восстановления поглощения после короткого мощного возбуждающего импульса оптического излучения при помощи слабого по мощности импульса зондирования. Зондирующий импульс «проверяет» степень поглощения и фиксирует пропускание материала в момент своего прихода через определенное время после мощного возбуждения. Для измерения разных по длительности величин  $\tau$  используются разные реализации метода. Например, для измерения  $\tau$  фемто- или пикосекундной длительности применяют метод оптического стробирования. Это метод задержки прихода зондирующего импульса в возбужденный материал с помощью изменения длины пути, который проходит этот импульс в пространстве по сравнению с возбуждающим. Однако для наносекундных характеристических времен  $\tau$  этот способ неприемлем, поскольку за 1 нс свет проходит в воздухе путь, равный 30 см, и для задержки зондирующего импульса на субмикросекундные времена необходимо создавать в пространстве протяженные (до десятков метров) линии. Моделирование полученной кинетики релаксации просветленного состояния позволяет получить искомую величину  $\tau$  времени релаксации просветленного состояния.

УДК 621.375.8

## **СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИОНОВ $\text{Co}^{2+}$ В ГАЛЛИЙСОДЕРЖАЩЕЙ СТЕКЛОКЕРАМИКЕ**

Аспирант Глазунов И. В.

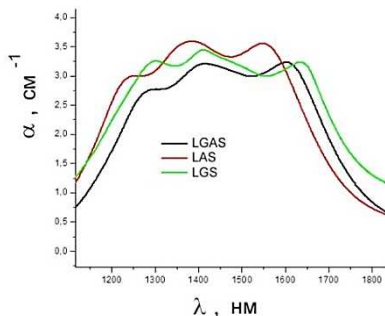
Д-р физ. -мат. наук Маляревич А. М.

Канд. хим. наук Дымшиц О. С.

Белорусский национальный технический университет

Исследование спектроскопических свойств тетракоординированных ионов кобальта ( $\text{Co}^{2+}$ ) представляется интересным в связи с их полосой поглощения, которая вызвана переходом  ${}^4\text{A}_{2g}({}^4\text{F}) \rightarrow {}^4\text{T}_{1g}({}^4\text{F})$ . Насыщение поглощения ионов кобальта в этой полосе может эффективно использоваться для создания пассивных затворов лазеров, работающих в спектральном диапазоне 1.2–1.7 мкм.

Включение оксида галлия в состав алюмосиликатной стеклокерамики ведет к сдвигу полосы поглощения ионов кобальта в область больших длин волн. Это позволяет создавать насыщающиеся поглотители для лазеров, излучающих на длине волны около 1.7 мкм. Доступные коммерческие пассивные затворы на основе кристаллов  $\text{Co}^{2+}:\text{MgAl}_2\text{O}_4$  не обеспечивают эффективный режим модуляции добротности в этой области.



Спектры поглощения образцов галлийсодержащей алюмосиликатной стеклокерамики с ионами  $\text{Co}^{2+}$

Образцы алюмосиликатной стеклокерамики с различным содержанием оксида галлия LAS, LGAS и LGS были изготовлены в НИТИОМ ГОИ им. С. И. Вавилова (Санкт-Петербург). Спектры поглощения ионов  $\text{Co}^{2+}$  в них представлены на рисунке. Наблюдаемый сдвиг края полосы поглощения в область 1.6–1.8 мкм в направлении LAS→LGAS→LGS вызван увеличением содержания оксида галлия и, как следствие, различной формирующейся кристаллической фазой, в которую входят ионы кобальта. Установление зависимости величины сдвига полосы поглощения ионов  $\text{Co}^{2+}$  от содержания оксида галлия в стеклокерамике позволит создавать оптические материалы с заранее заданными свойствами.

УДК 791.63:535-2

### **СВЕТОВЫЕ ФОНТАНЫ С СОГЛАСОВАНИЕМ ЦВЕТА И ФОРМЫ ВОДНЫХ ФИГУР**

Студенты гр. 11311313 Грищенко А. Н., Судникевич В. В.  
Канд. техн. наук, доцент Федорцев Р. В.  
Белорусский национальный технический университет

Городские фонтаны являются частью современной массовой культуры. Эти малые архитектурные формы позволяют приукрасить прилегающую территорию и создать на ней уголок свежести. Правильная организация движения и управления струями воды является достаточно сложной театрально-художественной задачей и требует применения специальных программных средств, таких как 3DS MAX, RealFlow и опыта хореографа для постановки динамически меняющихся сцен. Кроме того, практическая реализация проекта предусматривает также гидродинамические расчеты потока жидкости, подбор диаметра выходных сопел, длины труб, мощности насосных установок и прочих параметров.

Наилучшее визуальное восприятие зрителями работы фонтана достигается в случае грамотного сочетания постановки водных картин с направленной меняющейся LED-светодиодной подсветкой RGB прожекторами. Одним из вариантов улучшения визуального эффекта, может послужить построение линии водяных сопел по определенной схеме и их сочетания с соответствующей цветовой подсветкой.

В соответствии с теорией Иоганнеса Иттена на психологическом уровне человек ассоциирует различные цвета с конкретными геометрическими фигурами: квадрат – красный, треугольник – свето-желтый, круг – прозрачно-синий, оранжевый – трапеция, зеленый – сферический треугольник, фиолетовый – эллипс.



Усиление описанного выше эффекта достигается применением принципа хромосемантики, который заключается в соответствии цвета определенной звуковой тональности. Интенсивность звука (переход с высокочастотного до низкочастотного уровня) и напор водяной струи должны возрастать по мере повышения октавы с седьмой до первой.

Название ноты(тон)	Фа # (соль <i>b</i> )	Соль # (ля <i>b</i> )	Ля # (си <i>b</i> )	Си	До # (ре <i>b</i> )	Ре # (ми <i>b</i> )	Ми # (Фа)
Цветовая гамма	Красный	Оранжевый	Желтый	Салатовый	Зеленый	Синий	Фиолетовый

УДК 681.787

## **ИНТЕРФЕРОМЕТР ДЛЯ КОНТРОЛЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ЗЕРКАЛ**

Студент гр. 1131112 Дарган Г. А.<sup>1</sup>

Канд. техн. наук, доцент Кузнецик В. О.<sup>1</sup>

Инженер-конструктор I кат. Шарова Т. Г.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>ОАО «Пеленг»

Развитие оптико-электронного приборостроения тесно связано с технологией изготовления, методами и средствами контроля и аттестации, как оптической системы, так и ее элементов. Наиболее информативным и точным является интерферометрический контроль с последующей обработкой полученных результатов на ЭВМ.

Основное назначение интерферометра для контроля осевых и внеосевых крупногабаритных зеркал – использование для внутривидеопроизводственных целей. Конструктивно прибор состоит из оптико-механической и электрической частей. В его основу заложены две схемы измерений: Физо и Тваймана-Грина, что позволяет расширить диапазон его применений. В качестве источника излучения используется полупроводниковый лазер с длиной волны  $\lambda = 632,8$  нм (предусмотрена возможность использования He-Ne лазера).

Основными достоинствами интерферометра, при контроле крупногабаритной оптики, являются существенно малые размеры эталонного зеркала по сравнению с размерами контролируемой детали и большая длина его рабочей ветви (порядка 100 м). Средняя квадратическая погрешность измерения волнового фронта составляет 0,01  $\lambda$ .

Для интерферометра разработано специальное программное обеспечение (ПО), с помощью которого пользователь может удаленно управлять работой интерферометра. ПО позволяет вычислять параметры волновых aberrаций (среднеквадратичная величина отклонения измеренного волнового фронта, максимальное отклонение волнового фронта от ближайшей сферы (местная ошибка), величина сферичности волнового фронта (общая ошибка), оптическую передаточную функцию, функцию рассеяния линии, функцию рассеяния точки, показать трехмерное изображение измеренного волнового фронта. ПО позволяет вычлнить из измеренного волнового фронта величины стандартных aberrаций третьего порядка: астигматизма, сферической и комы, а также вычитать собственные aberrации интерферометра (систематическая ошибка) из aberrаций измеряемого волнового фронта.

УДК 666.1.037.97:666.271

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ШАРОВИДНЫХ ДЕТАЛЕЙ ШИРОКОГО ДИАПАЗОНА ДИАМЕТРОВ**

Магистрант Диас Рафаэль

Ст. преподаватель Сухоцкий А. А.

Д-р техн. наук, профессор Козерук А. С.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в оптическом приборостроении при изготовлении стеклянных шариков для микрооптики исполняют инструмент для пневмоцентробежной обработки шаровидных деталей. Такой инструмент целесообразно использовать при получении шариков диаметром до 9 мм. В случае более крупных заготовок из-за уменьшения их переносной скорости вращения эффективность обработки на данном инструменте заметно



снижается. Эта проблема успешно решается, если применить устройство, состоящее из основания прямоугольной формы, в котором смонтированы направляющие, несущие фиксирующие сухарики и расположенные между ними держатели с инструментальными втулками, снабженными сферическими алмазонасными лунками для исходных заготовок некруглой формы и пружинами. В одной из боковых поверхностей основания установлены зажимные винты, а находящийся на пересечении его диагоналей фиксирующий сухарик снабжен хвостовиком. Устройство закрепляют на шпиндель базового станка, а на заготовки помещают планшайбу с наклеенной листовой резиной и шарнирно соединяют ее с поводком выходного звена исполнительного механизма станка.

Устройство работает следующим образом. Первоначально в сферические лунки инструментальных втулок помещают заготовки, и устройство закрепляют на шпиндель базового станка. Затем на заготовки устанавливают планшайбу с листовой резиной и в сферическую лунку планшайбы вводят шаровидный наконечник поводка выходного звена исполнительного механизма базового станка, включают вращение его шпинделя и возвратно-вращательное движение поводка. При этом устройство с заготовками совершает вращение, а планшайба – переносное возвратно-вращательное перемещение. В результате сочетания этих движений и благодаря сцеплению резины с заготовками, последние совершают сложное (трехосное) вращение относительно инструментальных втулок.

УДК 535.317

### **МЕТОД ДВУХИМПУЛЬСНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ ОБРАЗЦА ПРИ ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ**

Магистрант гр. 1-38 80 02 Кипарин А. И.,

Магистрант гр. 1-38 80 02 Андрияш А. С.,

Д-р физ.-мат. наук, профессор Кулешов Н. В.

Белорусский национальный технический университет

Лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия (ЛИЭС) превратилась в современный аналитический метод в течение последних двух десятилетий. В этом методе, как правило, используется маломощный импульсный лазер (обычно, с энергией от десятков до сотен миллиджоулей в импульсе) и фокусирующая линза для того, чтобы испарить очень малое количество пробы и получить плазму.

Лазерное излучение фокусируется на анализируемом образце, создавая плазму, затем часть излучения плазмы собирается и направляется в спектро-

граф, который разлагает в спектр свет, испускаемый возбужденными атомами и ионами в плазме. Эмиссионный сигнал регистрируется детектором и обрабатывается компьютером. Привлекательность метода ЛИЭС обусловлена очень простой, по сравнению со многими другими методами элементарного анализа, подготовкой оборудования для проведения измерений.

Основной задачей развития метода ЛИЭС является снижение пределов обнаружения элементов, снижение количества испаряемого вещества с поверхности образца, обеспечение высокой временной стабильности измерений, снижение потерь времени проведения измерения, получения результата и поиск новых методов проведения измерений.

Вышеперечисленные задачи можно решать при помощи внедрения в ЛИЭС анализаторы новых решений в области лазерной техники, спектроскопии, детектирования, программного обеспечения, а также разработки новых методов проведения анализа различных образцов и разработки алгоритмов получения и обработки данных. В данной работе было рассмотрено такое решение, как применение в ЛИЭС сдвоенных лазерных импульсов.

В качестве исследуемых образцов были взяты кристаллы  $KY(WO_4)_2:Sm^{3+}$ . Целью анализа было определение концентрации ионов самария (Sm) в кристалле, что является на сегодняшний день актуальной задачей. Также проводятся исследования по содержанию тяжелых металлов (Pb, Hg, Cd) в продуктах питания.

Все исследования проводились на базе лазерного анализатора элементарного состава LEA-S500 компании SOL Instruments.

УДК 528.7

## **КЛЕЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ**

Магистрант Кипцевич М. А.<sup>1</sup>

Ведущий инженер-технолог Самарина Л. Н.<sup>2</sup>

Канд. техн. наук, доцент Кузнечик В. О.<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>ОАО «Пеленг»

В приборостроении широко распространены клеевые соединения, используемые при изготовлении, техническом обслуживании и консервации приборов и их составных частей, кроме этого клеевые композиции, с определенными реологическими, деформационными, прочностными характеристиками и теплостойкостью, применяются для слоистых композиционных материалов.

Применение в качестве альтернативы металлическим материалам для элементов конструкций ОЭП углепластиков (например, в авиационной и космической технике) привело к необходимости рассмотрения возможности конструктивного клеевого соединения оптических деталей с углепластиком или с металлическими оправами и углепластиком.

Основой большинства клеев, за исключением металлических и неорганических, являются полимеры (термопластические и термореактивные) или вещества (мономеры, олигомеры), превращающиеся в полимеры в процессе склеивания. В состав клеев входят также отвердители (вещества регулирующие скорость отверждения), наполнители (регулируют теплопроводность, электропроводность, магнитные свойства и др.), загустители (для повышения вязкости и снижения текучести), разбавители, пластификаторы, растворители и другие.

Эксплуатационная надежность прибора зависит от знания инженером-технологом свойств материалов соединяемых деталей и узлов (металл-металл, металл-металл, неметалл-неметалл), их размерных характеристик, условий эксплуатации (рабочий диапазон температур, спектральный диапазон и др.), а также химических основ клеев (для правильного выбора клея), технологичности клеевых соединений (возможность реализации в производственных условиях, технологическая себестоимость, продолжительность цикла изготовления, расположение клеевых швов, качество соединения, долговечность), требования к конструкционным клеям (нейтральность клея по отношению к склеиваемым материалам, нетоксичность выделяемых при отвержении клея веществ, прозрачность и др.), методов диагностики конструкции (в период сборки, испытаний, эксплуатации) и оценки ее остаточного ресурса.

УДК 535.015, 535.422

## **ЗАДАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОННОГО ТЕСТ-ОБЪЕКТА ДЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ КАЛИБРОВКИ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ**

Студент гр. 11311113 Кожевников Д. А.

Магистрант Старосотников Н. О.

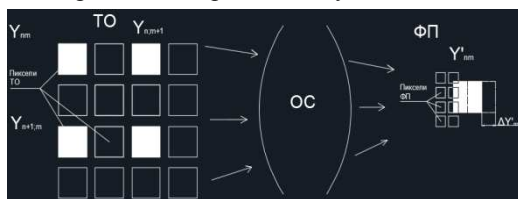
Канд. техн. наук, доцент Федорцев Р. В.

Белорусский национальный технический университет

Современные требования к дистанционному зондированию Земли (ДЗЗ) приводят к необходимости постоянного повышения точности приема и обработки электромагнитного сигнала. В связи с представлением дисторсии как одной из главных аберраций оптической системы предназна-

ченной для ДЗЗ, при разработке оптических узлов космических аппаратов (КА) исправление данной аберрации требует обеспечения повышенных значений точности при геометрической калибровке элементов внутреннего ориентирования оптико-электронных приборов (ОЭП).

Авторами проведен анализ существующих методов проведения геометрической калибровки. Наиболее распространенным в настоящий момент является использование коллимационной схемы с матрицей исследуемого ОЭП в качестве средства фиксирования. При выборе метода для изготовления тест-объектов (ТО) основополагающими параметрами являются конечная точность калибровочных элементов и стоимость их изготовления. Создание универсального ТО на основе излучающей ПЗС-матрицы представляет собой высокоэффективное решение задачи по оптимизации процесса геометрической калибровки оптической системы (ОС). Сущность предлагаемого метода заключается в по-пиксельном сравнении ТО и его изображения на приемной матрице (ФП). При известных координатах  $Y$  (элементов ТО) и строгой периодичности их распределения возможен расчет отклонения  $\Delta Y'$  (элементов изображения ТО). Для оптимальной работы алгоритма следует использовать матрицу с субпикселями, форма которых максимально приближена к квадрату, и показателем активности пикселей RGB (255, 0, 0), что соответствует красному объекту на черном фоне (рисунок).



Поскольку для телескопических систем разрешающая способность выше на длинных волнах. Достоинством является возможность создания электронного ТО с параметрами, подходящими для систем, работающих в мультиспектральном режиме.

УДК 681.758

## КОГЕРЕНТНЫЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ ПРОЦЕССОР

Аспирант Колобродов Н. С.

Д-р. техн. наук, профессор Тымчик Г. С.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»

В оптических системах обработки информации с большим успехом применяются когерентные оптические процессоры, предназначенные для спектральной фильтрации изображений, распознавания образов [1].

Наша работа посвящена исследованиям предельных характеристик цифрового оптико-электронного процессора, которые ограничены дифракционными эффектами и матричной структурой устройств ввода и вывода оптического сигнала, с целью оптимизации параметров компонентов процессора [2].

Разработанная физико-математическая модель КОЭП позволила установить предельные характеристики процессора такие как спектральная пространственная полоса пропускания и спектральное разрешение [3]. Исследование модели процессора показало, что:

1. Диаметр входного зрачка фурье-объектива определяется размерами пространственно-временного модулятора света и размером пикселей этого модулятора.

2. Максимальная полоса пропускания процессора наступает, когда радиус входного зрачка объектива равен размеру матрицы модулятора.

3. Для определения спектрального разрешения предлагается использовать понятие оптимальной фазы, когда разрешаемые дифракционные максимумы совпадают с центрами пикселей приемника.

#### **Литература**

1. Kuz'min M. S., Rogov M. S. Optical Fourier processor with a liquid-crystal information-input device //Journal of Optical Technology. – 2015. – Vol. 83(3). – P. 147–152.

2. Kolobrodov V. G., Tymchik G. S., Kolobrodov M. S. The diffraction limit of an optical spectrum analyzer. / *Proc. SPIE* 9809, Twelfth International Conference on Correlation Optics, 98090F (November 30, 2015).

3. Колобродов В. Г., Тымчик Г. С., Колобродов Н. С. Математическая модель цифрового оптико-электронного спектроанализатора / *Visnyk NTUU KPI Serii A – Radiotekhnika Radioaparatabuduvannia*, 2016, Iss. 67, pp. 71–76.

УДК 528.8.044.6

### **СИСТЕМА ПОСТРОЕНИЯ ЛИДАРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ АВТОМОБИЛЯМИ**

Студенты гр. 11311213 Колос С. С., гр. 11311113 Нупрейчик А. О.

Канд. техн. наук, доцент Федорцев Р. В.

Белорусский национальный технический университет

Лидар представляет собой дальномер, работающий в оптическом диапазоне длин волн с активным режимом фоновой подсветки. В системах управления беспилотными автомобилями используются лидары сканирующего типа. Сканирующие лидары формируют двумерную или трехмерную картинку окружающего пространства. Для улучшения ориентиро-

вания автомобиля в пространстве можно использовать совместно двумерные и трехмерные лидары.

На рис. 1 представлена схема трехмерного лидара, включающая источник подсветки в виде полупроводникового лазерного диода (1), проецирующее поток излучения на наклонное зеркало (2) консольно закрепленное на поворотном механизме (3) с сервоприводом (4). Далее объектив (5) формирует параллельный световой поток на объектах наблюдения. Обратное отраженное рассеянное фоновое излучение собирается объективом (6) на фотоприемнике (7) (ПЗС-матрице). Для обеспечения кругового обзора подвижный блок (8) имеет возможность кругового вращения относительно неподвижного основания (9).

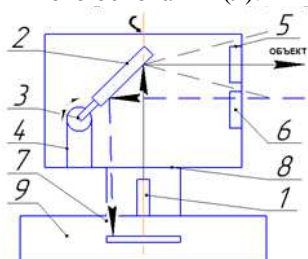


Рис. 1 – Структурная схема трехмерного лидара

На рис. 2 представлена блок схема двумерного лидара.

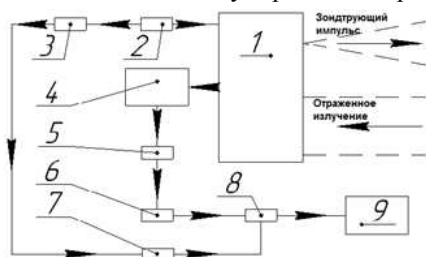


Рис. 2 – Структурная схема двухмерного лидара

Лазер (3), через передающую ОС (2), преаает сигнал на блок развертки (1). Блок развертки посылает зондирующий импульс, который отражается от объектов, возвращается на блок развертки, который получает приемная ОС (4). Далее импульс проходит через спектроанализатор (5), фотодетектор (6) и попадает на блок обработки сигнала (8), как и сигнал от лазера прошедший через блок контроля параметров выходного излучения (7). Сигналы с трехмерного и двухмерного лидара попадают в блок сбора и хранения информации (9), для дальнейшего его исследования и использования.

## РАЗРАБОТКА МНОГОЗОНАЛЬНЫХ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ СЪЕМОЧНЫХ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Студент гр. 11311212 Котов Е. В.<sup>1</sup>

Ст. преподаватель Добрияник В. М.<sup>1</sup>

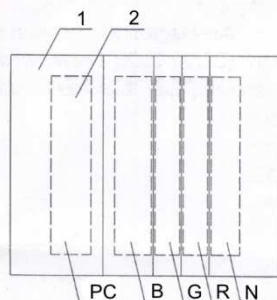
Ведущий инженер-технолог ОАО «Пеленг» Фролова Т. В.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>ОАО «Пеленг»

Фотоприемники (ФП), работающие в широком спектральном диапазоне и применяемые для задач дистанционного зондирования поверхности Земли, в последнее время уступают место многоспектральным ФП. Главная причина этого кроется в том, что ФП с широким спектральным диапазоном усредняют яркость отдельных спектральных участков полученного изображения, что уменьшает количество световой информации в системе «объект–оптико-электронный тракт–наблюдатель». Это негативно сказывается на точности наведения, сопровождения, селекции целей, обнаружительной способности. Благодаря применению многоспектральных ФП удалось достичь повышения дальности действия, разрешающей способности, обеспечить повышенную помехозащищенность оптико-электронных систем.

Многозональные интерференционные фильтры являются одним из перспективных средств пространственной и спектральной селекции оптического излучения.



Общий вид многозонального интерференционного фильтра:

*I* – зона нанесения покрытия; *2* – световая зона;

*PC* – панхроматический канал; *R* – «красный» канал;

*G* – «зеленый» канал; *B* – «синий» канал; *N* – канал ближнего ИК

## **ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИЯ ДИОПТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТИВОВ ИНФРАКРАСНОЙ ТЕХНИКИ**

Студентка гр. ПК-32 (бакалаврант) Крат А. В.

Канд. техн. наук, ассистент Муравьев А. В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»

Приборы инфракрасной (ИК) техники могут использоваться при различных условиях окружающей среды. Среди эксплуатационных факторов наиболее существенным является влияние температурных полей, приводящее к изменению основных характеристик ИК объектива за счет появления в оптической системе терморасфокусировки и, как следствие, термоаббераций изображения [1].

Эксплуатационные требования к большинству изображающих ИК приборов включают температурный диапазон работы  $\pm 50^{\circ}\text{C}$ , при этом на них накладываются высокие требования по качеству изображения и достоверности получаемых результатов. Следовательно, стабилизация качества изображения и характеристик ИК объектива в условиях переменных температур окружающей среды является важной и актуальной задачей, которую необходимо решать еще на этапе проектирования прибора.

Одним из наиболее перспективных методов термостабилизации ИК диоптрических объективов благодаря постоянно растущей номенклатуре оптических материалов этого спектрального диапазона является пассивная оптическая атермализация. По сравнению с активными и полуактивными методами она обладает следующими преимуществами: высокой надежностью, отсутствием движущихся элементов, минимизацией массогабаритных свойств и простотой конструкции.

Пассивная оптическая атермализация ИК объектива основывается на подборе оптических материалов с разными знаками термооптической постоянной и сохранении баланса оптических сил компонентов путем синтеза необходимых конструктивных параметров оптической системы [2]. Метод также позволяет в ходе атермализации производить одновременную минимизацию аббераций изображения.

### **Литература**

1. Муравьев А. В. Композиции атермализованных трехкомпонентных инфракрасных объективов / А. В. Муравьев, О. К. Кучеренко // Наука и техника. – 2015. – № 4. – С. 32–37.

2. Тягур В. М. Пассивная оптическая атермализация инфракрасного трехлинзового ахромата / В. М. Тягур, О. К. Кучеренко, А. В. Муравьев // Оптический журнал. – 2014. – том 81. – № 4. – С. 42–47.



## **СВЕТОДИОДЫ НА ОСНОВЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ПОРИСТОГО КРЕНИЯ**

Магистрант гр. 6М2901 Ле Д. В.

Студенты гр. 443201 Амбражей В. В., Масленикова Е. А.

Д-р физ.-мат. наук, профессор Лазарук С. К.

Белорусский государственный университет  
радиоэлектроники и информатики

Кремний будучи основным материалом для приборов интегральной электроники не получил широкого использования в оптоэлектронике. Причиной этого является непрямая структура зон кремния, что не позволяет эффективно излучать свет. Отношение к кремнию изменилось после обнаружения эффективного излучения света из наноструктурированного кремния [1].

В данной работе произведено исследование влияния режимов электрохимического анодирования кремния на люминесцентные свойства формируемого пористого кремния. Показано, что варьируя режимы формирования пористого кремния можно получать структуры с максимумом светоизлучения от 500 до 800 нм. Сформированные электролюминесцентные структуры показали, что спектр излучения может перекрывать практически весь видимый диапазон. Эффективность светоизлучения в фотолюминесцентных структурах составила более 1%. В то время же в электролюминесцентных структурах эта величина составила 0,1%.

Проведено обсуждение практических применений светодиодов на основе наноструктурированного пористого кремния, среди которых особо следует отметить оптические межсоединения интегральных микросхем [2].

### **Литература**

1. L. Canham, Appl. Phys. Lett. 57, 1046 (1990).
2. Lazarouk S. Reverse biased porous silicon light emitting diodes // Towards the First Silicon Lasers ed. by L. Pavesi. – Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003. – P. 61-68.

## **ДИФРАКЦИОННЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ АСФЕРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

Магистрант Лири М. В.

Канд. техн. наук, доцент Кузнецик В. О.

Белорусский национальный технический университет

Классические методы контроля асферических поверхностей (АП) основаны на использовании многоэлементных линзовых (или зеркальных) корректоров, которые преобразуют плоский (или сферический) волновой фронт в измерительной ветви интерферометра в асферический, согласованный с формой контролируемой АП. Интерферометр осуществляет сравнение этого волнового фронта и исследуемой поверхности. Таким образом, если поверхность имеет заданную форму, то выходной сигнал интерферометра будет равен нулю. Ошибки в расчете, изготовлении или настройке корректора приводят к ошибкам измерения и изготовления АП.

Применение для интерферометрического контроля формы АП, в качестве корректора, дифракционного оптического элемента (ДОЭ), рассчитанного с помощью компьютера и изготовленного с использованием оптических, механических или электронно-лучевых устройств записи, позволяет упростить их настройку, уменьшив тем самым вероятность ошибочных измерений.

Для контроля АП применяют как осевые, так и внеосевые ДОЭ. Первые проще в расчете, юстировке и могут быть изготовлены с высокой точностью с помощью устройств прямой лазерной записи с круговым сканированием или методами алмазного точения. Однако дифракционные порядки осевых ДОЭ в плоскости пространственного фильтра перекрываются, их невозможно полностью отфильтровать, а это часто приводит к появлению яркого пятна в центре интерферограммы. Этого недостатка лишена схема с внеосевой ДОЭ и изломом оптической оси, которая часто применяется для контроля цилиндрической оптики. В этой схеме, опорный волновой фронт формируется при отражении от эталонной поверхности, а измерительный дважды проходит установленную под некоторым углом к оптической оси ДОЭ, отражаясь от контролируемой поверхности. Если оптической силы одной внеосевой ДОЭ недостаточно, то применяют более сложные гибридные системы.

Одним из основных вопросов при использовании ДОЭ является достижимая точность измерений. Специфическими источниками погрешностей ДОЭ являются: ошибки в формировании дифракционной структуры ДОЭ, искажения вносимые подложкой и погрешность юстировки.

## **ФОРМИРОВАНИЕ АСФЕРИЧЕСКИХ ВОЛНОВЫХ ФРОНТОВ С ПОМОЩЬЮ СИНТЕЗИРОВАННЫХ ГОЛОГРАММ**

Магистрант Лири М. В.

Канд. техн. наук, доцент Кузнечик В. О.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в метрологических центрах ряда стран разработаны и созданы первичные эталоны плоских и сферических поверхностей с погрешностью менее 1 нм, однако эталонов асферических волновых фронтов (АВФ) нет.

Для формирования в интерферометрах АВФ, в силу ограниченности рефракционных и зеркальных элементов, все чаще в качестве корректоров используются компьютерно-синтезированные голограммы (СГ), для аттестации которых требуются эталоны АВФ.

Для формирования эталонных АВФ можно использовать различные методы: контроль и сертификация структуры СГ в процессе изготовления; прямой контроль формируемого АВФ; интерферометрический контроль АВФ с помощью имитатора; интерферометрический контроль АВФ с помощью комбинированной СГ.

Первый метод обеспечивает формирование АВФ с погрешностью в единицы нанометров, но является сложным и трудоемким.

Во втором случае контроль сформированного АВФ возможен с помощью датчика волнового фронта Шека-Гартмана или интерферометра сдвига, которые имеют ограниченную точность, позволяют проводить только относительные измерения и нуждаются в калибровке.

Третий метод реализуется в интерферометре Физо, где СГ, используются в качестве корректора и имитатора АВФ, что позволяет судить о правильности формы АВФ по их искажениям. Основным недостатком этой схемы является то, что СГ – имитатор юстируется в положение минимальных аберраций, из-за чего аберрации низкого порядка могут быть не определены.

Интерферометрический контроль АВФ с помощью комбинированной СГ основан на одновременном формировании двух функционально заданных и независимых волновых фронтов: асферического и сферического. Так как каждая элементарная область СГ участвует в формировании обоих волновых фронтов, то, изменив форму сферического волнового фронта обычным интерферометром, можно будет судить о погрешностях АВФ, проконтролировать который непосредственно невозможно.

Таким образом, комбинированная СГ одновременно выполняет роль эталона и корректора волнового фронта, что позволяет существенно увеличить точность измерений.

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СУБДИСКРЕТНЫХ ТЕПЛОВИЗОРОВ

Аспирант Луцюк Н. М.,

Д-р. техн. наук, профессор Колобродов В. Г.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»

Минимальная воспринимающая разница температур *MTDP* (Minimum Temperature Perceived) является новым критерием для оценки эффективности тепловизоров с матричными приемниками излучения [1]. Данный критерий базируется на восприятии тест-объекта, который представляет собой меру с четырьмя штрихами, как и при определении минимальной разрешающей разницы температур.

Нами была разработана физико-математическая модель тепловизора [2],

которая позволила получить уравнение для расчета *MTDP*:

$$MTDP(v_x) = 0,83 \cdot SNR_r \cdot NETD \frac{v_x}{AMOP(v_x)} \sqrt{\frac{\alpha_D \beta_D}{\Delta f t_o f_f t_E}},$$

где  $SNR_r$  – отношение сигнал/шум,  $v_x$  – пространственная частота,  $NETD$  – эквивалентная шуму разность температур,  $AMOP$  – средняя модуляция при оптимальной фазе положение изображения мира в плоскости матричного приемника излучения,  $\alpha_D, \beta_D$  – угловые размеры пикселя приемника излучения,  $\Delta f$  – полоса пропускания,  $f_f$  – частота кадров,  $t_E$  – постоянная глаза,  $t_o$  – время формирования одного элемента изображения.

Используя формулу, указанную выше, и результаты эксперименталь-

ных исследований тепловизора, была рассчитана функция  $MTDP(v_x)$ , которая позволила определить пространственное разрешение тепловизора.

### Литература

1. Wittenstein Wolfgang. Minimum temperature difference perceived – a new approach to assess undersampled thermal imagers / Wolfgang Wittenstein // SPIE OPTICAL ENGINEERING PRESS, 1998. – 773-781 p.
2. Kolobrodov V. G. Geometrical noise bandwidth of thermal imager with matrix detector / Proc. of SPIE. – Vol. 9066. – 2013. – P. 90660M-1–90660M-6.

## ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛИДАРНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ

Студентка гр. 10301215 Мышкевич М. А.

Д-р физ. -мат. наук, профессор Свирина Л. П.

Белорусский национальный технический университет

Лидар (лазерная система дистанционного зондирования) предназначен для решения задач экологического мониторинга и непрерывного контроля загрязнения атмосферы. Лидар, представляет собой бесконтактное средство измерения параметров удаленной мишени, в котором лазерное излучение направляется через атмосферу на мишень, а рассеянное мишенью излучение с этого расстояния зондирования собирается приемным телескопом на фотоприемник. В общем случае такая мишень представляет собой газовый поток или смесь, состоящие из аэрозольных частиц и газовых молекул. При взаимодействии лазерного излучения с мишенью происходит поглощение и переход энергии света в другие виды энергии в соответствии с законом Бугера-Ламберта-Бера,  $I = I_0 \exp(-kx)$ , где  $x$  – толщина слоя,  $k$  – коэффициент поглощения, зависящий от длины волны лазерного излучения, химической природы и состояния вещества.

При поглощении кванта лазерного излучения одним из возможных переходов атома или молекулы из возбужденного состояния в основное является флуоресценция (молекулярная фотолуминесценция), которая характеризуется малой продолжительностью (менее  $10^{-6}$  с). Спектр флуоресценции многоатомных молекул не совпадает со спектром возбуждения из-за превращения части поглощенной энергии в тепловую энергию, время затухания обусловлено релаксационными процессами различной физической природы, излучение частично поляризовано.

Рассеяние света сопровождается изменением характеристик потока лазерного излучения, таких как пространственное распределение интенсивности, частотный спектр и поляризация света, при его взаимодействии с веществом. Эти изменения могут быть следствием, как классического (нерезонансного) рассеяния света без изменения частоты излучения, так и квантового – комбинационного рассеяния, – при котором в спектре рассеяния появляются частоты, являющиеся комбинациями частот падающего света и частот колебательных и вращательных переходов рассеивающих молекул.

Рассмотренные явления лежат в основе лидарных методов контроля и измерения концентрации загрязняющих веществ в атмосфере [1].

### Литература

Привалов, В. Е. Лазеры и экологический мониторинг атмосферы / В. Е. Привалов [и др.]. – СПб: Лань, 2013. – 290 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗЕРКАЛЬНЫХ АФОКАЛЬНЫХ СИСТЕМ С НЕЭКРАНИРОВАННЫМ ВХОДНЫМ ЗРАЧКОМ

Аспиранты Пероса Лаура<sup>1,2</sup>, Самбрано Лус<sup>1,3</sup>

Д-р техн. наук, профессор Артюхина Н. К.<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> Universidad Yacambú, Barquisimeto, Venezuela,

<sup>3</sup> Universidad de los Andes, Merida, Venezuela

Расширение области применения оптико-электронных приборов налагает определенные требования на выбор схемных решений оптики. В настоящее время широко используется зеркальная оптика. Зеркальные системы позволяют сократить габариты, уменьшить массу прибора при сохранении высокой входной апертуры, а также обладают рядом других преимуществ. Однако этим системам присущ и серьезный недостаток – центральное экранирование, которое приводит к уменьшению количества света в плоскости изображения, изменению распределения энергии в дифракционном пятне и увеличению рассеяния света, вызываемого дифракцией и сопровождаемого уменьшением контраста изображения [1].

В работе рассмотрены зеркальные системы на основе канонических схем Мерсенна, которые свободны от сферической аберрации, комы и астигматизма третьего порядка при расположении входного зрачка в фокальной плоскости. Предлагается создать системы без экранирования на основе эксцентрично вырезанных параблоидов, в которых апертурная диафрагма (АД) смещена в меридиональной плоскости, но центральная точка поля находится на оптической оси. Такие афокальные системы имеют неэкранированный входной зрачок при условии  $C_m \geq \rho$ , где  $C_m$  – децентрировка АД, измеренная в меридиональной плоскости;  $\rho$  – радиус входного зрачка.

Рассчитан ряд вариантов для углового поля зрения  $2\omega = 2^\circ$ , диаметра входного зрачка  $D = 500$  мм,  $C_m = 500$  мм. При этом условия нормировки расчета:  $h_1 = 750,0$ ;  $N_1 = 0,8$  (на первом зеркале).

Компьютерное моделирование проведено в программных средах Oral и Zemax. Анализ результатов показал, что аберрации децентрировки ничтожно малы. В системах можно устранить виньетирование наклонных пучков небольших угловых полей за счет увеличения децентрировки АД и соответственного увеличения световых диаметров зеркал.

### Литература

Марешаль, А. Структура оптического изображения / А. Марешаль, М. Франсон. – М. : Мир, 1964. – 295 с.

## РАСЧЕТ ДИАГРАММЫ ВИНЬЕТИРОВАНИЯ В ДВУХЗЕРКАЛЬНЫХ ЗАФОКАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Аспиранты Пероса Лаура<sup>1,2</sup>, Самбрано Лус<sup>1,3</sup>

Д-р техн. наук, профессор Артюхина Н. К.<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> Universidad Yacambú, Barquisimeto, Venezuela,

<sup>3</sup> Universidad de los Andes, Merida, Venezuela

Двухзеркальные объективы имеют несложную и компактную конструкцию по сравнению с трех- и четырехзеркальными. При расчете зеркальных систем, кроме определения конструктивных параметров и исследования коррекционных возможностей, важное место занимает разработка мероприятий для защиты плоскости изображения от попадания постороннего света, что достигается введением специальных защитных бленд и экранов, а также расчет диаграммы виньетирования.

Представлено исследование виньетирования в двухзеркальных зафокальных объективах, рассмотренных в работе [1]. В системах данного типа экранирование определяется размером приемника излучения и блендой-экраном, необходимой для защиты приемника от прямой засветки.

Для оценки виньетирования наклонных пучков предлагается использовать следующую методику оценки действующей площади входного зрачка для определенного полевого угла:

- на основании проведенных численных расчетов выполняется графическое построение изображений всех диафрагм и экранов, расположенных внутри или за объективом, относительно входного зрачка;

- полученные изображения проецируются в плоскость входного зрачка с центром проекции в заданной внеосевой точке предмета;

- площадь, являющаяся общей для всех проекций, определяет действующую площадь входного зрачка для наклонного пучка.

Для построения изображений в пространстве предметов использована преобразованная формула инварианта Аббе для зеркальных ОС:

$$\frac{1}{S} + \frac{1}{S'} = \frac{2}{r_i}.$$

После построения диаграммы виньетирования определены линейные коэффициенты виньетирования.

### Литература

Артюхина Н. К., Марчик В. А., Самбрано Л. Ф. Двухзеркальный зафокальный светосильный объектив. – Журнал «Вестник НТУУ «КПИ»» Серия «Приборостроение». – Киев, 2016. – Вып. № 56. – С. 21–25.

## **ЗАВИСИМОСТЬ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОВИЗИОННЫХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ОТ УГЛА ВИЗИРОВАНИЯ**

Аспирант Пинчук Б. Ю.

Д-р техн. наук, профессор Колобродов В. Г.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Тепловизионные системы наблюдения (ТСН), установленные на летательных аппаратах (ЛА), широко используются для мониторинга земной поверхности (ЗП). Главной актуальной проблемой, над которой работают ученые и конструкторы, является улучшение качества получаемого изображения, то есть повышение пространственного и энергетического разрешения ТСН [1]. Современные тепловизоры, установленные на ЛА, имеют возможность изменять углы наблюдения (тангажа, крена и рыскания) для получения необходимой пространственной информации об интересующем участке ЗП, что непосредственно влияет на качество изображения [2].

В многих работах представлены физико-математические модели ТСН, в которых ось визирования перпендикулярна ПЗ.

Цель нашего исследования состояла в разработке физико-математической ТСН для расчета проекции всех пикселей матричного приемника излучения на ПЗ при различных углах визирования. Это позволило определить пространственное и энергетическое разрешение системы наблюдения, вероятность обнаружения теплоконтрастных объектов наблюдения, разработать рекомендации по анализу и синтезу ТСН. Установлено, пространственное разрешение ухудшается с увеличением углов отклонения оси визирования от надира, а энергетическое разрешение остается неизменным.

### **Литература**

1. Колобродов В. Г., Пинчук Б. Ю. Взаимосвязь функций рассеяния точки абберационного и дифракционно ограниченного объективов матричных тепловизоров / Visnyk NTUU KPI Serii a – Engineering, 2016. – №5. – Р. 92–98.
2. Doman, I., Jacobsen, K., Konecny, G., Sandau, R., 2012: High Resolution Optical Satellite Imagery, Whittles Publishing, ISBN 978-184995-046-6.



## **МНОГОКАНАЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ (МПНВ)**

Магистрант Рабий Мухаммад

Студент гр. 11311113 Володько Е. Э.

Д-р техн. наук, профессор Козерук А. С.

Белорусский национальный технический университет

МПНВ представляют собой сочетание в различных комбинациях дневного, ночного, лазерного дальномерного, телевизионного и тепловизионного каналов. Эти приборы позволяют получить максимум информации для работы при низких уровнях освещенности в широком диапазоне изменения внешних условий, так как недостатки одних каналов, входящих в МПНВ, компенсируются достоинствами других, расширяя возможности системы как в обычных, так и в экстремальных (ухудшенных) условиях видимости.

Многоканальные ПНВ делятся на комплексированные, комбинированные и интегрированные. Комплексированные МПНВ состоят из двух и более каналов, работающих в различных спектральных диапазонах. Эти каналы имеют отдельные входные окна или одно общее входное окно. При этом каждый канал может работать самостоятельно. Информация каналов выводится на отдельные дисплеи или на единый дисплей, снабженный переключателем каналов. Совместная обработка информации от отдельных каналов отсутствует.

Комбинированные МПНВ состоят из двух и более каналов, работающих в различных спектральных областях и объединенных на основе частичного совмещения оптических осей, наличия единого входного окна и представления информации на общем дисплее. Все каналы смонтированы в едином корпусе. Каждый канал может работать самостоятельно.

В интегрированных МПНВ различные каналы объединены на основе общей оптической системы, а также единой системы обработки и представления интегрированного изображения на общий индикатор. Это изображение формируется на основе анализа сигналов с различных каналов в реальном масштабе времени.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ПРИЦЕЛ-ДАЛЬНОМЕР ДЛЯ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ**

Студент гр. 11311212 Рау А. Ю.<sup>1</sup>

Д-р физ. -мат. наук, профессор. Кулешов Н. В.<sup>1</sup>

Инженер-конструктор Солоневич С. В.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>НТЦ «ЛЭМТ» БелОМО

В современном мире все больше средств тратится на укрепление рубежей государства. Что влечет за собой внедрение инноваций. Сейчас уже не достаточно иметь оптический прицел на оружии для полного выполнения поставленной задачи. Именно поэтому современные прицелы помимо оптического канала имеют еще тепловизионный, дальномерный и д. р. каналы. Что существенно снижает трудоемкость процесса наведения на цель.

Именно для этих целей нами был разработан прицел-дальномер для стрелкового оружия. Который включает в себя 2 канала: оптический и тепловизионный.

Оптический канал служит для обнаружения и последующего наведения на цель. Он включает в себя : объектив, призменную систему, окуляр, зеркало и светодиодную сетку. Видимое увеличение оптического канала  $3\pm 0$ . 3 крат, угловое поле зрения, не менее  $16.5^\circ$ .

Дальномерный канал служит для измерения расстояния до цели и передачу информации на баллистический вычислитель. Дальномерный канал включает в себя: две объектива, источник излучения(лазер длина волны 905 нм) и приемник.

Прицел так же имеет баллистический вычислитель. Что позволяет использовать его с различными типами зарядов.

Принцип работы прицела довольно прост. Стрелок обнаруживает цель и наводится на нее маркой сетки. После чего измеряет расстояние до цели при помощи дальномерного канала. Информация о дальности объекта попадает на баллистический вычислитель который рассчитывает, куда должен целиться стрелок, оперяясь на расстояние до объекта; скорость ветра; температуру; тип снаряда. Эта информация выдается в виде перекрестья на светодиодной сетке. По которой стрелок и наводится на цель.

Сам прицел имеет габариты 220x80x170 мм, массу не более 2 кг. И может измерять дальность до объекта на расстоянии от 50 до 1500 м. Что соответствует всем стандартам и позволяет применять данный прицел в обороне рубежей государства.

## ПОВЫШЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ УЗЛОВ ОПТИЧЕСКОГО СНАЙПЕРСКОГО ПРИЦЕЛА 12×50 MSP

Магистр Романчик М. О.<sup>2</sup>, аспирант Фуфаев А. В.<sup>2</sup>

Начальник КО КБ ОЭС Страшинский П. В.<sup>1</sup>

Канд. техн. наук, доцент Федорцев Р. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Научно-производственное унитарное предприятие

НТЦ «ЛЭМТ» БелОМО

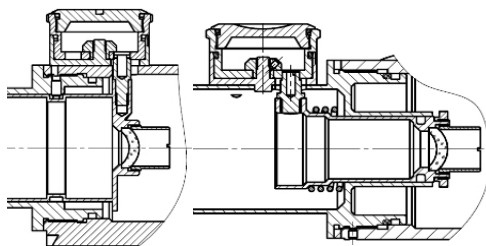
<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет

Для прицелов и прицельных комплексов, предназначенных для установки на снайперские крупнокалиберные винтовки, особо важным параметром является обеспечение устойчивости оптического прибора к механическим ударным нагрузкам, действующим вдоль оптической оси. Этот параметр являлся одним из существенных при проведении стендовых испытаний оптического прицела модели 12×50 MSP, рассчитанного для совместного использования с крупнокалиберной снайперской винтовкой ОСВ-96. У прицела изменено положение отстройки параллакса при сохранении его точности и надежности.

Конструктивной особенностью данного изделия является возможность изменения фокусного расстояния оптической системы прицела посредством линейного перемещения одиночного линзового компонента вдоль оптической оси. Подвижка оправки с линзой осуществляется вращением кулачкового механизма и подпружиненного относительно внутреннего торца корпуса для выборки зазоров.

При стендовых испытаниях изделия на ударную устойчивость прицел подвергали воздействию 100 механических ударов в направлении оптической оси прицела с ускорением  $30000 \text{ м/с}^2$  (1000 g) с длительностью импульса от 0,5 до 2,0 мс. Проведенные испытания показали недостаточную надежность механизма регулировки и узла оправы. Поводок механизма регулировки не выдержал приложенной нагрузки.

Для устранения этого недостатка были проведены конструктивные усовершенствования. Повышена жесткость механизма регулировки оправы (использованы новые материалы, усилены элементы,



подвергающиеся наибольшей нагрузке). Уменьшены габаритные размеры и масса оправы с фокусирующей линзой, что позволило сократить момент и плечо силы, действующей на узел (рисунок).

УДК 681.4.002.72:681.4.072 (075)

## **ПРИЦЕЛ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ**

Студент гр. 11311212 Рыбаченко В. Ю.

Д-р техн. наук, профессор Козерук А. С.

Белорусский национальный технический университет

Работа прицела основана на принципе электронно-оптического усиления яркости изображения целей (объектов), наблюдаемых при низких уровнях освещенности.

Объектив прицела дает изображение объекта малой яркости, электронно-оптический преобразователь (ЭОП) усиливает яркость этого изображения, а окуляр позволяет рассмотреть усиленное изображение объекта с наложенным на него изображением сетки на экране ЭОП. ЭОП имеет систему автоматической регулировки яркости, что обеспечивает постоянный уровень яркости экрана ЭОП даже при значительных колебаниях освещенности на местности. Сетка позволяет вести прицельную стрельбу по наблюдаемым объектам. Подсветка сетки осуществляется с помощью светодиода.

Основой прицела является корпус, в котором закреплены объектив, ЭОП, сетка, окуляр, механизмы выверки.

Диоптрийная подстройка окуляра производится вращением кольца диоптрийной подстройки.

Механизмы выверки по высоте и направлению служат для корректировки линии прицеливания при пристрелке оружия. Поправки вводятся поворотом шкал с шагом  $25''$  на щелчок, что соответствует 12 мм на дальности 100 м. Направление поворота шкал для смещения СТП (средней точки попадания) влево, вправо, вверх и вниз обозначено соответствующими надписями на шкалах и стрелками. Поворот шкал осуществляется в пределах нескольких полных оборотов в соответствии с диапазоном выверки. При повороте шкал механизмов выверки происходит смещение сетки в поле зрения прицела.

На сетке прицела нанесены: шкала углов прицеливания, шкала боковых поправок и шкала измерения дальности.

Шкала углов прицеливания оцифрована в гектометрах (1 гектометр – 100 м). Необозначенные точки шкалы, соответствующие дальностям 200 и 400 м. Шаг шкалы боковых поправок — 5 т. д. (тысячных дистанции).

Шкала дальности оцифрована в гектометрах. Дальность определяется

по цели, имеющей базовый размер 1,7 м. Для определения дальности изображения цели высотой 1,7 м размещается между линией, соединяющей верхние точки штрихов шкалы боковых поправок, и прерывистой линией шкалы дальности.

УДК 535.8

## **ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОЛЛИМАТОРНОГО ПРИЦЕЛА НА ВЕЛИЧИНУ ПАРАЛЛАКСА**

Магистрант Рыжков С. А.

Канд. техн. наук, доцент Федорцев Р. В.

Белорусский национальный технический университет

Прицельная система коллиматорного типа обеспечивает проецирование изображения прицельной метки в бесконечности. На практике это реализуется в виде первоначального проецирования излучения от источника света на коллиматорную линзу и последующего его переотражения в глаз наблюдателя параллельным потоком. В результате зрачок наблюдателя не обязан находиться на оптической оси прицела, достаточно, чтобы он находился в пределах проекции линзы прицела вдоль этой оси.

Наиболее существенным отрицательным моментом коллиматорного прицела является необходимость точного позиционирования глаз перед прицелом, поскольку даже при незначительном смещении оптической оси происходит резкое изменение линии визирования и направление выстрела (параллакс изображения). Для каждой модели прицела существует узко ограниченная разрешенная величина смещения, т. е. требуется жесткая его привязка к расстоянию до цели, на которое он пристрелен. При диаметре объектива 25 мм и кратности увеличения  $1\times$  прицел должен иметь фокусное расстояние не менее 100 мм и длину не менее 110 мм. Допустимая величина параллакса в этом случае не превышает 1–2 угловых минуты в крайних участках зоны видимости марки, что соизмеримо с разрешающей способностью глаза, и не оказывает влияния на точность стрельбы – величина смещения 1 см на дальности 35 м. Такой прицел может быть эффективно использован на дистанциях 30–100 метров. При уменьшении длины до 80–60 мм и фокусным расстоянием не более 70–50 мм величина параллакса соответственно возрастает до 15 мин. – 1 град. (ошибка 15–60 см на дальности 35 м). Для того чтобы скрыть искажения формы марки у прицела с большим параллаксом, прицельную марку выполняют в виде точки. Прицельная марка может иметь вид точки – RED DOT, мушки или перекрестия. Точка – самый технически простой и дешевый вариант реализации, однако ее сложнее заметить на фоне цели, так как она закрывает точку прицеливания [1]. Необходимо обеспе-

чить регулирование яркости свечения прицельной марки. Эффективна также прицельная марка в виде перекрестия с разрывом, лучше заметна, позволяет оценивать дальность до цели по соотношению угловых размеров цели и перекрестия.

### **Литература**

Горожанин С. Оптика. Коллиматорные прицелы. Россия. Республика Башкортостан. Барнаул. 2011. [http://bashhunter.ru/kollimatornye\\_pricery](http://bashhunter.ru/kollimatornye_pricery).

УДК 612.84:681.784.83

## **КОЛЬЦЕВОЙ СВЕТОДИОДНЫЙ ОСВЕТИТЕЛЬ НА БАЗЕ RGB СВЕТОДИОДОВ С ШИМ**

Студент гр. ПО-41 Стадничук В. М.

Ассистент Кондратенко Д. Ю.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»

Светодиодные осветители прочно вошли в нашу жизнь в качестве основного освещения в быту, промышленности и науке. В современных микроскопах светодиоды используются в качестве основного источника света вместо устаревших ламп накаливания.

К преимуществам данных источников относят: высокий КПД, отсутствие УФ составляющей в спектре излучения, небольшой нагрев, большой срок службы, небольшие вес, размеры и цена.

В микроскопии для исследования образцов в разных спектральных диапазонах применяли (и используют до сих пор) цветные светофильтры, как для визуальных наблюдений, так и для микрофотографии [1]. Применение светодиодного осветителя на базе полноцветных светодиодов позволит отказаться от использования светофильтров в конструкции микроскопа (или свести их необходимость к минимуму).

В данном докладе рассмотрен кольцевой светодиодный осветитель для микроскопа на базе RGB-светодиода (WS2812b). Рассмотрены оптическая схема, электрическая принципиальная схема и программное обеспечение для управления устройством.

Светодиод содержит в себе три отдельных светодиода (красный, зеленый, синий) интенсивность которых регулируется при помощи широко-импульсной модуляции (каждый цвет отдельно). Определяя интенсивность каждого из цветов на каждом светодиоде можно получить широкую гамму цветов для подсветки образца.

Ключевые слова: кольцевой светодиодный осветитель, микроскопия, машинное зрение.

### Литература

1. Светофильтры для микроскопа и их применение. Галина Цехмистро. <https://opticalmarket.com.ua/svetofiltry-dlja-mikroskopa-i-ih-primenenie.html>.

УДК 681.723.078:681.775.078:681.777.078

## **АНАЛИЗ ВЛИЯЮЩИХ АБЕРРАЦИЙ НА ТОЧНОСТЬ В ОЭП С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ КООРДИНАТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Аспирант Старосотников Н. О., студент гр. 11311113 Кожевников Д. А.  
Канд. техн. наук, доцент Федорцев Р. В.  
Белорусский национальный технический университет

Принцип работы таких следящих систем как цифровые автоколлиматоры при контроле зеркала в течении некоторого промежутка времени, датчиков Шака-Гартмана и др.; а также при геометрической калибровке оптико-электронных приборов заключается в определении энергетического центра тяжести изображения и контроля смещения по полю зрения точки либо иного изображения с течением времени. В таких системах и методах контроля необходимо исключить искажения формы изображения при его смещении.

Данные искажения могут быть вызваны аберрациями оптической системы, которые, в данном случае, будут влиять на точность контроля. Оказывающими влияние, являются аберрации, которые вызывают несимметрию в распределении энергии изображения при его смещении по полю зрения. Из аберраций к ним относятся полевые аберрации: астигматизм, кривизна поля, дисторсия. При работе приборов на разных длинах волн следует учитывать и влияние хроматических аберраций.

Исходя из определений данных аберраций можно судить об влиянии их на точность. Так, при наличии комы, внеосевая точка предмета изобразится в виде пятна рассеяния, по форме напоминающую комету с ярко освещенной вершиной и довольно широким хвостом, плотность энергии в котором быстро убывает. При астигматизме и кривизне изображения элементарный пучок лучей, исходящий из точки вне оси, имеет в пространстве изображений в меридиональном и сагиттальном сечениях различные точки сходимости. Признаком хроматических аберраций является разложение света на спектральные составляющие при преломлении на оптических по-

верхностях. Вышеперечисленные aberrации вызывают искажение формы изображения, что приводит к погрешностям при определении их энергетических центров тяжести. Дисторсия вызывает искажения между предметом и его изображением по полю зрения, таким образом положение изображения в фокальной плоскости будет определяться не только увеличением оптической системы.

Для исключения влияния aberrаций необходимо проектировать оптическую систему с их минимизацией, проводить калибровку оптической системы и учитывать ее результаты при измерениях.

УДК 681.4.002.72:681.4.072 (075)

### **ОЧКИ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ**

Студент гр. 11311212 Степанова Ю. А.

Студент гр. 11311313 Грищенко А. Н.

Д-р техн. наук, профессор Козерук А. С.

Белорусский национальный технический университет

Очки ночного видения предназначены для наблюдения и ориентирования на местности в темное время суток, выполнения различных видов работ в условиях низкой освещенности.

В приборе используется принцип электронно-оптического усиления отраженного предметами света и проецирования усиленного изображения с экрана ЭОП в глаз оператора.

Функционирование прибора: прибор должен быть устойчив к воздействию синусоидальной вибрации на одной частоте из диапазона от 20 до 30 Гц при ускорении  $29,4 \text{ м/с}^2$  и длительности воздействия 10 мин; устойчивость прибора к воздействию окружающей среды при эксплуатации; прибор при эксплуатации должен обладать устойчивостью к воздействию повышенной температуры плюс  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ , относительной влажности воздуха 95% при температуре  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , пониженной температуры минус  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ , а тем же прибор должен обладать прочностью к изменению температуры окружающей среды от минус  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  до плюс  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Требование к надежности: средний срок службы прибора должен быть не менее 10 лет; среднее время восстановления работоспособного состояния должно быть не более 0,5 ч; средняя наработка на отказ прибора должна быть не менее 4 000 циклов, в том числе не менее 200 циклов наработки механизмов прибора.

Основные характеристики прибора: относительная разность увеличений оптических каналов не более 2%; диапазон диоптрийной поправки



окуляров не менее  $\pm 4$  дптр; межзрачковое расстояние  $65 \pm 0,1$  мм; дальность опознавания ростовой фигуры человека при освещенности  $(5 \pm 1) \cdot 10^{-3}$  лк на фоне зеленой травы должна быть не менее 100 м.

Методы контроля очков ночного видения: проверка видимого увеличения и относительной разности каналов в затемненном помещении; проверка допуска параллельности выходящих из окуляров пучков лучей; проверка предела разрешения, которую проводят в затемненном помещении на коллиматоре; проверка диапазона диоптрийной поправки с помощью диоптрийной трубки; проверка углового поля зрения и чистоты поля зрения; проверка дальности опознавания.

УДК 681.7.015.2+535.317

### **ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДАЛЬНОГО ИК ДИАПАЗОНА**

Студенты гр. 11311114 Фильчук А. С., Чернавчиц Д. А., Дубатовка А. Г.  
Д-р техн. наук, профессор Артюхина Н. К.  
Белорусский национальный технический университет

В последнее время значительно возросло применение инфракрасного излучения в различных областях техники. Создана современная аппаратура дальнего ИК диапазона (ИКС), применяемая в промышленности, научных исследованиях и военной технике, для разработки которой требуются различные оптические системы [1]. Создание оптимальной схемы довольно сложный процесс, существует ряд компьютерных программ проектирования, однако и они требуют от разработчика опыта и интуиции.

В настоящей работе исследованы линзовые оптические системы, которые хорошо освоены в производстве. Рассчитаны одиночные линзы в виде простых менисков для спектрального диапазона 8–12 мкм, которые из-за больших аберраций и малых относительных отверстий (1:10–1:15) предназначены лишь для простейших ИКС. Рассмотрена возможность выполнения задней поверхности мениска в виде дифракционного элемента, что позволяет откорректировать аберрации и атермализовать простейший однолинзовый объектив.

Рассчитаны двухлинзовые объективы (относительное отверстие 1:3, угловое поле до  $10^\circ$ ; диаметр входного зрачка около 120 мм), которые устраняют первичную сферическую аберрацию и кому.

Проведен подбор материалов линз (германий Ge, селенид цинка) для коррекции первичного хроматизма в связи с тем, проектирование ИКС связано с проблемой ограниченности количества материалов, прозрачных в дальнем ИК диапазоне. Все ИК материалы должны удовлетворять ряду

жестких эксплуатационных требований: достаточная прозрачность, негигроскопичность, прочность, хорошая обрабатываемость.

При увеличении числа линз и компонентов в ИК объективах можно достичь более высоких оптических характеристик. К примеру, уже в базовом модуле из трех линз можно получить размер абберрационного кружка рассеяния близким к дифракционному пределу (в угловой мере это несколько десятых долей миллирадиана).

### **Литература**

Тарасов, В. В. Инфракрасные системы 3-го поколения / В. В. Тарасов, И. П. Торшина, Ю. Г. Якушенков. – М. : Логос, 2011. – 240 с.

УДК 551.508.9 (088.8)

## **НЕФЕЛОМЕТР ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ДАЛЬНОСТИ**

Студент гр. 11311112 Шиманович А. А. <sup>1</sup>

Канд. техн. наук, доцент Федорцев Р. В. <sup>1</sup>,

инженер-конструктор II кат. Костусев А. В. <sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>ОАО «Пеленг»

Задача определения дальности видения различных предметов, знаков и сигнальных огней имеет большое прикладное значение для морского и речного транспорта, авиации, а также для космических кораблей и орбитальных спутников. Видимость предметов в атмосфере представляет собой сложное психофизиологическое явление, обусловленное, главным образом, ослаблением светового потока частицами воздуха, а также жидкими и твердыми частицами, находящимися в атмосфере во взвешенном состоянии.

Нефелометр модели «ПЕЛЕНГ СЛ-03» предназначен для определения метеорологической оптической дальности видимости (MOR) по измеренному прямому рассеиванию атмосферы в диапазоне от 10 до 50 000 м с погрешностью не более 15%. Измерения могут проводиться круглосуточно в том числе и в составе автоматизированной метеорологической измерительной системы (АМИС) «Пеленг СФ-09».

Нефелометр состоит из блока излучателя – формирующего первичный зондирующий сигнал; приемного блока – регистрирующего излучение светового потока прошедшего сквозь атмосферу и рассеянного под прямым углом к направлению излучения; блока управления – предназначенного для преобразования входного сигнала от приемника в значение MOR, с последующим ее выводом и сохранением на РС. В базовом варианте конструкции

приемник, излучатель и блок управления закреплены на траверсе и установлены на стойке. В качестве источника излучения используется светодиод OSRAM с длиной волны  $\lambda = 850$  нм и интенсивностью свечения 700 мВт/ст. рад. В ходе проведения полевых испытаний была выявлена недостаточная чувствительность прибора на больших дистанциях наблюдения. Для устранения указанной проблемы провели уточняющие энергетические и габаритные расчеты, которые показали целесообразность замены в узле фотоприемника линзового фокусирующего компонента со сферическими поверхностями и относительным отверстием 1:1 на афокальную линзу с асферическими поверхностями. Данное усовершенствование позволило значительно увеличить максимальное количество энергии собираемой на площадке ПЗС-матрицы. Афокальная линза с новыми конструктивными параметрами будет иметь большее относительное отверстие и соответственно обеспечит больший кружок рассеяния.

УДК 621.3

## **МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ**

Студент гр. 10301215 Юрченко О. А.

Д-р физ. -мат. наук, профессор Свирина Л. П.

Белорусский национальный технический университет

В основе лидарных методов контроля и измерения концентрации загрязняющих веществ в атмосфере лежат физические явления, возникающие при взаимодействии лазерного излучения с газовым потоком: поглощение, рассеяние, флуоресценция.

Лидар дифференциального поглощения и рассеяния света используется для изменения концентраций загрязняющих веществ порядка  $10^{15}$  см<sup>-3</sup> и ниже. В этом случае сечение поглощения значительно превышает эффективное (с учетом тушения) сечение флуоресценции и комбинационного рассеяния света. Вариант лидара дифференциального поглощения предполагает использование двухволнового излучателя: одна длина волны лазерного излучения попадает в центр полосы поглощения молекулы загрязняющего вещества, а другая лежит вне этой полосы. В качестве такого излучения можно использовать, например, две гармоники YAG-Nd лазера с импульсами длительностью 10 нс на длинах волн 1064 нм и 532 нм. Информация о распределении концентрации молекул в атмосфере извлекается из сравнения регистрируемых лидарных сигналов на этих двух длинах волн.

Лидар комбинационного рассеяния света позволяет провести дистанционный мониторинг объектов (например, дымовых шлейфов труб), концентрация молекул в которых выше типичных концентраций молекул, рассеянных в атмосфере, и может достигать  $10^{16} \text{ см}^{-3}$ . Комбинационное рассеяние рассматривают как неупругий процесс, при котором лазерное излучение вызывает переход молекулы на виртуальный уровень с последующим, почти мгновенным ( $10^{-14} \text{ с}$ ) излучением на длине волны, отличной от лазерной. Разность энергий падающего и испущенного фотонов является характеристикой колебательного уровня молекулы. Для возбуждения комбинационного рассеяния на практике используют излучение второй гармоники Nd:YAG лазера с длиной волны 532 нм, импульсом длительностью 10 нс и энергией до 25 мДж.

Флуоресцентный лидар реализует метод дистанционного зондирования, который состоит в анализе характеристик света (флуоресценции), испускаемого объектом, при освещении объекта излучением Nd:YAG лазера, работающего в импульсном режиме. Рассмотренные выше лидары позволяют измерять концентрацию загрязняющих веществ в атмосфере на расстояниях зондирования до 5 км.

УДК 681.4.002.72 + 681.4.072 (075)

## **ЧЕТЫРЕХКРАТНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ ПРИЦЕЛ ПО 4x24П**

Студент гр. 11311112 Песецкий М. С.

Д-р техн. наук, профессор Козерук А. С.

Белорусский национальный технический университет

Широкоугольный оптический прицел ПО 4x24П предназначен для наведения на цель при стрельбе из автоматического стрелкового оружия типа АКМ, а так же на оружие с верхней направляющей базой типа Weaver или Picatinny rail. Широкий угол поля зрения  $12^\circ$  обеспечивает в четыре раза большую площадь обзора по сравнению с обычными 4-кратными оптическими прицелами.

Прицел предназначен для эксплуатации при температуре воздуха от минус 40 до плюс 50 °С; верхнее значение относительной влажности воздуха – 100 % при температуре плюс 25 °С.

Основой прицела является корпус. В корпусе закреплены объектив, окуляр, сетка, механизмы выверки.

Объектив закрывается откидывающейся крышкой. Крышка предохраняет объектив от загрязнения и повреждения. Наглазник фиксирует глаз стрелка относительно окуляра и исключает попадание в глаз света от

посторонних источников. Шкалы боковых поправок и поправок на дальность позволяют вносить коррективы без применения пристрелочных винтов.

Подсветка сетки используется для контрастного отображения цели на фоне прицельной марки в условиях сумерек или на темном фоне. Включение подсветки и регулировка яркости осуществляются при помощи специальной рукоятки. Увеличение яркости выполняется вращением рукоятки по часовой стрелке с фиксацией в выбранном положении.

Вращением кольца диоптрийной настройки прицелов ПО 4х24П-04 и ПО 4х24П-06 осуществляется диоптрийная коррекция зрения оператора.

Корректировка линии прицеливания (выверка) осуществляется следующим образом: выверка по направлению – вращением винта выверки по направлению с помощью ключа из комплекта прицела; выверка по высоте – вращением поводка, предварительно ослабив на один оборот два стопорных винта на нем и придерживая шкалу рукой от проворота. Минимальная поправка соответствует шагу выверки и составляет 2 см на дальности 100 м.

Элемент питания устанавливается в отсек питания, закрытый крышкой с соблюдением полярности в соответствии с маркировкой на корпусе прицела.

## **СЕКЦИЯ 5. СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

УДК 535.6

### **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИЗМЕРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИРТУАЛЬНЫХ МЕР**

Студентка гр. 11305113 Клевитская Е. Д.

Канд. техн. наук, доцент Савкова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

По официальным данным сайта МОЗМ [1] существуют такие области науки и техники, в которых остро стоит задача обеспечения метрологической прослеживаемости цветовых свойств - в аналитической химии требуются СО определенной чистоты, фармакологии, медицине. Распространенными методами определения химического состава вещества являются спектрометрия и колориметрия. Растущее применение программных комплексов с компьютерной обработкой результатов сравнения СО и исследуемого вещества по спектральным атласам позволяют значительно ускорить процесс измерений. При этом ставится задача перевода физических носителей информации о цвете на цифровую основу. Получение количественной информации о фотометрических и колориметрических свойствах объектов путем оценки цифровых изображений - перспективный путь развития СО.

Существует опыт разработки и создания виртуальных мер цвета – цветowych мишеней в виде файловых данных в области полиграфии, которые также начинают активно использоваться при профилировании цифровых фотокамер с применением «технологий управления цветом по ICC» [2]. В соответствии с принципами GUM важным вопросом является степень доверия к результатам измерений, полученным с помощью цифровых изображений.

Проблемы, возникающие при цветопередаче и цветовоспроизведении, в программно-аппаратных комплексах могут быть устранены или уменьшены путем рационального выбора цветowych моделей и использования виртуальных цветowych мишеней для настройки яркости в широком диапазоне для сохранения ее линейности на диаграмме цветностей. Требуется создание виртуальных мер цвета в виде стандартных цветowych пространств, которые бы использовались в передающих и воспроизводящих устройствах для их калибровки и согласования.

#### **Литература**

1. OIML D 18 Edition 2008 (E).
2. ISO 12647-1:2004 Graphic technology – Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints. Part 1: Parameters and measurement methods.

## **ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ ИЗМЕРЕНИЙ НА КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ МАШИНЕ**

Студент гр. 11305112 Астапчик О. С.,

Ст. преподаватель Хорлоогийн А. С.

Белорусский национальный технический университет

Координатно-измерительные машины (КИМ) в мировом машиностроении применяются достаточно давно и по праву считаются одними из самых точных средств измерения. Стремление получать результаты измерения с высокой точностью поставило задачу выбора оптимальной стратегии измерения на КИМ, которая позволяла бы проводить измерение параметров с достаточной точностью и за короткий период времени.

Экспериментально было доказано, что увеличение количество точек, измеряемых в процессе контроля, ведет к увеличению точности измерений [1]. На данный момент при координатных измерениях число точек измерения для отдельного элемента детали определяют, учитывая вид элемента, отклонений его формы, задачи измерения, допустимой погрешности измерения. При этом рекомендуемое количество точек зависит от диапазона измерений (измерения от  $X_1$  и до  $X_2$ ) [2].

Для повышения точности при разработке методик измерения зачастую выбирают  $X_2$  не учитывая тот факт, что увеличение количества измеряемых точек приводит к увеличению времени, затраченного на измерения, а, следовательно, и стоимости измерительного процесса. Измерение детали по методике сканирования позволяет одновременно повысить точность измерения и сократить время контроля, за счет возможности установки параметров сканирования: шаг или интервал времени фиксирования координат точек, выбор направления фиксации. Но в этом случае возникает задача выбора оптимального метода сканирования измеряемой поверхности.

Обобщая существующие рекомендации, основанные на эмпирических данных по правилам набора точек, для сканирования можно предложить два варианта: набор точек по «сетке», (для плоских поверхностей) и по винтовой линии (для цилиндрических и сферических поверхностей).

### **Литература**

1. Плюснина С. С., Абляз Т. Р. «Контроль отклонения от параллельности поверхностей детали на КИМ» // Современные проблемы науки и образования. Выпуск № 2 – 2014.
2. В. А. Гапшис и др. «Координатные измерительные машины и их применение» // М. Машиностроение – 1988.

## **КОНТРОЛЬ ТОЛЩИНЫ СЛОЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Студент гр. 11305112 Мовламов В. Р.

Канд. техн. наук, доцент Письменский П. И.

Белорусский национальный технический университет

Контроль толщины слоя огнезащитных покрытий строительных конструкций является одной из важнейших задач. С помощью контроля толщины можно давать заключение о соответствии здания или сооружения и т. д. требуемым нормам по пожарной безопасности.

Контроль толщины огнезащитного покрытия осуществляется тремя сторонами, которые представляют собой согласованную схему:

- Поставщиком (на стадии производства работ);
- Потребителем;
- Сторонней организацией (МЧС).

Процесс нанесения покрытия следующий: подготавливают поверхность СК, наносят грунтовку ГФ-021 и затем наносят огнезащитное покрытие. Контроль будет основан на косвенных измерениях, при этом на первой стадии осуществляется контроль толщины подкладочного материала (грунта), на второй – контроль общей толщины с нанесенным огнезащитным покрытием, следовательно, толщина покрытия рассчитывается по формуле:  $h_{\text{покрытия}} = h_{\Sigma} - h_{\text{грунт}}$ .

Методика контроля включает в себя выбор контрольных точек, выбор плана контроля, заключение о годности. Для каждого вида СК применяется своя схема контроля и определенное количество точек, достаточное для принятия или отклонения зданий и сооружений.

При принятии решения, потребитель и МЧС опираются на результаты и заключения предыдущей стадии контроля. В ходе, которого принимают решение о степени контроля, например, в случае если поставщик предоставил продукцию соответствующего качества и потребитель подтвердил это, то МЧС может, опираясь на результаты не проводить своего контроля, в противном случае наоборот.

Нарушения при нанесении огнезащитного покрытия (такие как несоответствие толщины огнезащитного состава) влекут за собой снижение огнестойкости конструкций, повышение пожарной опасности материалов и изделий, что в целом приводит к несоответствию огнестойкости конструкций проектной степени огнестойкости зданий (сооружений) и ухудшению состояния объектов по пожарной безопасности.



На основании вышесказанного возникает необходимость разработки методики контроля толщины огнезащитных покрытий для СК, которая позволяла бы давать заключение о годности/негодности объекта контроля с использованием согласованных планов выборочного контроля, с заданным уровнем риска.

УДК 612.791

## **НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Студент гр. 11305313 Сацукевич А. А.

Д-р техн. наук, профессор Серенков П. С.

Ассистент Иванова Н. Н.

Белорусский национальный технический университет

Разработка новых технологий и методов происходит путем проведения инновационных испытаний, результатом которых является инновационный продукт, обладающий лучшими характеристиками и свойствами по сравнению с аналогами. Однако, комплексные испытания и совершенствование характеристик инновационного продукта не возможно без такого ряда актуальных проблем как: большие финансовые и временные затраты, привлечение достаточного количества человеческих ресурсов, а также создание базы знаний в данной области.

На сегодняшний день актуальной инновационной технологией является композиционные металлические и полимерные покрытия. Покрытия такого типа применяются в машиностроении и наносятся на рабочие поверхности деталей триботехнического назначения

Сотрудничая с ОИМ НАН Беларуси были проведены исследования по нанесению таких покрытий. Технология нанесения покрытий такого рода зависит от множества факторов, которые в свою очередь и будут влиять на свойство и соответственно на качество покрытия.

При разработке инновационного покрытия вместо отсеивающего эксперимента авторами предложено использовать экспертный эксперимент. Целью данного эксперимента является сужение всего диапазона факторов, влияющих на качество и свойства покрытия и определение области, подлежащей исследованию в рамках физического эксперимента. Таким образом, перед авторами были поставлены следующие задачи:

- определить область исследования – количество влияющих факторов и диапазоны значений параметров факторов;
- исследовать все факторное пространство;

- выбрать перспективные области;
- определить для перспективной области предпочтительные диапазоны варьирования факторов.

Авторами исследованы типы покрытий предполагаемых к использованию с помощью технологии экспертных оценок, которая позволяет использовать априорные знания разработчика, сузить диапазон факторов технологического процесса получения покрытия и их значений, что в свою очередь позволит существенно уменьшить объемы реальных исследований и испытаний. В докладе приведен метод реализации экспертных оценок, методы сбора, обработки и анализа. В целом такой подход позволяет повысить эффективность разработки и внедрения инновационных материалов и покрытий в Республике Беларусь.

УДК 006.063

### **О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ ПРОДУКЦИИ ДИРЕКТИВАМ ЕС И НАНЕСЕНИЯ МАРКИРОВКИ ЗНАКОМ СЕ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Студент гр. 11305113 Солодухо Ю. А.

Ст. преподаватель Купреева Л. В.

Белорусский национальный технический университет

В рамках развития мировых тенденций торговли потребители все чаще ориентируются на выбор качественной и безопасной продукции. В странах ЕС размещение и/или ввод в эксплуатацию продукции, удовлетворяющей данным критериям, реализуется через маркировку продукции знаком СЕ. СЕ маркировка – специальный знак, наносимый на продукцию и удостоверяющий, что изделие соответствует основополагающим требованиям Директив ЕС Нового и Глобального подхода, а также свидетельствующий об обязательном прохождении продукцией процедуры оценки соответствия с использованием модульного подхода. Процесс применения и нанесения СЕ маркировки регламентируется Решением Европейского Парламента и Совета 768/2008/EU и является бесспорным доказательством безопасности продукции для здоровья потребителей и окружающей среды. В Республике Беларусь маркировка отечественной продукции знаком СЕ осуществляется в рамках «Соглашения о сотрудничестве при подтверждении соответствия взаимно поставляемой продукции», подписанного Управлением по технической стандартизации, метрологии и государственным испытательным службам Чешской Республики и Госстандартом в 2004 году. Положения Соглашения регулируют торговые отношения меж-

ду странами в области медицинского оборудования, средств индивидуальной защиты, игрушек, строительных материалов, электроприборов, продукции машиностроения, а также систем менеджмента качества. В рамках проводимых нами исследований анализировались возможности подтверждения соответствия отечественной строительной продукции основополагающим требованиям Директив ЕС и нанесения на нее CE маркировки. Анализ показал, что экспорт продукции на рынок ЕС производителями строительных материалов осуществляется в соответствии с требованиями Регламента Европейского Парламента и Совета 305/2011/EU. В Регламенте изложены 7 базовых требований к строительным сооружениям, в соответствии с которыми устанавливаются существенные характеристики строительной продукции. В Республике Беларусь действует

ТР 2009/013/ВУ, устанавливающий требования к строительным материалам, изделиям и работам в строительстве, подлежащим подтверждению соответствия существенным требованиям безопасности. Однако следует отметить, что на сегодняшний день в стране отсутствуют аккредитованные органы по сертификации конкретных видов строительной продукции и услуг, в частности металлоконструкций и сварочной деятельности.

УДК 621.2

## **МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ, ОСНОВАННЫХ НА ВОКСЕЛЬНОЙ ГРАФИКЕ**

Студентка гр. 11305114 Момяк Д. М.<sup>1</sup>

Ph. D., Dr. Sutkovski M.<sup>2</sup>

Канд. техн. наук, доцент Савкова Е. Н.<sup>1</sup>

Белорусский национальный технический университет  
Варшавский технический университет, Польша

На базе научно-исследовательской лаборатории 3D технологий Института микроэлектроники и оптоэлектроники Варшавского Технического Университета и научно-исследовательской лаборатории оптико-электронного приборостроения Белорусского национального технического университета осуществляются исследования возможностей воксельной графики в антропометрических измерениях. Суть антропометрических измерений состоит в пространственной регистрации анатомических ориентиров, предварительно размещенных на объекте (испытуемом), с использованием инструментов для оценки параметров – оптических систем, основанных на фотометрии. Согласно [1] цель метода - анализ положения тела, то есть определение изменения в положении вертикальной проекции точки (в плоскости оси Z),

соответствующей центру тяжести тела. Преимущество метода – неинвазивное определение пространственного положения (3D).

Для валидации данного метода измерений необходимо разработать его метрологическое обеспечение, включающее методику оценивания неопределенности. Установлено, что основным источником неопределенности данного метода измерений является квантование геометрического пространства, зависящее от разрешающей возможности системы (приведение геометрических координат к воксельным), зависящий в свою очередь от способа задания и отображения метрик вокселей. По данным интернет сайтов компьютерной графики существуют способы отображения вокселей: прокладка лучей (рейкастинг), трассировка лучей (рейтрейсинг), триангуляция, «бросание снежков» (сплаттинг), «бегущие кубики» (мачинг).

### **Литература**

Sutkovski M., Paško S., Žuk B. Optical system for measurements of the location of body gravity center projected on foot. / Warsaw, Poland, 2016.

УДК 006.053

## **АЛГОРИТМ СБОРА И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПРОЕКТА ГОСУДАРСТВЕННОГО СТАНДАРТА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Магистрант Войнич К. Э.

Д-р техн. наук, профессор Серенков П. С.

Белорусский национальный технический университет

В докладе обоснован подход к разработке первой редакции государственного стандарта, в основу которого положен тезис: стандартизация – это деятельность по снижению информационной энтропии (области незнания об объекте стандартизации). Максимальное снижение энтропии и, соответственно, получаемая максимальная ценность стандарта как информационного продукта, пропорциональна усилиям, затраченным на его разработку. В докладе предложен алгоритм анализа информации, как последовательность операций, реализуемых по определенным правилам. Результатом реализации алгоритма является получение проекта стандарта, гарантированно обладающего минимальной неопределенностью. Следствием этого является ожидаемый консенсус всех заинтересованных сторон в отношении проекта стандарта.

Алгоритм построен на обоснованной теоретической основе, имеет строгую логику. В качестве инструмента сбора данных об объекте стандартизации предложено использовать метод фокус-группы. Для реализа-

ции данного метода разработана методика сбора и анализа информации, необходимая модератору (инженеру по стандартизации) для результативной разработки проекта государственного стандарта. Методика включает этапы:

1. формирование фокус-группы по критерию репрезентативности;
2. сбор первичной информации об объекте стандартизации;
3. разработка анкеты для опроса участников фокус-группы;
4. организация и проведение опроса;
5. обобщение данных анкетирования;
6. оценка данных и принятие решения по структуре и параметрам стандарта;
7. разработка первой редакции проекта государственного стандарта Республики Беларусь.

Фокус-группа играет роль «коллективного разработчика» проекта стандарта. Существенную роль здесь играют корректные экспертные методы опроса. Предложены оригинальные методы организации процесса опроса (поэлементное формирование структуры проектируемого проекта стандарта). Разработана методика оценивания поэлементного консенсуса членов фокус-группы и принятия решений модератором.

УДК 657.6

## **SWOT АНАЛИЗ КАК МЕТОД УСТАНОВЛЕНИЯ КОНТЕСТА ОРГАНИЗАЦИИ**

Студент гр. 11305313 Хведченя О. Н.

Ст. преподаватель Ленкевич О. А.

Белорусский национальный технический университет

Одним из требований стандарта СТБ ISO 9001–2015 является установление контекста организации [1]. Целью этого требования является обеспечение понимания наиболее существенных внутренних и внешних факторов, влияющих, как положительно, так и отрицательно, на способность организации достигать запланированных результатов ее системы менеджмента качества (СМК). Процесс установления и оценивания факторов должен быть постоянным и систематическим, поэтому организации необходимо определить метод, позволяющий осуществлять поставленные задачи.

Одним из методов, оценивающих в комплексе внутренние и внешние факторы, влияющие на развитие организации можно назвать SWOT-анализ [2]. SWOT анализ – это анализ сильных и слабых сторон организации, а также возможностей и угроз со стороны внешней окружающей среды. Сильные («Strengths») и слабые («Weakness») стороны относятся к состоя-

нию самой организации, а возможности («Opportunities») и угрозы («Threats») – к внешнему окружению организации.

Для идентификации внутренних факторов можно использовать результаты внутренних аудитов СМК. В процессе проведения дальнейшего анализа рабочей группой подтверждается или изменяется формулировка устойчивых конкурентных преимуществ организации. Перед выбором параметров для анализа следует определить «ключевые компетенции» организации, т. е. факторы, связанные с технологией, производством, маркетингом, финансами и т. д., от которых зависит в значительной степени реализация стратегий и достижение целей. Произвести более точный анализ выявленных внешних и внутренних факторов можно на основе количественных показателей и оценок с применением экспертных методов.

Дополнительным «бонусом» использования SWOT анализа для определения контекста является возможность формулировки основных стратегических направлений организации с учетом их важности.

### Литература

1. ГОСТ ISO 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования.

2. Филип Котлер, Роланд Бергер, Нильс Бикхофф. Стратегический менеджмент по Котлеру. Лучшие приемы и методы = The Quintessence of Strategic Management: What You Really Need to Know to Survive in Business. – М. : Альпина Паблишер, 2012. – 144 с.

УДК 614

## **ВОПРОСЫ ПЕРЕХОДА НА НОВУЮ ВЕРСИЮ СТАНДАРТА ISO 13485:2016 ДЛЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

Студенты гр. 11305212 Чувашева Е. В., гр. 11305113 Лобко Ю. А.  
Ассистент Иванова Н. Н.

Белорусский национальный технический университет

В апреле 2016 года была опубликована новая версия стандарта ISO 13485:2016. Все организации, осуществившие внедрение стандарта ISO 13485:2003 (EN ISO 13485:2012), могут перейти новую версию ISO 13485:2016 до 1 марта 2019 года.

Все выданные сертификаты соответствия ISO 13485:2003 еще будут действительны на протяжении трех лет с даты выдачи сертификата и не будут требовать проведения сертификации.

Изменения, касающиеся новой версии оказались существенными, затронув не только структуру стандарта, но и основные требования, а именно:

– включение риск-ориентированных подходов после реализации

товара. Риск рассматривается в контексте безопасности и эффективности медицинского изделия, а также соблюдения нормативных требований;

- укрепление связей с нормативными требованиями, в частности, по нормативной документации;

- применение к организации на протяжении всего жизненного цикла продукции и цепи поставок медицинской техники;

- акцент на процедуру прослеживаемости всего жизненного цикла медицинского изделия;

- гармонизация требований к валидации программного обеспечения для различных приложений (программного обеспечения СМК, процесс управления, программное обеспечение для мониторинга и измерений) в разных пунктах стандарта;

- акцент на соответствующей инфраструктуре, в частности, для производства стерильных медицинских изделий, а также требования для проверки стерильных барьерных свойств;

- дополнительные требования в области проектирования и разработки на рассмотрении удобства использования, применения норм, контроля и планирования проверок, ведения и оформления записей;

- акцент на жалобы и обращения, представление отчетности в контролирующие органы в соответствии с нормативными требованиями, а также внимательное наблюдение после выхода на рынок;

- планирование и документирование корректирующих и предупреждающих действий, осуществление корректирующих действий без промедления.

УДК 535.317

## **СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СРЕДСТВА ОПТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ, АНАЛИЗА И ИССЛЕДОВАНИЙ**

Студент гр. 11305112 . Матюш И. И

Канд. техн. наук, доцент Савкова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Промышленные системы технического зрения (машинного зрения) – это системы, которые могут производить обнаружение, слежение и классификацию объектов, позволяющие заменить человека в области операций контроля объектов на производстве. Получение изображения объекта (изделия, детали, заготовки) обеспечивается камерами в сочетании с оптическими элементами и устройствами освещения. С помощью специализированного программного обеспечения производится компьютерная обработка изображения и анализ, на основе которого автоматически производится вывод о

годности/негодности изделия или формируется отчет о результатах исследования объекта в удобной для восприятия человеком форме. В результате информационного поиска были выделены классификационные признаки и группы оптических приборов, позволяющие систематизировать [1]. На рисунке представлена предложенная авторами классификация основных существующих видов систем технического зрения.



Классификационная структура основных видов СТЗ

### Литература

Системы технического зрения: Справочник/В. И. Сырямкин, В. С. Титов, Ю. Г. Якушенков и др. //Под общей редакцией В. И. Сырямкина, В. С. Титова. – Томск: МГП «РАСКО», 1992. – 367 с.

УДК 535

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ ПУТЕМ ССЫЛКИ НА СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ

Студент гр. 11305113 Клевитская Е. Д.

Канд. техн. наук, доцент Савкова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время существуют такие области науки и техники, в которых остро стоит задача обеспечения метрологической прослеживаемости результатов измерений и/или испытаний до единиц, воспроизводимых национальными или международными эталонами.

В сфере аналитической химии для проведения измерений химического состава требуются СО определенной чистоты с фиксированным составом, а также жестким ограничением на наличие примесей инородных веществ. Наиболее прогрессивной методикой определения химического состава



вещества является спектрометрия. Растущее применение программных комплексов с компьютерной обработкой результатов сравнения СО и исследуемого вещества по спектральным атласам позволяют значительно ускорить процесс измерений.

Стоит задача перевода физических носителей информации о цвете на цифровую основу. Получение количественной информации о фотометрических и колориметрических свойствах объектов путем оценки цифровых изображений – перспективный путь развития СО. Подобные СО уже сейчас внедряются в области пиromетрических измерений с использованием тепловизоров.

В соответствии с принципами GUM важным вопросом является степень доверия к результатам измерений, полученным с помощью цифровых изображений. Оценка неопределенности любого измерения подразумевает в первую очередь спецификацию измеряемой величины и факторов, влияющих на достоверность ее определения.

Проблемы, возникающие при цветопередаче и цветовоспроизведении, в программно-аппаратных комплексах могут быть устранены или уменьшены путем рационального выбора цветовых моделей и использования виртуальных цветовых мишеней для настройки яркости в широком диапазоне для сохранения ее линейности на диаграмме цветностей. Требуется создание виртуальных мер цвета в виде стандартных цветовых референтных пространств, которые бы использовались в передающих и воспроизводящих устройствах для их калибровки и согласования.

Используемые нормативные документы: СТБ ИСО/МЭК 17025-2007; ISO/IEC Guide 99:2007; Д 18 МОЗМ Издание 2008 (Р).

УДК 621.373

## **ГЕНЕРАТОР КАЧАЮЩЕЙСЯ ЧАСТОТЫ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА**

Магистрант гр. 6М3711 Пастор А. В.  
Канд. техн. наук, доцент Белошицкий А. П.,  
Ст. науч. сотр. Ворошень А. В.  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

В измерительной технике часто используют генераторы гармонических сигналов, частоту которых автоматически изменяют (качают) в пределах заданной спектральной полосы – генераторы качающейся частоты.

В докладе рассматриваются принцип действия, схема и основные метрологические характеристики генератора качающейся частоты (ГКЧ), раз-

работанного в «Научно-образовательном инновационном центре СВЧ технологий и их метрологического обеспечения» БГУИР.

ГКЧ предназначен для генерирования колебаний сигналов крайне высоких частот (КВЧ) в режимах непрерывной генерации на одной частоте (НГ) и перестройки частоты в диапазоне от 78,33 до 118,10 ГГц.

Обобщенная структурная схема ГКЧ представлена на рисунке.



Структурная схема ГКЧ

ГКЧ содержит задающий кварцевый генератор частоты 100 МГц, выходной сигнал которого поступает на синтезатор. Синтезатор формирует сетку высокостабильных значений частот в диапазоне от 13 до 20 ГГц. С помощью двух умножителей частоты обеспечивается рабочий диапазон частот генератора. Модулятор обеспечивает режим амплитудно-импульсной модуляции.

Основные технические характеристики : погрешность установки частоты – не более  $\pm 1 \cdot 10^{-7}$ , нестабильность частоты – не более  $\pm 1 \cdot 10^{-8}$ , выходная мощность – 10 мВт, КСВН выхода – не более 1,5.

УДК 621.372

## **ВЕКТОРНЫЙ АНАЛИЗАТОР ЦЕПЕЙ КВЧ ДИАПАЗОНА**

Магистрант гр. 6М3711 Кирикович И. А.  
Канд. техн. наук, доцент Белошицкий А. П.  
Мл. науч. сотр. Сайков А. В.  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

В настоящее время происходит интенсивная замена морально и физически устаревшего КВЧ измерительного оборудования на новое, постоянно расширяется номенклатура выпускаемых КВЧ устройств. Для обеспечения контроля комплексных коэффициентов отражения и передачи требуются современные средства измерений, которые должны обладать высокими эксплуатационными и метрологическими характеристиками.

В докладе рассматриваются принцип действия, схема и основные метрологические характеристики векторного анализатора цепей (ВАЦ) разработанного в «Научно-образовательном инновационном центре СВЧ технологий и их метрологического обеспечения» БГУИР.

ВАЦ предназначен для автоматизированного исследования волноводных КВЧ устройств, работающих в диапазоне частот от 25,95 до 37,5 ГГц и измерения комплексных коэффициентов передачи ( $S_{21}$ ) и отражения ( $S_{11}$ ) этих устройств с цифровым отсчетом измеряемых величин и воспроизведением их частотных характеристик в декартовой системе координат на экране анализатора.

В анализаторе используется гомодинный метод измерения. Принцип действия анализатора основан на раздельном выделении падающей на объект измерения, отраженной и прошедших волн КВЧ сигнала.

Использование дискретных фазовращателей на рпн-диодах и специальных алгоритмов калибровки и измерения анализатора позволяют определять модули и аргументы комплексных коэффициентов отражения и передачи.

ВАЦ позволяет измерять модули коэффициента отражения в диапазоне от 0 до минус 32 дБ с погрешностью не более  $\pm(0,2 + 0,03S_{11})$  дБ, а модули коэффициентов передачи в диапазоне от 0 до минус 40 дБ с погрешностью не более  $\pm(0,2 + 0,02S_{21})$  дБ. Диапазон измерения аргументов коэффициентов отражения и передачи от минус  $180^\circ$  до  $180^\circ$  градусов. Погрешность измерения  $\arg S_{11}$  не более  $\pm 5^\circ$ ;  $\arg S_{21}$  не более  $\pm 4^\circ$ .

УДК 621.372

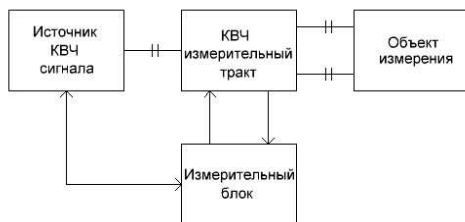
## СКАЛЯРНЫЙ АНАЛИЗАТОР ЦЕПЕЙ КВЧ ДИАПАЗОНА

Магистрант гр. 6М3711 Матющенко Е. А.  
Канд. техн. наук, доцент Белошицкий А. П.  
ст. науч. сотр. Кондрашов Д. А.  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

В процессе проектирования, изготовления и эксплуатации СВЧ и КВЧ устройств и систем наиболее частыми измеряемыми параметрами являются модули коэффициентов отражения  $|S_{11}|$  и передачи  $|S_{21}|$ . В докладе рассматриваются принцип действия, схема и основные метрологические характеристики скалярного анализатора цепей (САЦ), разработанного в «Научно-образовательном инновационном центре СВЧ технологий и их метрологического обеспечения» БГУИР.

САЦ предназначен для автоматизированного исследования волноводных КВЧ устройств, работающих в частотном диапазоне от 37,5 до 53,57 ГГц и измерения их параметров – модулей коэффициентов передачи  $|S_{11}|$  и отражения  $|S_{21}|$ , с цифровым отсчетом измеряемых величин и воспроизведением их частотных характеристик в декартовой системе координат на экране монитора.

Структурная схема САЦ показана на рисунке.



Структурная схема САЦ

Источник КВЧ сигнала состоит из синтезатора и двух умножителей частоты. Нестабильность частоты его выходного сигнала – не более  $1 \cdot 10^{-6}$  от  $f_{\max}$ .

В состав КВЧ измерительного тракта входят направленные ответвители, детекторы и выносные предварительные усилители.

САЦ позволяет измерять модули коэффициентов отражения в диапазоне от 0 до минус 32 дБ с погрешностью не более  $\pm(0,2+0,03 \cdot S_{11})$  дБ, а модули коэффициентов передачи в диапазоне от 0 до минус 40 дБ с погрешностью не более  $\pm(0,2+0,02 \cdot S_{21})$  дБ.

УДК 536.37

## **ОБНАРУЖЕНИЕ РАССЕИВАЕМОЙ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОННЫМИ КОМПОНЕНТАМИ ПО ИХ ИНФРАКРАСНОМУ ИЗЛУЧЕНИЮ**

Аспирант Кухаренко А. И.

Канд. техн. наук, доцент Давыдов Г. В.

Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

Для обнаружения малых изменений в работе электронного устройства с помощью ИК мониторинга, необходимо знать численные значения мощностей рассеяния на различных электронных компонентах, обнаруживаемые по такой методике. Для этого был собран стенд, состоящий из двухсторонней печатной платы толщиной 1,5 мм с припаянными на нее 10 образцами резисторов в разных корпусах и источника питания, подающего питание

независимо на каждый образец. Измерения проводились с помощью тепловизора FLIR Tau 2 640, работающего в ИК диапазоне 8–14 мкм, имеющего чувствительность <50 мК и разрешение 640\*512 пикселей. Методика измерений заключались в определении минимального уровня мощности, подаваемой на образец в течении 1 с, при котором обнаруживалось изменение температуры.

Условия экспериментов и результаты измерений приведены в таблице:

№	Тип корпуса резистора	Условия теплоотвода на печатную плату	Мощность, необходимая для обнаружения в течении 1с (10с), Вт	Термосопротивление, К/Вт	Теор. мощ., Вт
R1	ТО-220	Земляной полигон	0,1707 (0,0282)	–	–
R2	ТН-0,25W	Контактные площадки	0,0102 (0,0027)	–	–
R3	ТН-0,125W	Контактные площадки	0,0013 (0,0007)	–	–
R4	SMD-1206	З. полигон + к. площадка	0,0030	32	0,0016
R5	SMD-1206	К. пл. + дорожка между	0,0025	32	0,0016
R6	SMD-1206	Контактные площадки	0,0021	32	0,0016
R7	SMD-0805	З. полигон + к. площадка	0,0036	38	0,0013
R8	SMD-0805	З. полигон + к. площадка	0,0040	38	0,0013
R9	SMD-0805	Контактные площадки	0,0025	38	0,0013
R10	SMD-0603	З. полигон + к. площадка	0,0040	63	0,0008

Самым заметным в ИК диапазоне оказался маломощный выводной резистор R3. Замечена тенденция осложнения обнаружения нагрева резисторов по мере уменьшения размеров корпусов, при этом наблюдаются отличия от расчетной мощности обнаружения. Это объясняется уменьшением количества пикселей, приходящихся на площадь резистора, а так же иными коэффициентами термосопротивления. Разница между необходимой мощностью для обнаружения при разных теплоотводах составила 1,5 раза.

## **ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ОСЦИЛЛОГРАФА**

Студенты гр. 11305114 Архипенко П. Р., Борис В. С., Буцура Н. И.

Ст. преподаватель Хорлоогийн А. С.

Белорусский национальный технический университет

Электронный осциллограф – универсальный прибор, позволяющий не только наблюдать и регистрировать (путем фотографирования изображений с экрана) периодические сигналы, но и достаточно точно измерять их основные параметры: амплитуду, частоту, фазу, длительность и т. д.

Осциллографы по способу обработки входного сигнала разделяются на аналоговые и цифровые [1]. Соответственно имеются определенные особенности контроля параметров измерительных сигналов с помощью аналогового и цифрового осциллографов в зависимости от поставленных задач измерения.

В аналоговом осциллографе используются простые средства управления для наиболее часто используемых настроек. Аналоговый осциллограф обновляет экран в реальном времени, при отображении быстро изменяющихся сигналов во времени, но в тоже время обладает не вполне удовлетворяющими требованиями к некоторым измерениям метрологическими характеристиками в зависимости от частоты сигнала и коэффициента развертки, а также ограниченной полосой пропускания. Содержит лишь ограниченные средства измерения параметров сигналов. Аналоговые осциллографы при правильном выборе режима измерения (амплитуда сигнала не выходит за пределы линейной области усилителя вертикального отклонения, а частота сигнала гораздо меньше верхней границы полосы пропускания) практически не искажают сигнал. У них не бывает цифровых шумов и «лесенок» при обработке сигналов.

Цифровой осциллограф позволяет «замораживать» изображение на произвольное время, обладает достаточно приемлемыми метрологическими характеристиками для большинства измерений и оснащен широкой полосой пропускания. Цифровой осциллограф позволяет отображать сигнал до запускающего момента, обнаруживать импульсные помехи, обеспечивает возможности математической и статистической обработки сигнала. В тоже время стоит отметить сложности в управлении цифровыми осциллографами.

### **Литература**

Афонский А. А., Дьяконов В. П. Измерительные приборы и массовые электронные измерения/ М., СОЛОН-ПРЕСС, 2007 г. – 541 с.

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ ОСТАТОЧНОГО КОЛИЧЕСТВА АНТИБИОТИКОВ ТЕТРАЦИКЛИНОВОГО РЯДА В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ**

Студент гр. 1130512 Астапчик О. С.

Канд. техн. наук, доцент Савкова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Условия применения антибиотиков тетрациклиновой группы для выращивания, откорма и лечения сельскохозяйственных животных и птицы регламентированы постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 17 марта 2011 г. № 16. Соблюдение данных условий должно гарантировать безопасность для здоровья населения продуктов питания, то есть обеспечить предельно допустимую концентрацию (ПДК) остаточного содержания антибиотиков тетрациклинового ряда в пищевых продуктах в 0,01 ед. /г (у высокочистого тетрациклина 1 ед. соответствует 1 мкг). Так как длительное использование в пищу продуктов, содержащих остаточные количества антибиотиков, может привести к развитию у человека дисбактериоза, то необходим строгий лабораторный контроль по содержанию остаточных количеств антибиотиков в продуктах питания.

На данный момент при контроле остаточного количества антибиотиков тетрациклинового ряда используются микробиологические методы, методы конкурентного иммуноферментного анализа (ИФА) и экспресс-метод.

Наибольший интерес представляют микробиологические методы, так как, они позволяют выявить минимальные концентрации антибиотиков в исследуемом материале. Данные методы основаны на биологическом действии антибиотиков на чувствительные штаммы микроорганизмов и поэтому наиболее специфичны и объективны. Используя этот метод содержание антибиотиков выявляют по величине торможения роста тест-культур, внесенных в питательные среды.

Однако данные методы регламентированы МУ №3049–84 «Методические указания по определению остаточных количеств антибиотиков в продуктах животноводства», утв. МЗ СССР 29.06.84 которые применяются и по сегодняшний день в сфере законодательной метрологии. Но при этом для данных методов не определены показатели точности (правильности и прецизионности), соответственно уровень доверия к результатам, полученным с их помощью, очень низкий.

Таким образом, можно отметить необходимость разработки на основе МУ №3049–84 методик выполнения измерения соответствующую требованиям ГОСТ 8.010 и проведения ее аттестации, для повышения уровня доверия к результатам измерения.

УДК 004.056:005

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Студенты гр. 11305114 Борис В. С., Павлюченко З. С.

Канд. техн. наук, доцент Лысенко В. Г.

Белорусский национальный технический университет

Современный уровень развития систем автоматизированного проектирования (САПР) предоставляет возможность визуализировать и анализировать инструментальную составляющую погрешности, имеющую систематический характер. Фактически к инструментальным погрешностям относятся погрешности всех применяемых в данных измерениях технических средств и вспомогательных устройств, влияющих на результат измерений. Главной особенностью систематической погрешности является принципиальная возможность ее выявления, прогнозирования и однозначной оценки, при условии установления вида функции и значений аргументов.

В САПР приборо- и машиностроительных отраслей промышленности выделяют системы расчетов и инженерного анализа CAE, конструкторского проектирования CAD и проектирования технологических процессов CAM. Также на практике распространены интегрированные САПР, представляющие собой различные комбинации вышеупомянутых систем.

К наиболее известным системам CAE относятся MSC. NASTRAN, ANSYS/Multiphysics и AI\*NASTRAN.

Среди наиболее часто используемых систем CAD можно выделить DraftSight, MEDUSA4, LibreCAD.

Популярными среди пользователей являются системы CAM FeatureCAM, SprutCAM, PowerMILL.

Наибольшую известность среди интегрированных систем имеют CATIA, Unigraphics, PRO/Engineer, КОМПАС-3D.

На сегодняшний день при исследовании погрешностей измерений используются системы CAE или же интегрированные системы CAE/CAD, CAE/CAD/CAM, для корректной работы которых требуется высокопроизводительная компьютерная техника. При этом без должного внимания ос-



тается система CAD, позволяющая на базе простейших вычислений исследовать погрешности измерений.

В данной работе особое внимание уделяется изучению погрешностей измерений в системе CAD, входящей в интегрированную систему КОМПАС-3D. Преимуществом САПР КОМПАС-3D являются собственные параметрические технологии и математическое ядро C3D, что позволяет существенно оптимизировать скорость отклика системы.

УДК 658.562

## **САМООЦЕНКА СМК В ОАО «2566 ЗАВОД ПО РЕМОНТУ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ВООРУЖЕНИЯ»**

Студент гр. 313511 Боровисюк Т. В.

Канд. техн. наук, доцент Спесивцева Ю. Б.

Белорусский национальный технический университет

Совершенствование деятельности организации невозможно без самооценки - периодического анализа фактического состояния работы по управлению качеством и ее результатов. Методы проведения самооценки: метод матричных диаграмм; метод рабочей встречи; метод опросного листа; метод равного участия. Методики проведения самооценки: модель самооценки в соответствии с СТБ ISO 9004-2010, Модель Европейского фонда управления качеством (EFQM); Модель Делового Совершенства, Логика RADAR, Бенчмаркинг, Бизнес-модель самооценки Тито Конти, Премия Правительства Республики Беларусь за достижение в области качества.

ОАО «2566 завод по ремонту радиоэлектронного вооружения» (далее – ОАО «2566 ЗРРЭВ») является специализированной организацией, осуществляющей ремонт вооружения и военной техники ПВО, другого сложного радиоэлектронного оборудования и изделий военного назначения. В связи со спецификой организации для проведения самооценки традиционные подходы не могут использоваться в полном объеме, поэтому принято решение разработать комбинированную методику.

Для выявления положительных и отрицательных сторон деятельности ОАО «2566 ЗРРЭВ» и сбалансированной оценки ситуации выбраны метод опросного листа и метод рабочей встречи. Метод опросного листа позволяет узнать мнение работников о деятельности организации. Метод рабочей встречи способствует развитию командной работы, формирует список сильных и слабых сторон организации с указанием областей для совершенствования, позволяет достичь консенсуса по плану улучшений. В основу

комбинированной методики положены критерии модели EFQM, позволяющие определить в какой точке на пути к совершенству находится организация и бизнес-модель самооценки Тито-Конти, предназначенная для оценки деятельности организации, планирования необходимых улучшений в соответствии с возможностями организации, использования полученных результатов в процессах стратегического и оперативного планирования. Эксперты заполняют опросные листы, рабочая группа обрабатывает результаты экспертной оценки, подготавливает сводный отчет по результатам работы и проект плана корректирующих мероприятий, который утверждается руководством организации.

УДК 006.015.5

## **ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА**

Студент гр. 11305312 Бояровская К. С.

Ст. преподаватель Павлов К. А.

Белорусский национальный технический университет

Большинство промышленных предприятий Республики Беларусь при продвижении продукции на рынок сталкиваются с серьезной конкуренцией от зарубежных компаний. Поэтому отечественные организации в целях повышения уровня конкурентоспособности производимой продукции подтверждают свои достижения в области качества, экологии, и т. д. соответствующими сертификатами. Часто это приводит к слабой структуризации и несогласованности процессов систем менеджмента (далее – СМ) внутри организации. Инструментом для повышения результативности и эффективности таких СМ может быть их интеграция.

Интегрированная система менеджмента (далее – ИСМ) представляет собой совокупность двух и более СМ, функционирующих как единое целое. В настоящее время разработка и внедрение ИСМ осуществляется в соответствии со следующими нормативными документами: PAS 99:2012 «Integrated Management Systems» и «Руководство ИСО: The Integrated Use of Management System», ГОСТ Р 53893-2010 «Руководящие принципы и требования к интегрированным системам менеджмента». В документах, помимо общих положений по ИСМ, определены два подхода к их созданию: формирование аддитивных моделей ИСМ (когда к СМК последовательно добавляют иные системы управления) и создание полностью интегрированных моделей (когда все СМ объединяют в единый комплекс одновременно).

В связи с небольшой методологической базой работа по формированию ИСМ без глубокого осознания ее значимости и должной подготовки персонала для руководства организации представляется необоснованным трудом и иррациональной тратой ресурсов. Однако формирование ИСМ на предприятии, с учетом уже параллельно или последовательно независимо внедренных СМ, поможет решить следующие, зачастую имеющиеся, проблемы, связанные:

- с дублированием процессов, документации, должностей, процессов и функций;
- со сложностью целостного восприятия СМ руководством организации, и, соответственно, низкой эффективностью планирования, контроля и управления в целом;
- с большой трудоемкостью и потребностью в ресурсах при независимом внедрении группы стандартов.

УДК 006.015.5

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СМК ГУ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЦЕНТР ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ»**

Студент группы 11305312 Бояровская К. С.

Ст. преподаватель Павлов К. А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время, перед промышленными предприятиями Республики Беларусь стоит проблема выживания в условиях быстрого изменения рыночной среды. Для удержания позиций на рынке многие организации объединяются в более крупные, однако при их слиянии возникает ряд сложных задач, одной из которых является гармонизация систем менеджмента (далее – СМ).

Гармонизация СМ может осуществляться по одному из следующих подходов:

- создание абсолютно новой СМ (формирование СМ «с нуля»);
- расширение области применения действующей СМ на деятельность объединившихся организаций.

Каждый из этих подходов имеет свои преимущества и недостатки. Так при разработке абсолютно новой СМ большинство организаций сталкиваются с большими затратами (финансовыми, временными и др.). При этом при расширении области применения действующей СМ наряду с небольшими ресурсными затратами, сотрудниками должны учитываться специфики всех процессов всех объединившихся организаций, в частно-

сти, в случае неоднородности их деятельности.

Примером организации после слияния, руководство которого приняло решение о расширении области применения действующей СМ, является ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии». При этом одной из важных задач после объединения организаций стало совершенствование действующей СМК в соответствии с требованиями СТБ ISO 9001–2015. В качестве «эталонной» основы для гармонизации действующих СМК на деятельность всего центра была выбрана система качества службы авиационно-метеорологического обеспечения, доверие к результативности и эффективности которой неоднократно подтверждено соответствующими сертификатами в национальной и международной системах подтверждения соответствия.

В ходе анализа процесса гармонизации СМК был выявлен ряд особенностей, одними из которых являются:

- сложная процедура оценки результативности СМК за счет неоднородности оценки результативности отдельных процессов;
- усложненная процедура оценки удовлетворенности потребителей за счет различных категорий потребителей.

УДК 378.147

## **ОСОБЕННОСТИ НОРМИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ ИЗЪЯНОВ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ КАК ОСОБЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИХ ТЕКСТУРЫ**

Магистрант Дмитерчук Е. А.

Канд. техн. наук, доцент Соколовский С. С.

Белорусский национальный технический университет

Согласно международному стандарту ISO8785 изъян поверхности SIM есть элемент неровности или группа элементов, или неровностей реальной поверхности непреднамеренно или случайно образованные во время производства, хранения или применения поверхности. Данный стандарт не рекомендует использовать термин «дефект поверхности» для обозначения таких элементов, поскольку рассматривает термины «дефект поверхности» и «изъян поверхности» как принципиально отличающиеся понятия. С позиций этого стандарта присутствие изъянов на реальной поверхности не обязательно означает, что поверхность не пригодна к применению. Допустимость изъянов зависит от применения или функции поверхности и в ряде ситуаций они могут играть положительную роль (например, в плане удерживания смазки, придания поверхностям особого внешнего вида и пр.). С учетом этого обстоятельствоизъяны поверхностей деталей предла-

гается рассматривать как один из компонентов текстуры поверхности, не относящийся ни к шероховатости, ни к волнистости, занимающий особое место и подлежащий нормированию и контролю.

Для реализации системного подхода к нормированию и контролю таких элементов в стандарте предложена их классификация, предполагающая их подразделение на такие классификационные группы, как: 1) углубления (риски, царапины, трещины, поры и др.); 2) выпуклости (наросты, вздутия, подтоки, чешуйки и др.); 3) комбинированные изъяны (кратеры, нахлестки, задиры и др.) 4) поверхностные изъяны и изъяны внешнего вида (пятна, следы коррозии, обесцвеченные участки и др.). Для нормирования и контроля изъянов поверхностей деталей стандартом ISO8785 установлены следующие основные параметры: а) длина изъяна поверхности  $SIML$ ; б) ширина изъяна поверхности  $SIMw$ ; в) глубина единичного изъяна поверхности  $SIMsd$ ; г) высота единичного изъяна поверхности  $SIMsh$ ; д) число изъянов поверхности  $SIMn$ ; е) число изъянов поверхности на единицу поверхности  $SIMn/A$ ; ж) площадь изъяна поверхности  $SIMa$ ; з) общая площадь изъяна поверхности  $SIMt$ , рассчитываемая как:

$$SIMt = SIMa1 + SIMa2 + \dots + SIMan.$$

При установлении технических требований на ограничения изъянов их базовым размерным критерием должен быть минимальный размер характеристики изъяна поверхности, ниже которого изъяны поверхности не учитываются при определении значений  $SIMn$  и  $SIMt$ .

УДК 531-1/-9

## **ПОДХОД К ОПИСАНИЮ ШКАЛ СВОЙСТВ ПОСРЕДСТВОМ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОСТРАНСТВ**

магистрант Жиженко Е. О.

Канд. техн. наук, доцент Савкова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Для оценивания свойств объектов при их контроле и испытаниях используют метрические (интервалов и отношений) и неметрические (наименований и порядка) шкалы. Метрические шкалы наиболее упорядочены и позволяют измерять. Применительно к шкале наименований не представляется возможным говорить о «последовательности» или «упорядоченности», шкала порядка занимает «промежуточное положение», позволяя упорядочивать, но не давая возможности измерять. Учитывая это, авторы предлагают рассматривать все шкалы с точки зрения их зон неопределенности или инфор-

мационной энтропии, графически отображая ее в виде функциональных пространств. Был выполнен обзор и систематизация функциональных пространств, предложен способ работы с ними - сопряжение пространств. Совокупность однородных объектов может быть упорядочена и представлена в виде функциональных пространств – описательного инструмента для шкалы наименований, что существенно облегчает понимание прогнозов в решении задач определения параметров и принятия решений, а тензорный аппарат и не дискретное пространство позволяют снизить риски, связанные с принятием решений при выполнении исследований [1].

Анализ опубликованных работ в данной области показал, что наиболее удобным инструментом является тензорный аппарат, а именно тензор Эйнштейна, благодаря которому мы можем представить некоторый объект, будь он физический или геометрический в существующим многомерном пространстве в виде таблицы величин — компонент тензора [2]. Данный тензор равен разности тензора Риччи  $R_{\mu\nu}$  и половины метрического тензора  $g_{\mu\nu}$ , умноженного на скалярную кривизну R по формуле

$$C_{\mu\nu} = R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R$$

#### Литература

1. Канторович Л. В., Акилов Г. П. Функциональный анализ / Л. В. Канторович, Г. П. Акилов // Наука-1984. – № 1–2. – С. 56–458.
2. Крамер Д. и др. Точные решения уравнений Эйнштейна / Д. Крамер//М. : Мир, 1982 – № 3–6. – С. 416.

УДК 658.562.012.7

### АНАЛИЗ НОВОЙ ВЕРСИИ МЕЖДУНАРОДНОГО СТАНДАРТА, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕГО ТРЕБОВАНИЯ К СМК ОРГАНИЗАЦИЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Магистрант Малиновская С. Л.

Канд. техн. наук, доцент Соколовский С. С.

Белорусский национальный технический университет

С целью повышения конкурентоспособности и эффективности функционирования перед организациями возникает задача создания СМК, модернизированной в соответствии со спецификой конкретной отрасли. Так, особые требования к СМК в автомобильной промышленности впервые были изложены в технической спецификации ISO/TS 16949 в 1999 году. Стандарт был разработан Международной рабочей автомобильной

группой IATF при участии технического комитета ISOTC 176, он описывал требования к СМК предприятий, занимающихся проектированием, разработкой, производством, упаковкой и обслуживанием продукции автомобильной промышленности. В 2002 году была принята вторая редакция стандарта, в 2009 – третья.

В октябре 2016 года вышел новый стандарт на СМК организаций автомобильной промышленности – IATF16949. Стандарт имеет строгую ориентацию на потребителя, основывается на структуре ISO 9001:2015 и служит дополнением к основополагающему стандарту в области СМК, а также имеет расширенную область применения по сравнению с предыдущей версией.

IATF16949 уделяет повышенное внимание вопросам обеспечения безопасности продукции, рассматривает вопросы противодействия коррупции и необходимости разработки и внедрения политики в области корпоративной ответственности. Приведены конкретные требования к компетентности внутренних аудиторов, установлены требования к компетентности аудиторов, проводящих аудиты у поставщиков материалов и комплектующих. Рассматривается применение ранее не обязательных методик DFSS, FTA, DFMA. Введены дополнительные требования к прослеживаемости несоответствующей продукции, усилен акцент на выполнении специальных требований потребителей, на предупреждении ошибок, а также ряд других дополнительных, ранее не установленных требований. Как и ISO 9001:2015, IATF 16949 основан на процессном риск-ориентированном подходе. Отличительные особенности IATF 16949 от ISO 9001:2015 это, прежде всего, необходимость планирования предупреждающих действий, а также обязательное внедрение и поддержание в актуализированном состоянии соответствующего Руководства по качеству.

УДК 004.588

## **СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА ЗНАНИЙ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ И ОКАЗАНИЯ УСЛУГ**

Студент гр. 11305112 Матюш И. И.

Канд. техн. наук, доцент Спесивцева Ю. Б.

Белорусский Национальный Технический Университет

На сегодняшний день управление знаниями становится важным инструментом повышения эффективности деятельности различного рода организаций. Современные информационные технологии обеспечивают постоянный и надежный обмен идеями и информацией, что способствует созданию так называемых систем менеджмента знаний.

Знания в рамках профессиональной деятельности работников сфер производства продукции и оказания услуг представляют собой некоторую совокупность данных, которая с течением времени пополняется приобретенными навыками и опытом, в результате чего все это образует некоторое множество удачных практик. Так как носителями данного множества являются сотрудники предприятия, которые могут покинуть свое прежнее место работы, целесообразно организовать документирование и систематизацию приобретенной полезной информации, а также обеспечить эффективное управление полученной системой. В результате пополнения и обновления базы знаний за счет обучения работников, проверки в деле различных методов работы, любая организация получает важные конкурентные преимущества, если при этом новые знания быстро распространяются и обеспечивается их сохранность внутри данной организации. Таким образом речь идет о системе знаний, как об объекте проектирования и о средстве, которое предоставляет возможность результативнее влиять на качество выпускаемой продукции или оказываемых услуг организацией, где эта система будет внедрена.

Нами разработан информационно-поисковый ресурс «SMIS», который может быть частью системы менеджмента знаний и представляющий собой пополняемую, редактируемую от лица пользователя систему, созданную для хранения и удобного поиска нужной информации. Система реализована в виде сайта с интуитивно понятным интерфейсом и предназначена для коллективного использования внутри организации сотрудниками, чьи рабочие места оснащены персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть.

УДК 621.2

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ГРАДУИРОВАННЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ПУТЕМ ЗОНИРОВАНИЯ ЦВЕТОВОГО ПРОСТРАНСТВА**

Студент гр. 1130512 Матюш И. И.

Канд. техн. наук, доцент Савкова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Для реализации измерения необходимо обеспечить принцип сравнения измеряемой величины с ее единицей или мерой. В колориметрии высокого разрешения это достигается построением некоей условной шкалы, ступени которой обеспечивали бы метрологическую прослеживаемость до стандартных образцов. Если предположить, что в качестве стандартных образцов могут быть использованы неточечные хроматические источники света с равномерно распределенной яркостью по поверхности (например, цвет-



ные плоские светодиоды), то на основе аттестованных значений их ярких характеристик можно построить градуировочные кривые. С этой целью предлагается на основе численного моделирования установить закономерности отображения градуировочных зависимостей в пространстве XYZ. Предлагаемый метод численного моделирования реализован следующим образом. Была выбрана стандартизованная цветовая компьютерная палитра с хроматическими и ахроматическими цветами. Далее выполнялись следующие этапы.

Этап 1. Разбиение палитры на сектора по принципу преобладания R (красной), G (зеленой) и B (синей) составляющих, располагаемых по убыванию интенсивности в следующем порядке. Сектор I – RGB; Сектор II – RBG; Сектор III – GBR; Сектор IV – GRB; Сектор V – BRG; Сектор VI – BGR.

Этап 2. Определение интенсивностей R, G, B (координат цвета) каждого элемента в пределах секторов.

Этап 3. Трансформирование координат RGB в координаты XYZ и расчет координат цветности. Из каждого сектора взяты три ячейки одинаковой цветности, от светлого к более темному.

Этап 4. Определение границ между секторами в пространстве XYZ

На основе пересчетов были определены границы между секторами в пространстве XYZ. Такое разбиение позволяет определить спектральный состав в видимом диапазоне опорных образцов – первичных излучателей, которые будут использованы для построения градуировочных зависимостей. Следующей задачей является оптимизация количественного и качественного состава опорных образцов.

УДК 621.2

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОПТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ**

Студент гр. 1130512 Матюш И. И.

Канд. техн. наук, доцент Савкова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

В результате информационного поиска были выделены семь классификационных признаков и более тридцати групп оптических приборов, позволяющих систематизировать существующие стандартные методы и средства оптического контроля. Визуальный, визуально-оптический, интерферометрический, дифракционный, поляризационный, рефлексометрический, голографический, которые применяют для измерений геометрических параметров изделий, контроля состояния поверхности и обнаружения

поверхностных дефектов. К оптическим методам исследований спектрометрических характеристик объектов в общем случае относятся фотометрические, фотонелометрия и фототурбидиметрия, рефрактометрия, поляриметрия, спектральный и люминесцентный анализ [1]. Перспективным направлением развития оптических методов контроля объектов является использование технических средств, способных совмещать в себе оптический тракт передачи, электронную составляющую для приема информации и производить ее дальнейшую обработку - систем технического зрения, которые могут производить обнаружение, слежение и классификацию объектов. Как научная дисциплина, техническое зрение относится к теории и технологии создания искусственных систем, которые получают информацию из изображений [2]. Также перспективным направлением развития оптических методов станет исследование фотометрических и колориметрических свойств моделируемых объектов на основе обработки их цифровых изображений. Такие методы предполагают применение виртуальных мер – цветовых мишеней, которые будут храниться в памяти компьютера в виде файловых данных.

### **Литература**

1. Оптические методы и приборы контроля качества промышленных и продовольственных товаров. Лабораторный практикум : учеб. -метод. пособие для студентов специальности 1-54 01 03 «Физико-химические методы и приборы контроля качества продукции» / И. И. Глоба, А. А. Галиновский. – Минск : БГТУ, 2012. – 250 с.

2. Системы технического зрения: Справочник/В. И. Сырякин, В. С. Титов, Ю. Г. Якушенко и др. //Под общей редакцией В. И. Сырякина, В. С. Титова. –Томск: МГП «РАСКО», 1992. – 367 с.

УДК 620.97:502.171

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Студент гр. 11305312 Микулич Е. С.

Ст. преподаватель Павлов К. А.

Белорусский национальный технический университет

Современная экономика развитых стран характеризуется высоким уровнем энергоэффективности. Следуя международному прогрессу для экономики Республики Беларусь также поставлены цели по снижению к 2020 году энергоемкости валового внутреннего продукта не менее чем на 60 % по сравнению с уровнем на 2005 год (согласно текущей политики и

стратегии Республики Беларусь в области энергетики и энергоэффективности на период до 2020 года).

Для решения этой задачи в республике постоянно совершенствуется законодательство в сфере энергетики и энергосбережения. В настоящее время законодательные основы в этой области выражены в следующих Законах: «Об энергосбережении», «Об использовании атомной энергии», «О газоснабжении», «О возобновляемых источниках энергии» и др.

Один из приоритетов белорусской политики в сфере энергоэффективности является разработка технических норм и стандартов. В период 2007–2010 гг. в рамках Программы развития системы технического нормирования, стандартизации и подтверждения соответствия в области энергосбережения было разработано 129 технических нормативных правовых актов, более 80 из которых гармонизированы с международными и европейскими требованиями. Также в настоящее время утвержден и действует СТБ ISO 50001–2013 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению», являющийся результатом участия Республики Беларусь в техническом комитете ИСО/ТК 242 «Энергоменеджмент».

Согласно положениям стандарта СТБ ISO 50001 основная идея решения управленческой проблемы повышения уровня энергоэффективности заключается в последовательном применении системного подхода к энергоменеджменту. Таким образом, дополнительные возможности повышения уровня энергоэффективности могут быть получены на основе применения стандартной методологии P-D-C-A, свойственной всем хорошо известным международным стандартам в области менеджмента (ISO 9001, 14001 и др.).

Внедрение эффективной системы энергетического менеджмента согласно требованиям СТБ ISO 50001 позволит повысить конкурентоспособность продукции и уровень энергоэффективности отечественных предприятий.

УДК 621

## **РАСШИРЕНИЕ ДИАПАЗОНА ОПТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В СИСТЕМАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ МЕТОДОМ ИНТЕРПОЛИРОВАНИЯ**

Студент гр. 10608115 Миргород Ю. С.

Канд. техн. наук, доцент Савкова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Системы технического зрения (СТЗ) и методы пиксельной графики широко используются для мониторинга состояния объектов на всех стадиях их жизненного цикла с целью визуального анализа качественных характеристик. Для реализации измерительного контроля необходимо обеспе-

чить достоверность и надежность результатов. Современные методы пиксельной графики основываются на обработке цифровых изображений объектов, которые получены с искажением динамического диапазона. Для реализации измерительного контроля необходимо обеспечить достоверность и надежность результатов.

В случаях, когда цифровое изображение содержит область пикселей, интенсивность которых перешла в насыщение, предлагается использовать метод интерполирования, основанный на многократной регистрации исследуемого объекта и опорного излучателя с различными уменьшающимися выдержками из одной точки пространства и построения градуировочной зависимости по опорной точке интенсивности в каждом из цветовых каналов.

Для построения градуировочных зависимостей необходимо использовать опорный источник (первичный или вторичный излучатель), интенсивность которого находится в активной области диапазона. Особенностью данного метода является необходимость регистрации только одной дополнительной опорной точки, интенсивность которой «искусственно» – значит, что путем создания техническими средствами эффектов уменьшения воспринимаемой интенсивности исследуемой точки, она возвращается в область насыщения.

Полученные цифровые изображения обрабатывают программными средствами: каждая градуировочная зависимость в активной области диапазона описывается уравнением прямой. На основе полученных коэффициентов методом интерполирования рассчитывается уравнение прямой для начальной опорной точки. По уравнению полученной прямой рассчитывается значение интенсивности, перешедшее в насыщение.

УДК 614.841.45:624:691:699.81:006.73

## **ВАЖНОСТЬ КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ СЛОЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Студент гр. 11305112 Мовламов В. Р.

Канд. техн. наук, доцент Письменский П. И.,

Белорусский национальный технический университет

Огнестойкость строительных конструкций – сопротивляемость воздействию пожара и распространению его опасных факторов. Строительные конструкции (далее – СК) имеют различные элементы, к таким элементам относят стены, перекрытия, колонны, балки, фермы, настилы, элементы сложной геометрической формы и др. [1].

В целом количество пожаров на объектах строительства невелико. В основном, они происходят в бытовых помещениях и строящихся зданиях на стадии начала отделочных работ. При возникновении пожара температура горения достигает порядка 500 °С, что ведет к потере прочности СК, что может привести к обрушению здания. По этой причине сегодня настолько высоки требования к огнезащите СК. Один из прогрессивных способов противопожарной защиты СК – покрытие поверхностей огнезащитными покрытиями. В основе огнезащитных покрытий лежит состав, имеющий худшую адгезию, чем привычные бытовые краски и эмали. Огнезащитные покрытия необходимы для обеспечения пожарной безопасности при строительстве и эксплуатации различных объектов – гражданских, промышленных и т. д., а также снижения риска возгорания различных деревянных конструкций.

При использовании огнезащитных составов решается две основные задачи: препятствовать распространению пожара; повышать устойчивость сооружений при пожаре за счет повышения огнестойкости конструкций, которые обработаны огнезащитными составами.

В связи с такими условиями обеспечение пожарной безопасности необходимо проводить тщательный контроль толщины покрытий, которая в свою очередь не должна быть менее допустимого значения. Толщина и состав таких материалов имеет большое значение и поэтому они должны соответствовать НД и ТНПА для конкретного вида СК, а также зависеть от класса огнестойкости, который показывают способность СК сохранять несущие и (или) ограждающие функции в условиях пожара (R120, RE60, REI30) [2].

Следовательно, важность контроля и соблюдение всех методов контроля на каждом этапе огнезащитной обработки СК – гарантия надежной защиты зданий и сооружений при пожаре.

#### **Литература**

1. СНиП 21-01 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».
2. ГОСТ 30247. 0-94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования».

УДК 004.925.8:006

### **О НОРМАТИВНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Студентка гр. 11305114 Моняк Д. М.

Ст. преподаватель Купреева Л. В.

Белорусский национальный технический университет

Актуальность выбранного объекта исследования обусловлена стремительно развивающейся необходимостью воссоздания объемных объектов

(3D-моделей) с возможностью тестирования, обнаружения и устранения недостатков на начальных стадиях проектирования, что позволит значительно сократить затраты и время на разработку прототипов деталей и исключить ручное моделирование. Область применения 3D-технологий неуклонно расширяется. В перспективе 3D-технологии будут внедрены без исключения во всех отраслях экономики: строительство, медицина, образование, авиация, автомобилестроение, археология, производство одежды, ювелирное дело и др. 3D-моделирование – это создание объемной физической модели с применением трехмерной печати и использованием 3D-принтера. Принцип работы 3D-принтера основан на послойном создании твердого объекта, смоделированного на компьютере, с использованием уникальной технологии трехмерной печати из различных материалов (пластик, нейлон, гипс, бетон, глина, песок, воск, деревянное волокно, бумага, шерсть, металлический порошок, тесто, сыр, шоколад, «живые чернила» (с набором живых органических клеток) и др.). К основным технологиям 3D-печати, отличающимся друг от друга способом нанесения слоев, относятся SLS (селективное лазерное сплетение), FDM (наложение слоев плавлением материалов) и SLA (стереолитография). Наиболее востребованной является высокоскоростная технология SLA, основанная на формировании объекта из специального жидкого фотополимера, затвердевающего под действием лазерного излучения.

В рамках проводимых нами исследований был осуществлен подбор и анализ действующих НД и ТНПА для заданного объекта стандартизации. Анализ показал, что в настоящее время на различных уровнях стандартизации действуют 89 документов, в которых устанавливаются основные требования к определению номинальных моделей 3D деталей, управляемым моделям на основе 3D проектирования, модулям прикладных программ для представления информации, необходимой для описания геометрических связей между геометрической моделью в двухмерной системе координат и соответствующей моделью в трехмерной системе координат и пр. Необходимо отметить, что в Республике Беларусь отсутствуют государственные стандарты на данный объект. Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о необходимости разработки и гармонизации стандартов в области 3D моделирования в Республике Беларусь и в рамках существующих интеграционных образований (ТС и ЕАЭС).

## **ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ**

Студент гр. 11305114 Павлюченко З. С.

Канд. техн. наук, доцент Лысенко В. Г.

Белорусский национальный технический университет

Современные информационные технологии позволяют создавать принципиально новые средства исследования и обучения, а также обеспечивают высокий уровень взаимодействия конструктора, исследователя или любого индивидуального пользователя и компьютера. Мультимедиа-технологии позволяют обеспечивать взаимодействие индивидуального пользователя и компьютера, открывая при этом новые возможности в области образования.

3ds Max дает возможность очень гибко управлять частицами, создавая самые разнообразные эффекты — от создания анимированных массивов объектов до моделирования систематических погрешностей измерений, в том числе инструментальной составляющей погрешности, без создания материальной модели.

SOLIDWORKS процесс построения 3D модели основывается на создании объемных геометрических элементов и выполнения различных операций между ними.

Помимо таких популярных компьютерных программ для моделирования как 3ds Max и SOLIDWORKS существует множество программ, не уступающих им по функционалу. Рассмотрим эти программы.

Maya позволяет пройти все этапы создания 3D — от моделирования и анимации до текстурирования, композитинга и послойного рендеринга. Этот трехмерный редактор может моделировать физику твердых и мягких тел, просчитывать поведение ткани, эмулировать текучие эффекты и т. д.

Blender 2.59 программа включает в себя большой арсенал средств для создания трехмерной графики. Так, в Blender можно оперировать системами частиц, контролировать веса отдельных частиц при текстурировании, применять направляющие при анимации и использовать внешние силы, например, ветер.

Autodesk Inventor — система трехмерного твердотельного и поверхностного параметрического проектирования (САПР) компании Autodesk, предназначенная для создания цифровых прототипов промышленных изделий.

При использовании программ для проектирования средств измерения обеспечивается высокая наглядность процесса возникновения погрешности.

## **РАЗРАБОТКА МВИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОДЫ**

Студент гр. 11305113 Разумный А. И.

Ст. преподаватель Павлов К. А.

Белорусский национальный технический университет

Многие организации Республики Беларусь в целях совершенствования системы менеджмента качества и соблюдения концепции формирования системы эффективного менеджмента своей деятельности для производственных лабораторий внедряют систему менеджмента измерений (далее – СМИ). ОАО «Могилевхимволокно» является одной из таких организаций.

Так при разработке СМИ в рамках деятельности действующей на предприятии аккредитованной лаборатории, сотрудниками было выявлено, что ряд МВИ по контролю показателей качества воды, входящих в область аккредитации, в настоящее время исключены из Реестра МВИ, допущенных к применению на территории Республики Беларусь. В частности, к таким методикам относятся: МВИ концентраций метанола и глицерина методом газовой хроматографии и МВИ концентрации метанола фотометрическим методом.

В целях соблюдения требований законодательства Республики Беларусь в области обеспечения единства измерений (далее – ОЕИ) руководством лаборатории было принято решение о разработке новых МВИ с последующей их аттестацией.

Согласно требованиям ТКП 8. 006 для проведения аттестации МВИ необходима разработка следующих документов: проекта МВИ, оформленного в соответствии с ГОСТ 8.010 и ГОСТ 2.105; отчета о проведении эксперимента по определению точностных показателей метода (правильности, прецизионности и неопределенности), план и обработка результатов которого соответствуют требованиям стандартов СТБ ИСО серии 5725. При формировании текста проекта МВИ необходимо руководствоваться ТР 2007/003/ВУ, устанавливающим требования к единицам измерений, допущенным к применению на территории Республики Беларусь.

Согласно ГОСТ 8. 010 (версии 2013 года) при разработке проектов МВИ обязательным структурным элементом является приложение, описывающее методику оценивания неопределенности измерения.

Разработка и аттестация МВИ концентрации метанола и глицерина методами газовой хроматографии и фотометрии позволит лаборатории предприятия актуализировать свою область аккредитации, не изменяя области измерений, которые она осуществляла ранее, а также полностью соответствовать требованиям законодательства в области ОЕИ.



## **ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА ИЗМЕРЕНИЙ В РАМКАХ СМК ОРГАНИЗАЦИЙ**

Студент гр. 11305113 Разумный А. И.

Ст. преподаватель Купреева Л. В.

Белорусский национальный технический университет

Согласно положениям стандартов серии ISO 9000 одним из механизмов достижения целей в области качества продукции и управления риском получения неправильных результатов измерений является разработка и внедрение системы менеджмента измерений (далее – СМИ). Целью СМИ является обеспечение соответствия измерительного оборудования и процессов измерений их назначению. Отличительной особенностью внедрения СМИ является тот факт, что она не предназначена для замены или дополнения требований СТБ ISO/IEC 17025. Для анализа требований, установленных к СМИ, нами был осуществлен подбор НД и ТПНА для данного объекта исследования. Проведенный анализ показал, что на международном уровне требования к СМИ регламентируются стандартом ISO 10012, который, в свою очередь, дополняет требования ISO 9001, но не предназначен для использования в качестве основополагающего документа, по которому проводится проверка соответствия требованиям ISO 9001. В настоящее время на территории Республики Беларусь и Российской Федерации действуют соответственно идентичные национальные стандарты СТБ ИСО 10012 и ГОСТ Р ИСО 10012. В ходе анализа требований данных стандартов был выявлен ряд различий, обоснованно связанных с отличиями законодательных основ в области обеспечения единства измерений двух государств, и которые необходимо учитывать при разработке и внедрении СМИ как части сертифицированных СМК в национальных системах подтверждения стран ТС. Кроме того, было установлено, что в Республике Беларусь с 01 марта 2017 г. вступает в действие СТБ 2450, дополнительно устанавливающий требования к оценке измерительных систем и методике анализа измерительных систем. Согласно действующим стандартам одними из основных ресурсов процесса измерения, которыми необходимо управлять, являются СИ и МВИ. Таким образом, обязательным условием внедрения СМИ в деятельность организаций является проведение анализа состояния процесса управления СИ и МВИ в рамках области аккредитации лабораторий. Такого рода анализ позволяет не только гарантировать эффективность внедрения СМИ, но определить проблемные места в деятельности лабораторий при организациях. К примеру, при разработке СМИ в рамках деятельности ОАО «Могилевхимволокно» был выяв-

лен ряд МВИ по контролю показателей качества воды, входящих в область аккредитации, в настоящее время исключенных из Реестра МВИ, допущенных к применению на территории Республики Беларусь.

УДК 65.01

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА ООО «РНТ-МЕНЕДЖМЕНТ»**

Студент гр. 313051 Савчук Т. В.

Ст. преподаватель Павлов К. А.

Белорусский национальный технический университет

ООО «РНТ-Менеджмент» – компания, занимающаяся предоставлением услуг потребителю в сфере возможности получения Шенгенской визы – разрешения, выдаваемое страной-участницей Шенгенского соглашения.

В целях обеспечения стабильного качества предоставляемых услуг и повышения конкурентоспособности на ООО «РНТ-Менеджмент» в 2013 году была сертифицирована система менеджмента качества (далее – СМК) на соответствие требованиям стандарта ISO 9001.

В настоящее время развитие общих подходов к системе менеджмента такого рода организациям, а также изменение законодательных основ в области работы с персональными данными сформировали важную задачу для руководства ООО «РНТ-Менеджмент» – сертификация системы менеджмента информационной безопасности (далее – СМИБ).

Для подготовки к предстоящей сертификации СМК на требования новой версии ISO 9001 и для внедрения и сертификации СМИБ на соответствие требований ISO 27001 руководством организации был разработан план, включающий следующие основные этапы:

- совершенствование действующей СМК;
- формирование интегрированной системы менеджмента (далее – СМ) организации, включающей СМК и СМИБ, на основе СМК.

В рамках совершенствования СМК основной задачей является формирование плана перехода на новую версию ISO 9001 с учетом риск-ориентированного подхода, а также описание контекста организации на основе проведенного SWOT-анализа. В основу методики оценки рисков для организации будет заложена методология, описанная в серии международных стандартов ISO серии 27000 (первая стадия интеграция СМ). Для этого в рамках деятельности организации необходимо будет выделить все активы, их уязвимости и угрозы, а также проанализировать реальные и потенциальные последствия воздействия угроз на активы. В итоге анализа и оценки будет описан перечень всех рисков, которыми организация должна будет управлять. Количественная оценка рисков в методике будет

осуществляться на основе FMEA-анализа. Вторым этапом интеграции СМ будет гармонизации процессов СМК и СМИБ. Элементы этого этапа отражены в положениях внутренней документации СМК.

Такой подход к формированию СМ ООО «РНТ-Менеджмент» будет соответствовать высокой степени интеграции СМ, что в свою очередь упростит процедуру ее предстоящей сертификации в 2018 году.

УДК 676.0

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НОРМАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ БУМАЖНО-КАРТОННОЙ ПРОДУКЦИИ**

Магистрант кафедры СМИС Сальников Ю. А.

Канд. техн. наук, доцент Письменский П. И.

Белорусский национальный технический университет

С учетом развития цифровой техники, несмотря на постепенную информатизацию и сокращение бумажного документооборота, производство различных видов бумаги и картона стабильно увеличивается, как в Республике Беларусь, так и в рамках Евразийского экономического союза (ЕАЭС). Потребность в конкуренции с зарубежными аналогами техники и комплектующих, требует соответствия как по основным потребительски качествам, так и по надежности упаковки товаров. Рост количества рынков и их разнообразии требуют использование современных материалов упаковки. При этом новые виды бумажно-картонной продукции требуют использования современных методов испытаний, а также испытательного оборудования.

Не все методы испытаний, используемые в международной практике, имеют аналоги в нормативной базе действующей на пространстве ЕАЭС, в частности Республике Беларусь. Наличие большего числа показателей ставит перед производителями задачу проводить контроль продукции в процессе его производства по большему числу показателей, что приводит к увеличению себестоимости производства бумажно-картонной продукции, следовательно, к понижению конкурентоспособности на внешних рынках.

Следовательно, перед производителями стоит задача не только в освоении новых рынков и увеличению объемов производства, но также к грамотному распределению ресурсов касающихся обеспечения качества бумажно-картонной продукции и выбору показателей и методов контроля.

Использование оборудования, которое для нашей страны является уникальным, влечет за собой ряд рисков, связанных с закупкой не только самого оборудования, а также к обучению персонала работе с оборудованием, переводу методов испытаний, необходимости проведения калибровки оборудования, а также необходимость проведения аттестации испытатель-

ного оборудования. Все риски в совокупности затрудняют использование оборудования и выходу продукции на новые рынки.

Из приведенного выше следует, что требуется разработка государственной программы по гармонизации нормативной базы на методы испытаний бумажно-картонной продукции с международными стандартами типа ISO, TAPPI, EN с участием всех заинтересованных сторон. Поэтому первоочередной задачей является постепенный переход на показатели, применяемые за рубежом, параллельно с развитием эталонной базы, для использования государственных поверочных(калибровочных) схем для обеспечения прослеживаемости измерений.

УДК 676.0

## **ПРОБЛЕМЫ АККРЕДИТОВАННЫХ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ИСПЫТАНИЯМИ БУМАЖНО-КАРТОННОЙ ПРОДУКЦИИ**

Магистрант кафедры СМИС Сальников Ю. А.

Канд техн. наук, доцент Письменский П. И.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в Республике Беларусь действуют 30 аккредитованных испытательных лабораторий, которые занимаются испытаниями бумажно-картонной продукции. Существуют тенденции по сокращению аккредитованных лабораторий, в связи с уменьшением спроса на данные методы испытаний со стороны сторонних организаций.

Отличие методов испытаний, которые находятся в области аккредитации от того, что требуется стороннему заказчику, ведет к тому, что организации обращаются в лаборатории, которые не имеют аккредитации в рамках Национальной системы аккредитации Республики Беларусь.

Отсутствие национальной нормативной базы требует от производителей использовать методы и средства испытаний, поставляемые с импортным оборудованием. Что приводит к использованию методов испытаний, результаты которых не могут иметь прослеживаемость до национальных эталонов Республики Беларусь, ввиду отсутствия технических возможностей для аттестации испытательного оборудования и если и имеют прослеживаемость, то до национальных эталонов стран-производителей оборудования. В связи с этим государственный метрологический надзор невозможен, т. к. лаборатории использующие данные методы испытаний выпадают юридического поля государства.

В рамках Евразийского Экономического Союза (ЕАЭС) действует технический регламент ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки», в прило-

жении к которому содержатся методы испытаний картона, гофрокартона, бумаги, которые применяются в упаковке.

Анализ технических нормативных правовых актов показал, что в рамках ЕАЭС по состоянию на 2010 год действующие стандарты на методы испытаний упаковки из бумаги и картона были приняты в основном до 2000 года, а стандарты, которые были приняты после 2000 года имеют неэквивалентную степень соответствия международным, что сдерживало развитие технической базы лабораторий по испытаниям бумаги и картона, применяемых в упаковке. По состоянию на 2017 год, были приняты межгосударственные стандарты, которые имеют идентичную степень соответствия с международными (более 30).

Это показывает, что работы, которые ведутся в рамках программы по межгосударственной стандартизации положительным образом влияют на состояние нормативно методической базы Республики Беларусь по методам испытаний бумажно-картонной продукции.

УДК 006.83:691.7

## **ОСОБЕННОСТИ СЕ МАРКИРОВКИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ**

Студент гр. 11305113 Солодухо Ю. А.

Ст. преподаватель Павлов К. А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в Республике Беларусь на фоне общего экономического кризиса наблюдается тенденция снижения производства продукции и оказания услуг. В связи с этим многие организации стремятся расширить собственные рынки сбыта, и как следствие, переориентируют производство в сторону стран Таможенного союза и Европейского союза. Основной проблемой, с которой сталкиваются при этом белорусские производители, являются вопросы подтверждения соответствия выпускаемой ими продукции или оказываемых услуг требованиям, установленным в нормативных документах этих региональных союзов.

К одной из таких отраслей промышленности Республики Беларусь относится строительство. Для поставки определенных стройматериалов, в частности, металлоконструкций, на рынок Евросоюза обязательным, согласно Регламенту Европейского Парламента и Совета 305/2011/EU, является наличие маркировки знаком СЕ по системе 2+, которая осуществляется посредством подтверждения соответствия требованиям стандарта EN 1090-1+A1:2012.

В соответствии с требованиями стандартов EN серии 1090 в отношении подрядчика по изготовлению металлоконструкций, наряду с действующей

сертифицированной системы менеджмента качества, является наличие сертифицированной документированной системы управления качеством сварочного производства (WQMS), а также наличие в штате организации ответственного координатора сварочных работ (RWC).

В настоящее время для строительных организаций Республики Беларусь возникает проблема, связанная с отсутствием аккредитованных органов по сертификации на CE маркировку определенных категорий (видов) строительной продукции, поэтому отечественным организациям приходится привлекать аккредитованные организации из-за рубежа.

Таким образом, можно утверждать, что актуальным вопросом для ряда организаций Республики Беларусь в частности и в общем для всей строительной отрасли является формирование и аккредитация органа, способного выполнять работы по сертификации WQMS, проводить проверку соответствия остальных требований стандартов EN серии 1090 и осуществлять процедуру подтверждения соответствия для категории стройматериалов – металлические конструкции и комплектующие.

УДК 006.053

## **МЕТОД ФОКУС-ГРУПП КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЕКТА ГОСУДАРСТВЕННОГО СТАНДАРТА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Магистрант Войнич К. Э.

Д-р техн. наук, профессор Серенков П. С.

Белорусский национальный технический университет

Стандартизация является системным видом управления в отношении практически всех видов человеческой деятельности. Результатом деятельности по стандартизации является стандарт, выступающий эффективным инструментом нетарифного регулирования при потенциально возможном, либо имеющем место конфликте между разработчиками, изготовителями, поставщиками и другими заинтересованными сторонами, являющимися субъектами рыночных отношений.

На сегодняшний день порядок разработки государственного стандарта Республики Беларусь включает следующие этапы: подготовка к разработке государственного стандарта; разработка проекта государственного стандарта; утверждение государственного стандарта и государственная регистрация государственного стандарта.

Необходимо подчеркнуть то, что действующая система принятия государственных стандартов консервативна и практически не подлежит пересмотру. Поэтому чрезвычайно актуальной является задача обеспечения

необходимого и достаточного количества и качества (уровня достоверности) исходной информации об объекте стандартизации.

Повышение уровня достоверности исходной информации можно достичь, используя метод фокус-групп. Рациональная область применения - разработка первой редакции проекта стандарта. Модератором экспертного опроса участников фокус-группы выступает инженер по стандартизации организации - разработчика стандарта.

Обоснован инструмент модератора – трехуровневая методология разработки первой редакции проекта государственного стандарта, которая включает:

- 1) методику определения категории разрабатываемого стандарта, определение типовой структуры стандарта;
- 2) методику формирования фокус - группы, определение методов номенклатуры требований;
- 3) методику формирования и составления первой редакции проекта государственного стандарта).

В докладе на конкретных примерах показаны преимущества метода фокус-групп, в частности, уменьшение неопределенности исходной информации об объекте стандартизации.

УДК 658.562.012.7

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ И ПРОЦЕССОВ С ПОЗИЦИЙ МЕТОДОЛОГИИ TQM**

Студент гр. 11305112 Дубицкий Д. В.  
Д-р техн. наук, профессор Серенков П. С.,  
Белорусский национальный технический университет

Стратегической целью организации является постоянное улучшение процессов для совершенствования деятельности организации и обеспечения выгоды ее заинтересованным сторонам.

В докладе рассмотрены два подхода к совершенствованию продукции, процессов и систем:

- постепенный подход – совершенствование через серию мелких улучшений (подход «Кайцен»);
- кардинальный подход – реинжиниринг, принципиальные изменения как процесса, так и организационной структуры управления (подход «Кайрио»).

Установлено, что между этими подходами нет противоречий, они взаимно дополняют друг друга. Обоснован алгоритм их совместного применения, гарантирующий организациям достижение существенных конкурентных преимуществ.

Философия «Кайцен» – это непрерывное изменение и совершенствование, заключающееся в анализе и модернизации процессов на стадии освоения новой продукции. Предложены техники статистического анализа данных, позволяющие идентифицировать причины появления несоответствий. Техники адаптированы для применения на промышленных предприятиях машиностроительного профиля и основаны главным образом на применении критерияльного анализа гипотез.

Кардинальный подход «Кайри» предполагает одновременное структурное преобразование процесса и требует, как правило, больших инвестиций. Оно связано с применением принципиально новых технологий, закупку нового оборудования, реорганизацию системы управления производством и т. д. Ключевой технологией данного подхода обоснован метод робастного перепроектирования процессов и продукции Г. Тагути.

В докладе рассмотрены технологии реализации обоих подходов, критерии их применимости и переходе от одного к другому.

УДК 389.1

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АНАЛОГОВЫХ ИСКРОБЕЗОПАСНЫХ МОДУЛЕЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ РАЗВЯЗКИ**

Студент гр. 11305112 Дубицкий Д. В.

Д-р техн. наук, профессор Серенков П. С.

Белорусский национальный технический университет

Аналоговые искробезопасные модули гальванической развязки являются средствами измерений, применяемыми в сфере законодательной метрологии. Они соответственно подлежат утверждению типа с последующим регулярным проведением поверки или калибровки.

Установлено, что метрологическое обеспечение аналоговых искробезопасных модулей гальванической развязки, в частности проведение их поверки, является ресурсоемким процессом. Обоснован переход к автоматизации процесса поверки модулей, обеспечивающий значительную экономию временных и материально – технических ресурсов. Приведены расчеты подтверждающие экономическую целесообразность осуществления автоматизации поверки, приведено сравнение затрат при проведении поверки модулей с использованием автоматизированной системы и без нее, установлен срок окупаемости автоматизированной системы, которая позволит:

- уменьшить время, затрачиваемое на проведение поверки;
- увеличить число одновременно проверяемых модулей;
- увеличить число одновременно проверяемых характеристик модулей;



- получать отчет, включая все необходимые расчеты, в автоматическом режиме;
- снизить трудоемкость выполняемых операций, осуществляемых оператором.

В докладе рассмотрены этапы разработки системы автоматизации: концепция системы, определения комплекса характеристик модулей гальванической развязки, оцениваемых при поверке, оценка производительности поверки, блочно-модульная схема автоматизированной системы, методика поверки. Проведен укрупненный расчет погрешности поверки и представлена структурная схема рабочего места поверителя.

УДК 681.2.083

### **МОДУЛЬ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ**

Студенты гр. 11305114 Ткаличева У. Ю., Клевещ О. С., Терешко К. И.  
Ст. преподаватель Хорлоогийн А. С.

Белорусский национальный технический университет

Сегодня вопрос контроля температуры является неотъемлемой частью организации производства, а также обеспечения нормальных условий для выполнения процедур метрологической аттестации. Условия для рабочей зоны производственных помещений, а также помещений метрологического контроля, устройств и емкостей с повышенными требованиями к контролю температуры, определены различными нормативными документами [1]. Кроме того, при длительном и систематическом пребывании человека в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функциональное и тепловое состояние организма без напряжения механизмов терморегуляции.

Для исследования необходимости обеспечения оптимальных условий организации производства, а также проведения измерений в соответствии с требованиями нормативных документов, был разработан лабораторный комплекс «Многоканальная измерительная система», в состав которой входит «Модуль измерительного канала контроля температуры» типа «первичный преобразователь–промежуточный преобразователь–устройство отображения» с целью определения зависимости метрологических характеристик измерительного канала от характеристик (параметров) элементов, входящих в состав модуля.

Модуль контроля температуры состоит из нагревающего устройства и емкости с водой, в которую помещены термодатчик РТ-100, термистор, интегральный цифровой датчик DS18B20, эталонный цифровой измеритель, контроллера для обработки сигналов и вывода на ПК, мультиметра для контроля параметров измерительного сигнала.

Обеспечение заданных метрологических характеристик модуля (диапазон измерений – 0–100°C, максимальная допустимая погрешность – 0,5 °C) достигается за счет использования аналоговых ДТС035Л-РТ100, ДТС035Л-50М и цифрового DS18B20 (эталонного), датчиков измерения температуры объекта. Диапазон температур эталонного цифрового датчика составляет от минус 50 до плюс 125°C, аналоговых – от минус 50 до плюс 500 °C.

### **Литература**

Старостин А. А., Специальные температурные измерения / А. А. Старостин, Е. М. Шлеймович, В. Г. Лисиенко. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 168 с.

УДК 665.642

## **НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА НЕФТЕПРОДУКТОВ НА СЕЙДИНСКОМ НПЗ**

Студент гр. 11305213 Дурдымурат Хемракулыев  
Ст. преподаватель Павлов К. А.

Белорусский национальный технический университет

Сейдинский НПЗ (далее – СНПЗ) является производственным филиалом ГУП «Башгипромнефтихим» (Туркменистан). Предприятие занимается производством нефтепродуктов (бензинов, керосинов, мазута топочного, нефтепродуктов светлых, топлива дизельного и др.), а также оказывает услугу первичной переработки нефти более 30 лет.

В 2015 году была закончена модернизация СНПЗ, в рамках которой была проведена реконструкция установка каталитического риформинга ЛЧ-35-11/1000. Реконструкция позволила расширить номенклатуру выпускаемой продукции на производство экстракционного и высокооктанового бензинов, а также заметно снизить выход мазута и повысить рост доли светлых нефтепродуктов. Эти достижения позволяют СНПЗ перейти на производство нефтепродуктов более высокого экологического класса.

Однако с реконструкцией установки и расширением номенклатуры производимых нефтепродуктов возникла конкретная задача перед персоналом СНПЗ: разработка нормативно-методического обеспечения производства новой категории продукции.

В рамках решения данной производственной задачи согласно законодательным основам Туркменистана в области стандартизации необходимо разработать технический регламент по эксплуатации установки каталитического риформинга (далее – ТР). Основными этапами разработки

ТР являются: корректная систематизация данных по объекту производства, формирование технологической схемы производства нефтепродуктов и метрологического обеспечения их контроля, анализ и оценка рисков при эксплуатации установки (в рамках OHSAS и СУОС).

В Туркменистане приоритетным является применение международных стандартов (далее – МС). В связи с этим на этапе исследования объекта стандартизации был проведен подбор действующих нормативных документов, в результате которого было выявлено 11 действующих МС. Их анализ позволил корректно систематизировать номенклатуру показателей качества новой категории выпускаемой продукции и сформировать метрологическую базу для их последующего контроля на всех стадиях технологического процесса производства.

Для оценки рисков с учетом требований OHSAS и СУОС был обоснованно выбран метод – оценка токсикологического риска.

УДК 614

## **ВОПРОСЫ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ ПРИ ЭКСПОРТЕ ПРОДУКЦИИ В ЕВРОПЕЙСКИЙ СОЮЗ**

Студенты гр. 11305212 Чувашева Е. В., гр. 11305113 Лобко Ю. А.

Ассистент Иванова Н. Н.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрим основные шаги для получения CE-маркировки или регистрации в реестре Евросоюза:

1) Определить Директиву или Директивы, которые применимы к продукту. В случае, если продукт не попадает под действие Директив, в частности, Директивы не распространяются на многие конкретные продукты, косметика, продукты питания, автотранспорт или химические вещества, средства гигиены, то подтверждение соответствия таких видов продукции может регулироваться Регламентами Европейского союза.

2) Определить необходимость привлечения уполномоченного органа (нотифицированного органа) и аккредитованных лабораторий по доказательству всех аспектов соответствия требованиям по безопасности продукта. Испытания, проведенные в аккредитованной лаборатории Евросоюза, признаются на всей территории Европейского союза. При низкой степени риска производимой продукции привлечение уполномоченного органа и аккредитованных лабораторий Евросоюза не требуется.

3) Найти уполномоченного представителя на территории Евросоюза, который будет представлять интересы организации-заявителя, принимать отзывы и претензии по качеству экспортируемой продукции, связываться с регулирующими органами по вопросам качества продукции.

4) Для подтверждения соответствия требованиям Директив производитель обязан составить технический файл (техническая документация). Требования к составу технической документации разнятся, в зависимости от требований Директивы.

5) При низкой степени риска продукции, и если соответствующее прописано в Директиве Евросоюза, заявитель составляет ЕС Декларацию Соответствия, указав в ней все Директивы ЕС, под которые попадает продукция. При средней и высокой степени риска продукции производитель составляет Декларацию, как в пункте 5), технический файл и подает данные документы в нотифицированный орган для прохождения проверки по процедурам Директив. Далее продукция регистрируется в одном из отраслевых Министерств.

6) После регистрации продукции в Министерстве заявитель должен нанести СЕ-маркировку на продукцию. После нанесения СЕ-маркировки заявитель должен поддерживать технический файл в актуальном состоянии. Раз в год нотифицированный орган (для продукции среднего и высокого риска) организует проверки качества экспортируемой продукции, кроме того, нотифицироанный орган имеет право на одну проверку без предупреждения в течение трехлетнего цикла действия сертификата СЕ.

УДК 614

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ В РАМКАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА**

Студент гр. 11305213 Чувашева Е. В.

Канд. техн. наук, доцент Письменский П. И.,

Ассистент Иванова Н. Н.

Белорусский национальный технический университет

Существующая в нынешнем виде с 1993 года, СЕ-маркировка является ключевым индикатором соответствия продукта с законодательством Европейского союза и позволяет свободное перемещение продукции с этим знаком соответствия на европейском рынке.

Главным для оценки и допуска продукции или услуг на европейский рынок является безопасность. Именно руководствуясь безопасностью для человека, созданы некоторые барьеры, которые препятствуют попаданию на рынок некачественной опасной продукции.

Маркировка СЕ означает, что продукция соответствует всем директивам Европейского Союза, которые применяются к данной продукции.

Медицинское оборудование при экспорте в страны Евросоюза также подвергается нанесению СЕ маркировки.

Для многих производителей медицинских изделий, работающих в постсоветских странах, рынок Европы кажется недостижимым. Во многом это связано с тем, что требования к производству, персоналу, системам менеджмента качества и прочим составляющим процесса производства продукции медицинского назначения кажутся чересчур высокими и их соблюдение обходится несопоставимо дороже, чем возможная прибыль. Это заблуждение, ведь для работы и реализации своей продукции на внутренних рынках необходимо пройти ряд процедур (например, государственная регистрация медицинских изделий или получение лицензии), которые, в свою очередь, и опираются на Европейские стандарты.

Все медицинские изделия подразделяют в зависимости от степени потенциального риска их применения в медицинских целях на четыре класса. Классы имеют обозначения 1, 2а, 2б и 3.

Для определения к какому именно классу относится то или иное изделие в Директиве 93/42/ЕЭС предусмотрено 18 правил. Для более удобного использования и быстрого определения класса по правилам Директивы сформулировано 54 вопроса, отвечая последовательно на которые, можно в конечном итоге точно определить к какому из 4 классов медицинского оборудования относится рассматриваемый объект.

Внедрение данных вопросов в виде специальной программы в органы по сертификации позволит существенно уменьшить время и повысить достоверность определения класса.

УДК 004.4

## **ПРИМЕНЕНИЕ СУБД ACCESS В РАБОТЕ ИНЖЕНЕРА ПО СЕРТИФИКАЦИИ**

Студент гр. 11305213 Чувашева Е. В.

Канд техн. наук, доцент Письменский П. И.,

Ассистент Иванова Н. Н.

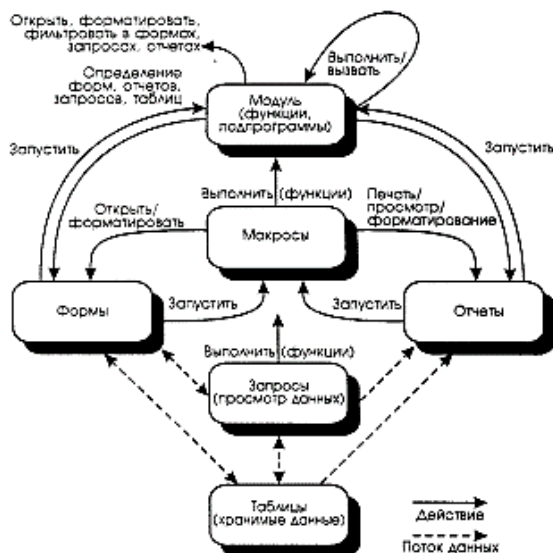
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время тяжело представить работу инженера по сертификации без применения компьютера. Основная масса программ, которые использует специалист, ориентирована на создание и управление базами данных (Microsoft SQL Server, Oracle, MySQL Workbench, Microsoft Access). Одной из наиболее простых и часто используемых программ, которая позволяет оптимизировать работу инженера, является СУБД Microsoft Access.

Microsoft Access называет объектами все, что может иметь имя (в смысле Access). В базе данных Access основными объектами являются

таблицы, запросы, формы, отчеты, макросы и модули. В других СУБД, как правило, термин база данных обычно относится только к файлам, в которых хранятся данные. В Microsoft Access база данных включает в себя все объекты, связанные с хранимыми данными, в том числе и те, которые определяются для автоматизации работы с ними.

Основными объектами баз данных Access являются: таблица, запрос, форма, отчет, макрос, модуль. Концептуальные взаимосвязи объектов показаны на рисунке.



Взаимосвязь объектов Access

В таблицах хранятся данные, которые можно извлекать с помощью запросов. Используя формы, можно выводить данные на экран или изменять их. Формы и отчеты получают данные как непосредственно из таблиц, так и через запросы.

Использование Microsoft Access в деятельности инженера по сертификации позволит значительно сократить время на поиск уже существующих документов и позволит быстро идентифицировать всю необходимую информацию по требуемой продукции.

## **МОДУЛЬ КОНТРОЛЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ**

Студент гр. 11305114 Чурак Н. В.

Ст. преподаватель Хорлоогийн А. С.

Белорусский национальный технический университет

Сегодня, контроль параметров движения, в частности вращения, можно осуществить за счет электронно-оптических (оптоэлектронных) преобразователей.

Оптоприбор (оптрон) – электронный прибор, состоящий из излучателя света и фотоприемника, связанных оптическим каналом. Принцип работы оптрона заключается в преобразовании электрического сигнала в свет, его передаче по оптическому каналу и последующем преобразовании обратно в электрический сигнал.

Для обеспечения заданных метрологических характеристик устройства для контроля кинематических параметров вращательного движения – модуля контроля частоты вращения – был создан измерительный канал, в основе которого положен принцип приема-передачи светового сигнала, с целью исследования влияния конструктивных параметров элементов устройства вращения на такие характеристики как диапазон измерений, диапазон показаний, основная погрешность, дополнительная погрешность, чувствительность преобразователя.

Можно предположить, что основные метрологические характеристики в большинстве случаев будут зависеть от параметров и требований к оптоэлектронному преобразователю. Однако система параметров и передатчика (излучающий диод) и приемника (фотоприемник) достаточно ограничена по конструктивным признакам (электрическим и светотехническим параметрам).

В связи с тем, что передача светового сигнала осуществляется от передатчика к приемнику через прорези во вращающемся диске возникает необходимость в установлении зависимости таких параметров как количество и ширина прорезей от частоты вращения диска и соответственно проведении анализа амплитудно-частотной характеристики оптоэлектронного преобразователя с целью определения оптимального комплекса конструктивных параметров модуля контроля частоты вращения.

### **Литература**

Гребнев А. К., Гридин В. Н., Дмитриев В. П. Оптоэлектронные элементы и устройства / Под. ред. Ю. В. Гуляева. – М. : Радио и связь, 1998. – 336 с.

## **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА CV.BSU.BY И ПРИЛОЖЕНИЯ «РФиКТ win» НА САЙТЕ WWW.RFE.BSU.BY**

Студентка Ермолаева К. И., магистрант Атрещенков В. А.  
доцент Кольчевский Н. Н.  
Белорусский государственный университет,

Улучшить деятельность университета через цифровую модель образовательного пространства и обеспечить выполнение социального заказа государства на квотируемое обучение [1], призваны новые, а также постоянно обновляемые действующие информационные ресурсы БГУ. В настоящей работе представлен новый ресурс: cv. bsu. by - резюме выпускников БГУ. Целью выполненного проекта является создание базы молодых специалистов для представления информации потенциальным работодателям о молодых специалистах БГУ. Ресурс предоставляет возможность отбора молодых специалистов по навыкам и компетенциям с учетом требований работодателей, которые могут пригласить на собеседование любого выпускника в один клик посредством отправки sms и e-mail уведомлений. Ресурс состоит из разделов «Резюме» и «Документы». Первая рубрика объединяет анкеты выпускников факультетов и образовательных институтов БГУ. Все анкеты содержат информацию о полученных профессиональных и компьютерных навыках, описание научной деятельности, уровня владения иностранными языками, а также дополнительную информацию об увлечениях и хобби. Размещение заявок осуществляется по желанию самого студента. Вторая рубрика содержит полезную нормативную и правовую информацию.

Ресурс cv. bsu. by разрабатывался с использованием белорусской коммерческой системы управления сайтом X4. CMS компании Abiatec, переданной факультету радиофизики и компьютерных технологий бесплатно для реализации проекта. Разработка ресурса велась на языке программирования PHP.

Также разработано информационно-образовательное приложение «РФиКТwin» для устройств под управлением ОС Windows 10. Приложение состоит из трех разделов: «О факультете», «Трудоустройство» и «Новости» и размещено на сайтах rfe. bsu. by и rfe. by.

### **Литература**

1. БГУ в образовательном интернет-пространстве / Абламейко С. В., Романчик В. С // Веб-программирование и Интернет-технологии WebConf-2015: Материалы 3-й МНПК, Минск, 12–14 мая 2015 г. – Минск: БГУ. – 2015. – С. 3–10.



## СЕКЦИЯ 6. ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

УДК 681

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ СПУТНИКА ВОКРУГ ЗЕМЛИ

Студент гр. 11305115 Абдыев А. Д.

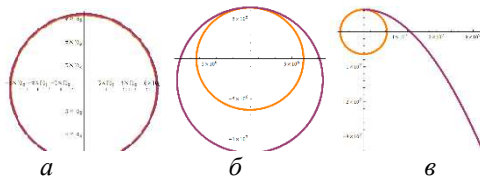
Ст. преподаватель Гундина М. А.

Белорусский национальный технический университет

Современные инженерные пакеты позволяют решать прикладные задачи математики, физики, астрономии и т. д. С развитием космонавтики не ослабевает интерес к моделированию траектории движения спутника вокруг некоторого космического объекта.

В астрономии при анализе движения космического тела употребляются понятия трех космических скоростей. Первой космической скоростью (круговой скоростью) называется наименьшая начальная скорость, которую нужно сообщить телу, чтобы оно стало искусственным спутником планеты; для поверхностей Земли, Марса и Луны первые космические скорости соответствуют приблизительно 7,9 км/с, 3,6 км/с и 1,7 км/с. Второй космической скоростью (параболической скоростью) называется наименьшая начальная скорость, которую нужно сообщить телу, чтобы оно, начав движение у поверхности планеты, преодолело ее притяжение; для Земли, Марса и Луны вторые космические скорости соответственно равны приблизительно 11,2 км/с, 5 км/с и 2,4 км/с. Третьей космической скоростью называется наименьшая начальная скорость, обладая которой тело преодолевает притяжение Земли, Солнца и покидает Солнечную систему; равна приблизительно 16,7 км/с.

Рассмотрим влияние начальной скорости спутника на форму траектории в трех случаях для планеты Земля со следующими характеристиками:  $M = 6 \cdot 10^{24}$  (кг) – масса Земли,  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  (Н·м<sup>2</sup>·кг<sup>-2</sup>) – гравитационная постоянная, радиус  $R = 6,37 \cdot 10^6$  (м): 1)  $V_0 = V_1$  (рисунок (а)); 2)  $V_0 \in (V_1, V_{II})$  (рисунок (б)); 3)  $V_0 > V_{II}$  (рисунок (в)), где  $V_0$  – начальная скорость спутника,  $V_1$  – первая космическая скорость,  $V_{II}$  – вторая космическая скорость.



Траектория движения спутника

Когда начальная скорость спутника не достигает первой космической скорости, он не сможет преодолеть притяжение Земли и выйти на круговую орбиту. Затем при достижении этой скорости траектория движется представляет собой окружности, при увеличении скорости движение спутника описывает эллипс, а далее, при достижении второй космической скорости спутник может преодолеть притяжение планеты и покинуть орбиту. При таком моделировании возникает возможность сравнить траектории спутника при различных начальных скоростях и исходных материальных характеристиках планеты, можно проследить как меняется форма траектории, при рассмотрении другой планеты при той же начальной скорости.

УДК 621.3

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПОЛЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАДИОУПРАВЛЯЕМЫХ МУЛЬТИКОПТЕРОВ**

Студент гр. 11311114 Аксеник А. С.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю. В.

Белорусский национальный технический университет

Многовинтовые летательные аппараты разрабатывались еще в первые годы вертолетостроения. Новое рождение такие машины получили в XXI веке, но уже как беспилотные аппараты. Обобщенное название аппаратов подобного типа, с произвольным количеством винтов – мультикоптер. Мультикоптеры имеют как четное, так и нечетное число винтов постоянного шага. Каждый винт приводится в движение собственным двигателем. Благодаря простоте конструкции мультикоптеры обладают широким спектром функционального применения. Прежде всего, такие аппараты перспективны для наблюдения и мониторинга, аэрофото и видеосъемки в режиме реального времени, а также для срочной доставки мелких грузов. Целью данной работе является сравнительное исследование и оптимизация режимов работы моделей квадрокоптера и гексакоптера.



Квадрокоптер



Гексакоптер

Рассматриваемые летательные аппараты снабжены соответственно четырьмя (квадрокоптер) либо шестью (гексакоптер) винтами, вращаю-

щимися диагонально в противоположных направлениях (рисунок). Установленные датчики GPS и гироскопы позволяют мультикоптерам передвигаться плавно и точно по заданным координатам, совершать 3D повороты, Маневрирование такого летательного аппарата осуществляется путем независимого изменения скорости вращения винтов. Перепрограммируемый микропроцессорный модуль аппарата оперативно отслеживает программу и режимы полета, переводит командные импульсы радиоуправления в рабочие команды двигателям.

Путем разработки дополнительных программ в работе проведена оптимизация режимов полета и управления навесным оборудованием мультикоптера в режиме видеосъемки. Для увеличения полетного времени необходима дополнительная разработка системы автоматической подзарядки рабочих батарей летательного аппарата.

УДК 535.317

## МЕТОД ЗОЛОТОГО СЕЧЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МИНИМИЗАЦИИ

Студент гр. 11311115 Альхимович М. А.,  
Канд. техн. наук, доцент Бокуть Л. В.

Белорусский национальный технический университет

Метод золотого сечения относится к численным методам минимизации функции одной переменной. Данный метод позволяет сузить отрезок унимодальности функции. К достоинствам данного метода относится его эффективность, так как при ограниченном количестве вычислений функции достигается наилучшая точность.

Точка  $x_1$  является золотым сечением отрезка  $[a, b]$ , если отношение длины всего отрезка  $(b-a)$  к длине большей части  $(b-x_1)$  равно отношению длины большей части отрезка к длине  $(x_1-a)$  меньшей части. Итак, точка  $x_1$  является золотым сечением, если справедливо отношение:

$$\frac{(b-a)}{(b-x_1)} = \frac{(b-x_1)}{(x_1-a)}$$

Точка  $x_2$ , симметричная точке  $x_1$  относительно середины отрезка  $[a, b]$ , является вторым золотым сечением этого отрезка. Так как точки  $x_1, x_2$  расположены симметрично относительно середины отрезка  $[a, b]$ , то можно записать:  $x_{1,2} = \frac{a+b}{2} \pm k \frac{b-a}{2}$ ,  $k = \sqrt{5} - 2$ .

Для унимодальной на отрезке  $[a; b]$  функции  $f(x)$  положение точки минимума можно уточнить, вычислив значение функции  $f(x)$  в двух внутрен-

них точках отрезка. В методе золотого сечения каждая из точек  $x_1$  и  $x_2$  делит исходный интервал на две части так, что отношение целого к большей части равно отношению большей части к меньшей, то есть равно так называемому «золотому отношению».

Итак, длины отрезков равны и составляют 0,382 от длины интервала  $(a, b)$ . Соотношением значений  $f(x_1)$  и  $f(x_2)$  определяется новый отрезок  $[a; x_1]$  или  $[x_2; b]$ , в котором локализован минимум. Найденный интервал снова делится двумя точками в том же отношении, причем одна из новых точек деления совпадает с уже использованной. Начиная со второй итерации, расчет функции необходимо производить только в одной точке, что позволяет существенно сократить время решения задачи.

В работе реализован метод нахождения золотого сечения в программе Excel с помощью функции ЕСЛИ. Для унимодальной функции найден локальный минимум на заданном отрезке с необходимой точностью. Используя возможности Excel, найдено графическое решение задачи. Заданный отрезок всегда делится точками  $x_1, x_2$  в пропорции золотого сечения.

УДК 535.8

## **ДВУХСПЕКТРАЛЬНЫЙ ПАНОРАМНЫЙ ПРИБОР ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ**

Студент гр. 11311112 Власовец Н. С.<sup>1</sup>  
Канд. техн. наук, доцент Федорцев Р. В.<sup>1</sup>,  
Д-р техн. наук, профессор Козерук А. С.<sup>1</sup>,  
Инженер Кудряшов А. А.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>ОАО «Пеленг»

Охрана рубежей государственной границы является одной из важнейших и приоритетных задач обеспечения безопасности любой страны. Большие территориальные протяженности содержат изменяющийся рельеф земной поверхности (горы, леса, поля) с открытыми и закрытыми участками пространства для наблюдения. Обычно для осуществления патрулирования и контроля нет четко определенной модели нарушителя. Удаленность тревожного участка от поста управления не позволяет оперативно реагировать тревожной группе в случае появления реальных нарушителей. Кроме того, возникновение порой неопределимых событий, таких как падение ветки дерева, пробегающее животное и т. п., приводит к ложным срабатываниям системы наблюдения. Следовательно, для охраны больших открытых пространств и протяженных рубежей необходимо иметь возможность полу-

чать извещение от сигнальных датчиков (система «Ворон») и при помощи видеосистемы подтверждать отсутствие ложного срабатывания.

Двухспектральные панорамные приборы наблюдения конструктивно включают: опорно-поворотное устройство, тепловизионную (ТПВ) и видеокамеру, дополнительно оснащены детектором движения и программой обработки изображений. Такие системы позволяют автоматизировать процесс обнаружения движущихся целей и осуществлять их сопровождение, особенно при установке на открытых вышках с расширенной зоной наблюдения. Автономное электропитание прибора осуществляется через солнечные модули и ветрогенераторы.

Создание современной интегрированной системы обеспечивает надежный контроль охраняемой территории, включающий в свой состав средства различного типа, объединенные на базе программно-аппаратной платформы. В таком приборе дальность обнаружения (дневной канал) ростовой фигуры человека во фронтальной проекции, имеющей интегральный контраст не менее 0,3 относительно земной поверхности ( $MDB \geq 10$  км, освещенность от 1000 до 50000 лк), составляет не менее 3 км, а распознавания – 2 км. Через ТПВ канал дальность обнаружения ( $f = 100$  мм) цели типа «человек» с характерным размером  $1,8 \times 0,5$  м (вероятность 50%, разность температур  $\pm 5^\circ$ ) составляет не менее 3 км, а распознавания – 750 м. При этом обеспечивается передача полученной информации без задержек с периферийной части на стационарную.

УДК 004

## **АЛГОРИТМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА НА ВИДЕО**

Студенты гр. 11303116 Галузов М. М., Шон Р. А.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Гацкевич Е. И.

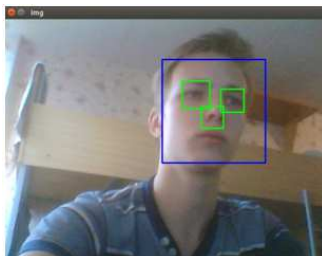
Белорусский национальный технический университет

Распознавание видео - одна из самых стремительно развивающихся областей компьютерного зрения. В настоящей работе рассмотрены основные алгоритмы обработки видео с целью распознавания человека. Такие алгоритмы применяются в системах внутреннего и наружного видеонаблюдения, в охранных системах, в различных отраслях промышленности, в индустрии развлечений и т. д.

В компьютерном зрении при распознавании образов используют сверточные нейросети. Основные принципы, на которых основан метод, следующие: использование изображений в интегральном представлении, что позволяет вычислять быстро необходимые объекты; использование

признаков Хаара, с помощью которых происходит поиск лица и его черт; использование бустинга для выбора наиболее подходящих признаков для искомого объекта на данной части изображения; использование каскадов признаков для быстрого отбрасывания окон, где не найдено лицо. Все признаки поступают на вход классификатора, который дает результат «верно» либо «ложь».

На основе указанных принципов разработана программа по распознаванию человека на видео. Результаты работы программы показаны на рисунке.



Обнаружение лица человека на видео

Разработанный алгоритм распознавания лиц на видео характеризуется высокими эффективностью распознавания и быстродействием.

УДК 621.38

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ**

Студент гр. 10903215 Гапанович О. М.

Канд. физ. -мат. наук, доцент Манего С. А.

Белорусский национальный технический университет

Главным источником мировой альтернативной энергии является солнце. Ее количество превышает суммарные запасы, которые можно получить при использовании всех остальных источников: нефти, угля, газа, торфа и прочих энергетических ресурсов. Эксперты подсчитали, что для обеспечения потребностей всей мировой энергетики достаточно лишь 0,0125 % поступающей на Землю солнечной энергии, а пол процента покроют эту потребность с большим запасом на будущее. Многие страны с развитой экономикой стремятся развивать источники возобновляемой энергии. Показательный пример в этом смысле Саудовская Аравия. Крупнейший в мире экспортер нефти объявил, что к 2040 году будет готов отказаться от нефти. По словам министра ресурсов королевства Али аль-Наими, в будущем

страна станет глобальным игроком на рынке солнечной и ветровой энергетики. В итоге Саудовская Аравия перейдет с экспорта углеводородов на экспорт электроэнергии.

В Шотландии ученые из Эдинбургского университета подсчитали, что за счет энергии солнца можно обеспечить электричеством 1/6 часть страны. В Японии на озерах Нишихира и Хигашихира построены две гигантские плавучие солнечные электростанции, общая мощность которых составляет 3300 мегаватт-часов энергии в год. В США компания Apple начала строительство солнечной электростанции в Йерлингтоне (штат Невада). Электростанция обеспечит дата-центр компании энергией.

Активное использование солнечной энергии осуществляется с помощью солнечных коллекторов и солнечных систем. Для эффективного преобразования солнечной энергии используют различные виды солнечных концентраторов. Устройства для прямого преобразования световой или солнечной энергии в электроэнергию называются фотоэлементами. В настоящее время, теоретический предел фотоэлектрических элементов едва дотягивает до 29 % КПД преобразования, а лучшие серийные образцы показывают 22 %.

Отметим недостатки преобразователей солнечной энергии. Солнечная электростанция не работает ночью и недостаточно эффективно работает в утренних и вечерних сумерках. Кроме того, мощность электростанции может резко и неожиданно колебаться из-за смены погоды. Для преодоления этих недостатков необходимо использовать эффективные электрические аккумуляторы.

УДК 612.087

## **ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

Студент гр. 10903215 Голуб М. В.

Канд. физ. -мат. наук, доцент Манего С. А.

Белорусский национальный технический университет

Биометрия в настоящее время переживает период бурного развития. Во многом этот рост связан с решениями правительств ведущих государств об их применении в паспортно-визовых документах, что направило в эту область крупные финансовые и материальные ресурсы. Дадим определение – под биометрикой понимают область науки, изучающую методы измерения физических характеристик и поведенческих черт человека для последующей идентификации и аутентификации личности.

Для биометрической характеристики человека (БХЧ) можно применять различные характеристики и черты человека. Укрупнено БХЧ подразде-

ляют на статические, связанные с его физическими характеристиками, например, отпечатком пальца или формой уха и динамические или поведенческие, связанные с особенностями выполнения человеком каких-либо действий, например, походка.

Наиболее развитыми на данный момент технологиями являются распознавание по отпечатку пальца, радужной оболочке глаза и двумерному (плоскому, как на фотографии) изображению лица. Причем дактилоскопическая идентификация в настоящий момент по применимости и доступности с финансовой точки зрения превосходит все другие технологии в несколько раз. Биометрия решает вопросы верификации и идентификации. В первом случае верификация (сравнение 1 к 1) задача состоит в том, чтобы убедиться, что полученная биометрическая характеристика соответствует ранее взятой. Верификация используется для проверки того, что субъект является именно тем, за кого себя выдает. Решение принимается на основании степени схожести характеристик. Идентификация (сравнение 1 к N) решает вопрос поиска из ранее взятых N полученных биометрических характеристик наиболее подходящих. В простейшем случае это последовательное осуществление сравнений полученной характеристики со всеми имеющимися.

Следует отметить несколько существующих на данный момент проблем. Это проблема дороговизны – она актуальна для новых биометрических технологий и отсутствие универсальности. Неуниверсальность это возможность применения только определенных биометрических характеристик человека. Данная проблема связана с тем, что некоторые характеристики плохо выражены у отдельных людей, и с трудом поддаются автоматическому распознаванию.

УДК 621.39

## **ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРИВОДА В ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМАХ СЧИТЫВАНИЯ/ЗАПИСИ ИНФОРМАЦИИ**

Студент гр. 11302116 Зикеев К. А.

Канд. физ. -мат. наук, доцент Развин Ю. В.

Белорусский национальный технический университет

В устройствах считывания/записи и обработки информации современных вычислительных систем в качестве привода рабочих элементов используются магнитоэлектрические модули. Работа магнитоэлектрических модулей основано на явлении взаимодействия магнитного поля постоянного магнита и подвижной рамки, по которой проходит электрический ток. Традиционно подобные модули служат основой при производстве стрелочных электроизмерительных приборов. В этом случае проволооч-



ная рамка помещена между полюсами постоянного магнита. Когда по рамке протекает ток, на нее действуют силы, стремящиеся повернуть рамку. Угол поворота рамки пропорционален величине тока, протекающего по рамке. Магнитоэлектрический привод оказался наиболее простым и достаточно точным для применения в прецизионных системах сканирования и позиционирования. Целью данной работы является макетирование и проведение сравнительного анализа работы магнитоэлектрических модулей в схемах оптического дефлектора и дисковых приводов.

Оптические магнитоэлектрические дефлекторы состоят из ротора (рамка) и статора (магниты). В пределах рабочего угла рамка находится в зазоре статора и на нее действует момент сил, описываемый такой же зависимостью, как и в традиционных магнитоэлектрических приборах. Такие дефлекторы характеризуется малым рабочим углом, так как зона взаимодействия рамки и статора ограничена.

В дисковых приводах применяются магнитоэлектрические модули, конструкция которых зависит от типа носителя информации (жесткие диски, оптические диски и т. д.). На основе модулей разрабатываются функциональные схемы позиционирования и коррекции положения считывающей головки. Такие магнитоэлектрические системы представляют собой сложные многозвенные рамки, расположенные в магнитном поле постоянных магнитов. Конструкция магнитоэлектрического модуля позволяет осуществлять одновременное перемещение считывающей головки в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

В работе экспериментально рассматриваются особенности кинематики рабочих элементов макетируемых схем.

УДК 53.0

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ МИКРОТВЕРДОСТИ ДИФФУЗИОННО-ЛЕГИРОВАННОЙ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ КОЛОТОЙ ДРОБИ**

Студент гр. 10401115 Иванов А. И.

Доцент Прусова И. В.

Белорусский национальный технический университет

Металлографический анализ широко применяется при исследовании материалов и их технического контроля в промышленности. Для проведения металлографии необходимо провести пробоподготовку (совокупность действий над изучаемым образцом, для перевода его в форму, наиболее подходящую для дальнейшего исследования). Это помогает повысить точность

получаемых результатов, расширить исследуемый диапазон значений, повысить безопасность исследования и снизить погрешность результатов. Однако данный метод характеризуется большим разбросом результатов измерений. Для устранения влияния на результаты измерений положения точки вдавливания индентора микротвердость меряем двумя сериями измерений. Каждой серии соответствовало 8–10 точек измерений.

Исходным материалом для микроанализа в данной работе являлась стальная колотая дробь ГН фракцией 630/315. В ходе измерений было установлено, что из результатов измерений выбиваются некоторые значения измерений. Для определения грубых ошибок измерений использовали  $t$ -критерий. Для оставшейся выборки рассчитали среднее по результатам измерений и доверительный интервал, используя критерий Стьюдента при надежности вывода 0,95. Методика определения грубой ошибки измерения включала следующие действия.

Выбирали результат измерения  $H$ , который выбивается из общего значения измерений, и рассчитывали среднее  $H_{cp}$  без учета выбранного  $H$ . После этого определяли эмпирический стандарт по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (H_{cp} - H_i)^2}. \text{ Он необходим для нахождения критерия сравнения } t: t = \frac{H_{cp} - H}{S}.$$

Если  $t > t_n(P)$ , то  $H$  можно считать грубой ошибкой (результат данного измерения можно отбросить).

Таким образом, в ходе данной работы был проведен микроанализ и измерение микротвердости полученных диффузионных слоев нержавеющей колотой дроби ГН фракцией 630/315 при температуре насыщения 750 °С и с помощью статистической обработки результатов выявлены грубые ошибки измерений.

УДК 311

## ПОЛИНОМИАЛЬНАЯ РЕГРЕССИЯ

Студент гр. 11305115 Короткова А. Р.

Ст. преподаватель Гундина М. А.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрим возможность построения регрессий для выборки по количеству поступающих в учебное заведение за последние 7 лет (рис. 1). Рассматривались линейная, полиномиальная, экспоненциальная, логарифмическая, степенная, синусоидальная, смешанная регрессии. Выбор модели осуществлялся с учетом коэффициента детерминации и оценки среднегоквадратического отклонения.

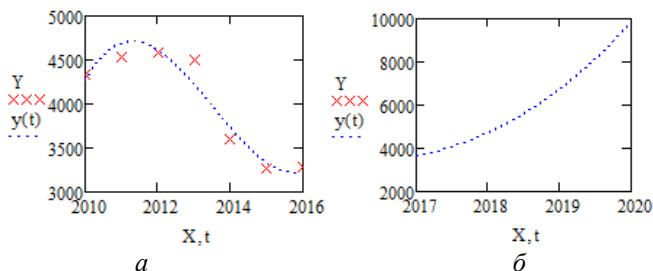


Рис. 1 – Число поступивших в период 2009–2016 гг. (а);  
Предполагаемые значения на ближайшие годы (б)

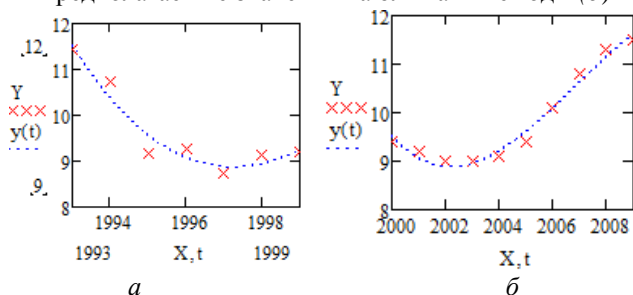


Рис. 2 – Индекс рождаемости в 1993–1999 гг (а); Индекс рождаемости в  
2000–2009 гг. (б)

По результатам исследования моделью, которая описывает эти данные наилучшим образом явилась полиномиальная регрессия. Такой характер кривой связан с колебаниями рождаемости в 1993–1999 годы (рис. 2). Затем (рис. 2, б) видно, что индекс рождаемости начинает расти, что позволяет сделать вывод, что число поступающих в следующих годах будет расти.

УДК 535.241.51

## ВЫБОР ФОТОПРИЕМНОЙ МАТРИЦЫ ТЕПЛОВИЗОРА

Студентка гр. 11312115 Канашевич А. Ю.

Канд. физ.-мат. наук Красовский В. В.

Белорусский национальный технический университет

К настоящему времени «видимый» спектр значительно расширился благодаря использованию приборов визуализации как ультрафиолетового, так и в инфракрасного (ИК) излучения.

Любое тело с отличной от абсолютного нуля температурой является источником теплового излучения. Спектральное распределение этого

излучения для абсолютно черного тела описывается формулой Планка, а длина волны, соответствующая максимуму спектра, определяется законом смещения Вина  $\lambda_m = b/T$ , где  $b = 2,898 \cdot 10^{-3}$  м·К – постоянная смещения Вина,  $T$  – абсолютная температура. Для температур от минус 50 °С до плюс 100 °С соответствующие значения  $\lambda_m$  лежат в интервале от 13,0 мкм до 7,77 мкм (средняя спектральная область ИК излучения). Приборы, позволяющие получать изображение окружающих объектов в этом волновом диапазоне и преобразовывать его в видимое, называют тепловизорами.

По сути, конструкция тепловизора не отличается от обычной видеокамеры. Во входном отверстии непрозрачной камеры находится объектив, который формирует оптическое изображение на плоскости фотоприемной матрицы, далее фотосигнал считывается с помощью мультиплексора с переносом в ПЗУ. Основные отличия состоят, во-первых, в используемой оптике. Стеклоптическая оптика в средней спектральной области ИК-диапазона является непрозрачной, поэтому, как правило, используют линзы из германия. Во-вторых, основное отличие состоит в самой фотоприемной матрице. Для указанной спектральной области известно несколько видов фотоприемников, различающихся по принципу действия и связанной с этим потребностью в охлаждении [1]. К ним относятся охлаждаемые QWIP,  $\text{Cd}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Te}$ ,  $\text{Pb}_x\text{Sn}_{1-x}\text{Te}$ ,  $\text{Si:Ga}$ ,  $\text{Ge:Si/Si}$  – приемники и не охлаждаемые микроболометры и пироэлектрические приемники излучения. В работе проведен анализ преимуществ и недостатков каждого из этих видов. В-третьих, при отсутствии охлаждения стенки камеры сами являются источником излучения, если их свойства близки к абсолютно черному телу. Следовательно, в соответствии с законом Кирхгофа необходим материал с высокой отражательной способностью в указанной спектральной области.

### Литература

1. Срук, С. Инфракрасные датчики длинноволнового диапазона на квантовых ямах компании IRnova / С. Срук, Ю. Качанов, М. Петрошенко, Д. Соломицкий // Компоненты и технологии. – 2014. – № 1. – С. 152–157.

## РАСЧЕТ ИСХОДА ФУТБОЛЬНОГО МАТЧА С ПОМОЩЬЮ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПУАССОНА

Студент гр. 11902115 Кузьменков М. В.

Студент гр. 11902115 Шашок А. В.

Ст. преподаватель Прихач Н. К.

Белорусский национальный технический университет

Распределение Пуассона представляет собой математическую теорию для перевода средних статистических значений в вероятность относительно переменных результатов.

Но перед тем, когда мы сможем использовать формулу Пуассона для расчета вероятного исхода матча, нам нужно рассчитать среднее количество голов, которые, в определенном матче, может забить каждая из команд. Это количество мы будем рассчитывать, определяя «силу атаки» и «силу обороны» для каждой команды и сравнивая их. Нам тоже понадобится среднее количество голов, которые команда в среднем пропускает.

Рассчитывая среднее количество голов, мы будем использовать формулу: голы = «сила атаки» \* «силу обороны» \* среднее кол. голов.

Выбор диапазона имеющихся данных очень важен при расчете сил атаки и обороны. Длинный - то будет не соответствие текущих сил команд. Короткий же диапазон не дает нам трезво оценивать ситуацию и утверждать что-либо. Мы остановились на числе в 38 матчей, что есть обычный футбольный сезон в Английской Премьер-лиге.

Распределение Пуассона, позволяет распределить 100 % вероятности по всему спектру результатов для каждой стороны.

Формула Пуассона:

$$P(x, m) = \frac{e^{-m} \cdot (\mu x)}{x!},$$

где:  $x$  – случайная переменная;

$$e = 2,7182818285$$

$m$  – вероятное количество голов, которые может забить одна из команд.

Стоит помнить, что распределение Пуассона в нашем вопросе существует лишь как прогнозная модель, которая не учитывает множество определенных факторов. Например, обстоятельства клубов, тренировочный процесс и конечно же статус матча. Но не стоит и забывать про изменения в каждой команде в рамках одного трансферного окна.

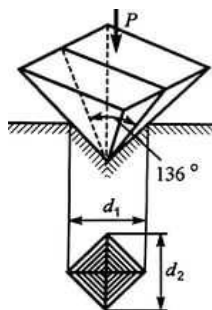
## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОТВЕРДОСТИ ДИФФУЗИОННЫХ СЛОЕВ СТАЛЬНОЙ КОЛОТОЙ ДРОБИ

Студент гр. 10401115 Одарченко В. И.

Доцент Прусова И. В.

Белорусский национальный технический университет

Метод определения микротвердости предназначен для оценки твердости очень малых (микроскопических) объемов материалов, к которым относится колотая дробь. При этом, данный метод позволяет определять разницу в твердости отдельных участков микрообъемов дроби, а также твердости отдельных фаз или структурных составляющих материала. Метод стандартизован (ГОСТ 9450–76). В качестве индентора при измерении микротвердости чаще всего используют алмазную пирамиду Виккерса – правильную четырехгранную алмазную пирамиду с углом при вершине  $136^\circ$  (рисунок).



Данный метод был использован в НИРС «Изготовление образца для микроанализа и измерения микротвердости стальной колотой дроби GK фракцией 315/140 и 630/315. Проведение микроанализа и измерение микротвердости полученных диффузионных слоев», при проведении исследования микротвердости стальной колотой дроби GN фракции 630/315

С целью выявления грубых ошибок при проведении измерений, оценки прецизионности и правильности методики выполнения эксперимента, обработки градуировочных характеристик проводилась математическая обработка результатов экспериментальных данных параметра микротвердости.

На первом этапе математической обработки с помощью метода основанного на применении  $Q$ -критерия выявлялись грубые ошибки и исклю-

чение их из выборочной совокупности при доверительной вероятности  $P = 0.95$  При  $Q_{\text{эксп}} > Q_{\text{крит}}$ , выпадающий результат являлся промахом и его исключали из рассмотрения.

После исключения ошибок находили среднее арифметическое значение:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

(50), среднюю арифметическую ошибку ( $\Delta X_{\text{ар}}$ ):

$$\Delta X_{\text{ар}} = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X} - X_i)}{n}$$

и дисперсию отдельного среднего результата измерения ( $S^2$ ):

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X} - X_i)^2}{n-1}$$

После этого рассчитывали *стандартное отклонение* (квадратичную ошибку)

$$S_x = \sqrt{S^2}$$

и *относительное стандартное* (средняя квадратичная ошибка среднего серии измерений)

$$S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

которые наряду с дисперсией, характеризуют воспроизводимость результатов при проведении анализа. Учитывая относительно малое количество повторов (испытаний), для оценки воспроизводимости использовали значение  $S_x$ .

Применение данного подхода при математической обработке результатов экспериментальных исследований позволили исключить некорректность постановки исследований, неточность и недопустимую погрешность измерений, учесть специфику планирования эксперимента при формировании результатов и выводов работы.

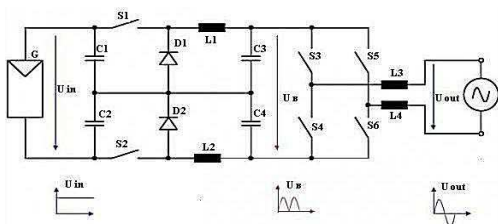
## АНАЛИЗ И МАКЕТИРОВАНИЕ СХЕМ ИНВЕРТОРА

Студент гр. 11307115 Петров В. А.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю. В.

Белорусский национальный технический университет

Современное решение проблемы энергосбережения и эффективное использование систем альтернативной энергетики требует решения ряда сложных технических задач. Такой задачей, независимо от вида источника энергии, является разработка схем коммутации используемых преобразователей энергии в промышленную электрическую сеть. Одной из самых важных составных частей в схемах коммутации являются инверторы, решающие задачу преобразования получаемого постоянного напряжения в переменное (соответствующее промышленной частоте). Целью данной работы является анализ и макетирование схем частотных преобразователей, проведение сравнительного анализа их нагрузочных характеристик. По способу подключения к альтернативному источнику электроэнергии и потребителям инверторы подразделяются на несколько типов: автономные, сетевые (синхронные) и гибридные. Если автономные инверторы обеспечивают локальные сети (их подключают к домашним бытовым приборам, работающим от сети переменного тока), то сетевые инверторы работают на нагрузки промышленной электрической сети. Наиболее эффективными являются гибридные инверторы, использующие по необходимости оба метода подключения. В качестве примера, на рисунке представлена принципиальная электрическая схема инвертора с релейным управлением. Инвертор можно считать генератором периодического напряжения, выходной сигнал которого по форме очень близок к синусоидальному.



На рисунке приведены эпюры напряжения на различных участках такого инвертора: на входе схемы – постоянное напряжение, после управляемой мостовой схемы – импульсное. На выходе LC-фильтры формируют

синусоидальное. Сложные электронные инверторы формируют на выходе переменное напряжение в виде меандра. Особая точность приближения меандра к синусоиде важна для высокоточных измерительных приборов, медицинской техники, вычислительных сетей и телекоммуникационной аппаратуры. В работе рассмотрены различные условия преобразования напряжения в макетируемых схемах.



## **РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ В DELPHI ДЛЯ РАБОТЫ С БАЗОЙ ДАННЫХ «РЕЙТИНГОВАЯ ТАБЛИЦА»**

Студент гр. 11302115 Позняк С. Г.

Канд. техн. наук, доцент Бокуть Л. В.

Белорусский национальный технический университет

При организации соревнований и распределении их результатов необходимо работать с большими объемами данных, что отнимает немало времени и сил организаторов. В случае если соревнования проводятся между факультетами или между университетами, объем информации значительно возрастает и на обработку уйдет еще больше времени.

Для быстрой координации и получения результатов предлагается использовать программу, позволяющую группировать и находить необходимый результат в кратчайшие сроки. Так как группирование недоступно в Excel, для разработки данной программы был выбран язык Borland Delphi.

Разработка приложения в Delphi для управления базой данных ничем не отличается от создания обычной программы. Просмотр баз данных обычно организуется или в режиме формы, или в режиме таблицы. В режиме формы можно видеть только одну запись, а в режиме таблицы – несколько записей одновременно. В данном приложении мы будем использовать только табличный режим показа.

Работа данного приложения заключается в том, что оператор включает редактирование таблицы результатов, заполняет поля для каждого из участников. Всю информацию можно редактировать при необходимости. По окончании заполнения таблицы в окне фильтр вводится графа, по которой необходимо произвести сортировку участников: по результату, по рейтингу, по фамилии.

Данное приложение позволит облегчить работу организаторов соревнований и сделать более удобным обмен результатами соревнований, для его использования не требуется владеть самим языком программирования. К недостаткам данной программы можно отнести отсутствие возможности редактирования таблицы результатов, прямо в процессе ввода данных, для этого необходимо использовать встроенный утилит Database Desktop. Для внесения корректировок в саму программу, придется переписывать часть кода программы.

После внедрения данной программы, все результаты будут храниться в цифровом формате и при необходимости, их можно размещать в интернете для более обширного доступа. Данная программа позволит болельщикам узнавать рейтинг по сравнению с другими участниками, а командам поможет определить, на какое из соревнований делать акцент для победы в общем зачете.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ МАЯТНИКА

Студент гр. 11302115 Потапенко Е. В.

Канд. техн. наук, доцент Бокуть Л. В.

Белорусский национальный технический университет

Одной из информационных технологий является абстрактное моделирование с помощью компьютеров. Процесс компьютерного математического моделирования включает следующие этапы и цели: определение целей моделирования, выработка концепции управления объектом, прогнозирование последствий тех или иных воздействий на объект, разделение входных параметров по степени важности влияния их изменений на выходные, отбрасывание менее значимых факторов, поиск математического описания. Когда математическая модель сформулирована, выбирается метод ее исследования. В настоящее время при компьютерном математическом моделировании наиболее распространенными являются приемы процедурно-ориентированного (структурного) программирования.

Колебательное движение - одно из самых распространенных в природе. Многие процессы в живой и неживой природе схожи в следующем: объект движется таким образом, что многократно проходит через одни и те же точки, периодически воспроизводя одно и то же состояние; например, маятники в технических устройствах, колебания мембран и оболочек, колебания атомов в молекулах, ионов в кристаллах. Механическая система, которая состоит из материальной точки, висящей на нерастяжимой невесомой нити в однородном поле тяжести, называется математическим маятником. Свободные колебания маятника при наличии трения подчиняются закону

$$ml \frac{d^2\theta}{dt^2} = -mg \sin \theta - kl \frac{d\theta}{dt}.$$

Вынужденные колебания маятника, когда на него воздействует внешняя сила  $F(t)$ , меняющаяся со временем, описываются уравнением

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + 2\kappa \frac{d\theta}{dt} + \omega^2 \sin \theta = f \cos \lambda t.$$

Параметрические колебания маятника возникают, когда внешние силы на него непосредственно не действуют, но внутри системы происходят некоторые события, приводящие к зависимости от времени параметров, входящих в уравнение движения. В работе средствами MathCAD исследовано математическое моделирование колебаний маятника для идеальной колебательной системы, для тела, совершающего гармонические колебания, а также затухающие колебания маятника.

## ПОВЫШЕНИЕ КОНТРАСТНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗОБРАЖЕНИЯ

Студент гр. 11305115 Прихач И. В.

Ст. преподаватель Гундина М. А.

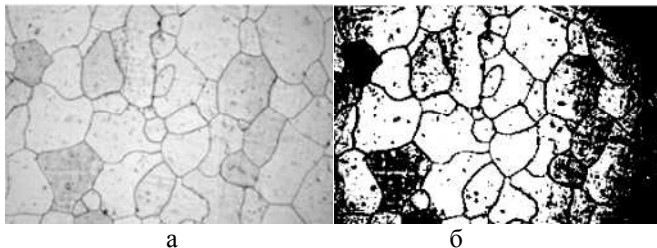
Белорусский национальный технический университет

Качество изображения в целом можно улучшить, пользуясь его статистическими характеристиками, такими как выборочное среднее и среднее квадратическое отклонение (рисунок) интенсивности изображения.

Среднее значение – это мера средней яркости пикселей, а изменение интенсивности – мера контрастности изображения. Применим следующее преобразование, которое меняет интенсивность исходного изображения  $f(x, y)$  в интенсивность нового изображения  $g(x, y)$  путем осуществления следующей операции:

$$g(x, y) = A[f(x, y) - M] + M,$$

где  $A = \frac{kM}{\sigma}$  для  $0 < k < 1$ .



Оригинал изображения (а); улучшенное изображение (б)

В этой записи  $\sigma$  – стандартное отклонение интенсивности изображения;  $M$  – среднее значение всей функции  $f(x, y)$ , а  $k$  – постоянная, выбираемая из указанного диапазона.

Поскольку величина  $A$  обратно пропорциональна стандартному отклонению интенсивности, участки с низкой контрастностью имеют большее усиление.

Обработанные таким методом изображения были оценены при помощи коэффициентов меры структурного подобия. Сходство средних значений яркости остается у всех изображений на одном уровне. Для данного изображения уровень контрастности изображений неравномерно убывает по экспоненциальной кривой.

## **МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СЕНСОРОВ**

Студенты гр. 11307116 Роговцова А. С., Янкина Я. В.

Ст. преподаватель Реутская О. Г.

Белорусский национальный технический университет

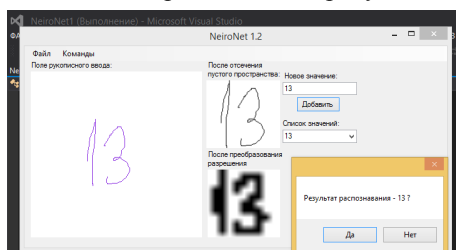
Полупроводниковые газовые сенсоры и системы предназначены для обнаружения концентраций различных опасных газов в окружающей среде. Основной принцип работы таких сенсоров основан на изменении электрических параметров чувствительных элементов датчиков. В результате экспериментов по выбору конструкции сенсоров, подбора режимов работы, формируются достаточно объемные массивы данных. Существует большое количество методов для обработки результатов исследования называются математические приемы, формулы, способы количественных расчетов, с помощью которых показатели, получаемые в ходе исследования, можно обобщать, приводить в систему, выявляя скрытые в них закономерности. В зависимости от применяемых методов можно охарактеризовать выборочное распределение данных исследования, динамику изменения отдельных показателей, статистические связи существующих между исследуемыми переменными величинами. Обработка результатов является продолжительным и трудоемким процессом. Нашей задачей являлась оптимизация вычисления и анализа данных полученных в результате эксперимента. С помощью табличного редактора MS Excel были разработаны формы, содержащие поля ввода данных и формулы пересчета сенсорного отклика в зависимости от способа подключения сенсоров и систем к измерительному стенду. По результатам введенных данных автоматически осуществлялось построение зависимостей сенсорного отклика, вольтамперных характеристик, изменения мощности нагрева чувствительных элементов, изменение температурных характеристик. В особенности табличного редактора при работе с диаграммами и графиками входит возможность построения аппроксимационных кривых для дальнейшего анализа данных. Благодаря проделанной работе удалось провести четкую систематизацию измерений полупроводниковых сенсоров и систем, срабатывающих по принципу изменения проводимости газочувствительного слоя при хемосорбции на его поверхности анализируемых газов, и сравнить результаты с данными аналогов мировых фирм производителей.

## РАСПОЗНАВАНИЕ СИМВОЛОВ МЕТОДОМ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Студент группы 11307116 Селицкий Л. Н.,  
Ст. преподаватель Реутская О. Г.

Белорусский национальный технический университет

Под сверточной нейронной сетью понимают особый вид нейросетей прямого распространения, где нейроны разбиты на отдельные слои. Активация каждого из слоев, подсчет и обработка соответствующих параметров приводит к формированию сигнала. Важной особенностью является «обучение» нейросетей или настройка их параметров. Методом обратного распространения ошибки определяется способ модификации параметров каждого слоя для формирования запланированного результата, затем происходит сравнение полученных результатов с ранее разработанной библиотекой данных. В данной работе мы провели обучение нейронной сети в программе, написанной в среде visual studio на языке #. Программа работает на алгоритме сверточной нейронной сети [1]. В необученной сети память каждого нейрона представляет собой «белое пятно», поэтому в специальном графическом окне создавался образ символа, соответствующий определенному нейрону. В конце распознавания был сформирован набор нейронов, каждый из которых проводит сходство с первоначальным изображением в процентах. Эти проценты – и есть вес нейрона. Чем больше вес, тем вероятнее, что именно этот нейрон прав. Результат «обученной» нейросети для распознавания математических символов представлен на рисунке.



Окно программы для распознавания символов.

### Литература

Ефимов Е. Н., Шевгунов Т. Я. Построение нейронных сетей прямого распространения с использованием адаптивных элементов // журнал радиоэлектроники. – 2012. – № 8. – 18 с.

## АНАЛИЗ СВОЙСТВ РЕТРООТРАЖАТЕЛЕЙ

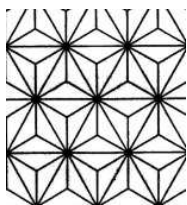
Студент гр. 11311114 Фильчук А. С.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю. В.

Белорусский национальный технический университет

В работе [1] рассматривались оптические свойства отражательных призм, систем на основе таких призм и угловых отражателей. Работа данных оптических элементов основана на явлении полного внутреннего отражения света. При этом падающий световой луч, точно попадающий в эффективную апертуру такого элемента, отражается точно в обратном направлении. Это свойство с учетом ограничений, накладываемых углом падения луча на входную грань, не зависит от ориентации самого отражательного элемента. Поэтому такие отражатели часто используются в случаях, когда ориентацию элемента невозможно проконтролировать. Система взаимно независимых светоотражающих элементов образуют ретроотражатель. Целью данной работы является макетирование и исследование оптических свойств ретроотражателя.

В работе рассматривались ретроотражатели двух видов: блок отдельных отражательных призм и панели, выполненные из листовых световозвращающих материалов. Необходимо отметить, что вследствие сложной геометрии рассматриваемых образцов ограничения по углу ввода луча могут увеличиться. Для блочного ретроотражателя также характерны изменения поляризационных характеристик излучения на выходе. Показано, что при определенной ориентации ретроотражателя он является аналогом четвертьволновой пластинки, обладающей свойством обращения направления распространения излучения. Рассмотрены оптические схемы таких блоков, состоящих из четырех угловых отражателей.



На рисунке представлен фрагмент структуры ретроотражателя, выполненного на основе листового световозвращающего материала. Структура такого материала представляет собой массив угловых отражателей. Показано, что путем выбора соответствующей ориентации панели, можно добиться, чтобы часть данного массива функционировала при достаточно больших углах падения оптического излучения на ее рабочую поверхность.

### Литература

Фильчук, А. С. Поляризационные эффекты, вносимые призмными отражателями // А. С. Фильчук, Ю. В. Развин / Новые направления развития приборостроения: материалы 8 Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых и студентов. – Минск: БНТУ, 2015. – С. 241.

## КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОМЕНТНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Студент гр. 11302116 Шевель Н. А.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю. В.

Белорусский национальный технический университет

Современные приборостроительные технологии требуют от электропривода повышения качества движения: быстродействия, надежности и точности наряду с уменьшением вносимых приводом искажений в схемах управления. Это достигается применением новых двигателей и более сложных методов управления электроприводом, реализуемых на новой элементной базе. Заметное улучшение качественных показателей систем электроприводов может быть достигнуто благодаря использованию безредукторного привода на базе бесконтактных моментных электродвигателей. Целью данной работы является анализ конструкции таких электроприводов, используемых для движения (вращения) объектов в прецизионных электромеханических системах стабилизации, программного движения и слежения.

Характерной особенностью данного типа электропривода является оптимальное значение статической добротности, т. е. наибольшая величина момента в единице массы и низкие диэлектрические потери в обмотке якоря. Отсутствие редуктора и связанных с ним люфтов, зазоров и моментов трения обеспечивает уникальные свойства электропривода: плавность хода, высокие точностные и динамические показатели, естественную стабилизацию ротора моментного двигателя с объектом управления при работе на подвижном основании, большую жесткость механической системы и высокую частоту собственных колебаний. Моментные двигатели используют схемы питания с непрерывным изменением фазных напряжений как функции угла поворота ротора и с формированием сигнала, пропорционального требуемому моменту. Моментные электродвигатели имеют многополюсный ротор с тангенциальным либо радиальным намагничиванием магнитов. В работе выполнены эксперименты по визуализации данных сложных магнитных полей, соответствующих реальным типам исследуемых двигателей.



Актуальной задачей является проведение работ по моделированию технических решений и установлению областей практической применимости моментного электродвигателя, а также разработке инженерных методик их расчета. На основании результатов моделирования могут быть внесены коррективы в общую методологию реализации моментного электропривода.

## НЕПРИВОДИМЫЕ ПОЛИНОМЫ ШЕСТОЙ СТЕПЕНИ В КОЛЬЦЕ $Z/2Z$

Студент гр. 10404115 Русевич О. А

Науч. рук. Крупенкова Т. Г.

Белорусский национальный технический университет

Пусть  $P$  – поле, то есть произвольное коммутативное кольцо с единицей, у которого все элементы, отличные от нуля, обратимы, иными словами  $P^* = P \setminus \{0\}$ . Например,  $P = Q, R, C, Z/pZ$ .

Многочлен  $f(x) \in P[x]$  степени  $n \geq 1$  называется неприводимым в кольце если в любом его представлении в виде произведения  $f(x) = g(x)q(x)$  сомножителей  $g(x), q(x) \in P[x]$  один из этих сомножителей является константой, то есть элементом поля  $P$ .

В кольце  $(Z/pZ)[x]$  также существуют неприводимые полиномы любой степени  $n \geq 1$ . Здесь произвольных полиномов степени  $n$  имеется лишь конечное множество (в количестве  $p^{n+1}$ ), тем более неприводимых полиномов данной степени всегда конечно.

Для неприводимости полинома степени 2 или 3 в кольце  $P[x]$  необходимо и достаточно, чтобы он не имел корней в поле  $P$ . Для неприводимости полинома степени 4 или 5 в кольце необходимо и достаточно, чтобы он не имел корней в поле  $P[x]$  и не делился ни на какой (неприводимый) полином второй степени. Обычно неприводимость полинома над конечным полем определяется процедурой просеивания, напоминающей решето Эратосфена для целых чисел – последовательным делением на неприводимые (или все) меньшей степени от 1 до  $[n/2]$ .

Для нахождения неприводимых полиномов шестой степени были найдены остатки от деления всех многочленов шестой степени ( $p^{n+1} = 128$ ) на неприводимые полиномы до третьей степени, с помощью Wolfram Mathematica. Таким образом, было получено 18 полиномов:

$$\begin{aligned} & x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1; \quad x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + 1; \quad x^6 + \\ & + x^5 + x^4 + x^2 + 1; \quad x^6 + x^5 + x^3 + x^2 + 1; \quad x^6 + x^4 + x^3 + x^2 + \\ & + 1; \quad x^6 + x^5 + x^4 + x + 1; \quad x^6 + x^5 + x^3 + x + 1; \quad x^6 + x^4 + x^3 + x + 1; \\ & x^6 + x^5 + x^2 + x + 1; \quad x^6 + x^4 + x^2 + x + 1; \quad x^6 + x^3 + x^2 + x + 1; \\ & x^6 + x^5 + 1; \quad x^6 + x^4 + 1; \quad x^6 + x + 1; \quad x^6 + x^3 + 1; \quad x^6 + x^2 + 1; \quad x^6 + \\ & + x^2 + 1; \quad x^6 + x^3 + 1. \end{aligned}$$



## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА**

Студент гр. ПБ-52м, магистрант, Коваленко Ю. А.  
Канд. техн. наук, доцент, ст. науч. сотр. Клочко Т. Р.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»

**АКТУАЛЬНОСТЬ.** Одним из часто диагностируемых видов двигательных нарушений в клинике различных заболеваний является тремор конечностей, который приводит к потере работоспособности. Исследование тремора, который проявляется произвольными ритмическими, колебательными движениями разных частей тела человека, являются важной составляющей частью диагностики в неврологии [1]. Для болезни Паркинсона тремор – один из основных симптомов заболевания. В большинстве случаев определить появление паркинсонизма на начальных стадиях очень тяжело, что приводит к неправильно поставленному диагнозу [2]. Поэтому поиск новых методов и аппаратурных средств [3], позволяющих раннюю диагностику вибрационных явлений, является чрезвычайно актуальным.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Наиболее распространенным методом диагностики болезни Паркинсона является клинический, который включает в себя визуальный осмотр, тестирование психологического состояния, анализ дневника пациента. Аппаратурные методы применяют такие исследования, как компьютерная или магнито-резонансная томография, но эти методы позволяют диагностировать заболевание уже на более поздних стадиях. В работе представлены результаты исследований по созданию теоретических основ современных средств мониторинга состояния биотехнических объектов, в частности таких медицинских средств, позволяющих первоначальное прогнозирование динамики заболеваний с вибрационными признаками.

**ВЫВОДЫ.** Предложенные модели регистрации первичных вибрационных признаков нарушений физиологического состояния пациента могут быть положены в основу новой информационной технологии исследования, диагностики паркинсонизма, а также новых сенсоров мониторинга пространственно-временных параметров движений конечностей.

### **Литература**

1. Шток, В. Н. Экстрапирамидные расстройства: Руководство для врачей. / В. Н. Шток, О. С. Левин, Н. В. Федорова. М. : МИА, 2002. – 175 с.
2. Скицюк, В. І. Методологічні закономірності виявлення доклінічних ознак паркінсонізму. / В. І. Скицюк, Т. Р. Клочко, Ю. А. Коваленко // Вісник

НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. – 2015. – Вип. 50(2). – С. 187–194.

3. Тимчик, Г. С. Відчутники контрольно-вимірювальних систем / Г. С. Тимчик, В. І. Скицюк, Т. Р. Клочко. К. : НТУУ «КПІ», 2008. – 240 с.

UDC 629.9.1

## **THE METHOD OF SWARF REMOVAL WHEN DRILLING DEEP HOLES**

Student PB-51M group (undergraduate) Vakulenko V. S.

Assistant Zayets S. S.

Ph. D. Shevchenko V. V.

National Technical University of Ukraine

«Kyiv Polytechnic Institute of Igor Sikorsky»

Low rigidity of a tool when drilling, instability of the process because of the heterogeneity the quality of the material, difficulty of supply the lubricating - cooling liquids in the cutting area, difficult conditions of output of the swarf, rise in temperature in the cutting zone with the increasing depth of drilling, contribute to rising many numerous defects in processing, tool breakage, lack percent growth, reduced productivity reliability of operation [1]. Finishing of the holes is one of the most labor-intensive processes, moreover, drilling takes a special place among the methods of getting openings.

When drilling deep holes ( $l > 5d$  where  $l$  - the depth of the hole, mm;  $d$  - diameter of the hole mm) the supply - cooling liquids with pressure contribute to removing the swarf from the cutting area, avoiding its packaging or re-cutting. If in this case, it is impossible to organize the supply - cooling liquids, we have to carry out drilling with a periodic withdrawal of the drill for removing the swarf. This greatly decreases the likelihood of the premature failure of drills. This method is counterproductive leading to deterioration of the precision when performing this operation.

The proposed equipment "The dampener of torque oscillations" improves swarf removal when drilling deep holes, using vibration oscillations for destroying swarf and withdraw swarf on the outside preventing from deterioration of accuracy during the process. This device improves the operational performance of the drills, reducing the probability of the failure and helps to decrease the amount of shortage in the production. The proposed method has significant advantages over the others, increasing the efficiency and reliability of the operations.

### **References**

Thermal objective laws when machining and using them to diagnose the cutting process. N. M. Pihotskyy, S. S. Zayets, G. V. Volobueva // Advanced technology and equipment. – Lutsk, 2011. – P. 153–162.

## **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОТОТЕРАПИИ**

Студенты гр. 11307116 Анейчик А. Л., Анкуда Н. О.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю. В.

Белорусский национальный технический университет

Фототерапия – вид лечения, состоящий в том, что пациент подвергается воздействию солнечного света, или яркого света от искусственных источников. В первом случае выделяют методы гелиотерапии. О способности солнечного излучения улучшать лечение было известно давно. Можно выделить два метода использования прямого излучения солнца: лечебное и профилактическое (солнечные ванны), проводимые с целью закаливания организма и лечения некоторых заболеваний. Эффективность солнечных процедур клинически доказана многовековой практикой. В качестве искусственных источников света применяются различные лампы, имеющие почти полный спектр дневного света (широкополосная фототерапия), и в последнее время широко используются лазерные источники и светоизлучающие диоды, формирующие световые потоки с определенными длинами волн оптического излучения (узкополосная фототерапия). Одним из самых эффективных направлений в фототерапии является использование в лечебных и диагностических целях селективных источников излучения (лазеры, светодиоды). В основе узкополосной фототерапии лежат разнообразные эффекты взаимодействия узкополосного оптического излучения с биообъектами на микро и макроуровнях. Целью данной работы является анализ основных процессов взаимодействия и распространения оптического излучения в биосредах.

В оборудовании для фототерапии используются источники ультрафиолетового излучения (до 400 нм), видимого (400–760 нм) и инфракрасного (650–2000 нм) излучений. Все эти спектральные диапазоны перекрывают современные лазерные источники. В работе проанализированы основные свойства лазерного излучения и особенности его взаимодействия с биотканями, рассмотрены принципы лазерной терапии и диагностики. Условно можно выделить макрометоды, основанные на рассеянии лазерного света, дифракционных и интерференционных явлениях, и микрометоды, в основе которых лежат лазерная спектроскопия. В работе также выполнены эксперименты по изучению распространения лазерного излучения в живой биоткани (неразрушающий метод). В качестве источников лазерного излучения использовались ЛГ-208 и полупроводниковый лазер, излучающие в красной области видимого излучения. Обсуждается влияние когерентности лазерного излучения на исследуемые явления.

## **ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ**

Студенты гр. 11307116 Аншиц А. А., Жуков В. И.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю. В.

Белорусский национальный технический университет

Одним из наиболее перспективных направлений развития оптического приборостроения является использование волоконно-оптических технологий. Особое внимание уделяется разработке и применению волоконно-оптических функциональных элементов. В основе работы таких элементов лежат закономерности распространения оптического излучения по оптическим волокнам, изучаемые новым разделом оптики: волоконная оптика. Волоконная оптика включает исследование законов передачи излучения по сплошным и полым световодам, методы исследования параметров волоконно-оптических элементов, технологии их изготовления и применения. В работе [1] рассмотрены основные вопросы технологии изготовления прозрачных световодов и создания на их основе функциональных элементов, разработаны методики расчета светопропускания элементов волоконной оптики.

Целью данной работы является изучение основных законов распространения оптического излучения по световоду и проведение сравнительных экспериментов по определению эффективности передачи световой энергии



и оптического изображения различными волоконно-оптическими элементами. В работе использовались различные образцы волоконно-оптических пластин (шайбы), линз и фоконов. На рисунке приведены

фотографии исследуемых образцов. Определены частотно-контрастные характеристики и разрешающая способность исследуемых образцов. Рассмотрены особенности формирования изображения с помощью фоконовой линзы. Такие линзы при значительной кривизне изображения существенно повышают разрешающую силу на краях поля зрения. Рассматриваемые элементы волоконной оптики позволяют исправлять аберрации, вносимые обычными оптическими элементами. В работе также использовались образцы осветительных и силовых волоконно-оптических жгутов, собранных из тонких оптических волокон. Исследовано светопропускание данных волоконных изделий.

### **Литература**

Вейнберг, В. Б. Оптика световодов / В. Б. Вейнберг, Д. К. Сатаров. – Л. : Машиностроение, 1977. – 320 с.

## КОМПЛЕКСНОЕ ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ НА ИХ ЦИКЛИЧЕСКУЮ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

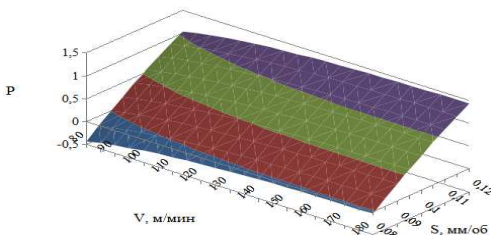
Ассистент Барандич Е. С.

Канд. техн. наук, доцент Выслоух С. П.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»

Известно, что качество поверхностного слоя деталей имеет существенное влияние на сопротивление их усталостному разрушению и, в частности, на циклическую долговечность. Наибольшее влияние на циклическую долговечность деталей, финишной операцией при изготовлении которых является токарная обработка, имеют такие параметры качества: наибольшая высота профиля  $R_{\max}$ ; средний шаг неровностей профиля  $Sm$  и деформационное упрочнение поверхностного слоя  $N$ . При этом увеличение показателя  $R_{\max}$  уменьшает сопротивление усталости, а увеличение  $Sm$  и  $N$  – повышает. Таким образом, представляет интерес рассмотрение комплексного влияния вышеуказанных параметров качества на циклическую долговечность. Экспериментальные исследования проводились на образцах со стали 40Х. Окончательным методом обработки была токарная обработка, при этом глубина резания составляла 0,3 мм, скорость резания изменялась от 80 до 180 м/мин, а подача – от 0,08 до 0,12 мм/об. На основе результатов экспериментальных исследований получены зависимости параметров  $R_{\max}$ ,  $Sm$  и  $N$  от подачи и скорости резания. Далее, в соответствии с методикой многокритериальной оптимизации, разработана математическая модель комплексного показателя качества поверхностного слоя  $P$ , которая включает параметры качества  $R_{\max}$ ,  $Sm$  и  $N$ . Зависимость  $P$  от скорости  $V$  и подачи  $S$  показана на рисунке.



Зависимость комплексного показателя качества поверхностного слоя  $P$  детали от подачи и скорости резания

Таким образом, данное исследование показало, что на данном интервале скоростей и подач, увеличение подачи и скорости резания приводит к увеличению сопротивления усталости, а следовательно, и к увеличению циклической долговечности.

## ГРАФИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ В DELPHI

Студент гр. 11307115 Бельская В. С.

Ст. преподаватель Кондратьева Н. А.

Белорусский национальный технический университет

Язык Delphi – строго типизированный объектно-ориентированный язык, в основе которого лежит хорошо знакомый программистам Object Pascal. Delphi – это комбинация нескольких важнейших технологий: высокопроизводительный компилятор в машинный код; объектно-ориентированная модель компонент; визуальное и скоростное построение приложений из программных прототипов.

Создана программа в интегрированной среде разработки BorlandDelphi 7. Программный продукт выполняет следующие функции: выводит на экран информацию о задании и назначении программы; выполняет чтение даты и времени с компьютера и осуществляет вывод их на экран; возможен ввод, редактирование даты и времени в программе; сохраняются изменения даты и времени; существует установка и работа будильника со звуковым сигналом.

В написании программы использованы различные компоненты. Процедура TForm1. FormCreate берет значения времени и записывает их в переменные (год, месяц, день) и передает эти значения в SpinEdit. SpinEdit – компонент UpDown превращает окно редактирования Edit в компонент, в котором пользователь может выбирать целое число, изменяя его кнопками со стрелками. GetWindowRgn – функция GetUpdateRgn извлекает обновляемый регион окна, копируя его в заданный регион. Координаты обновляемого региона исчисляются относительно левого верхнего угла окна, то есть, являются координатами рабочей области. CreateRoundRectRgn создает округленную прямоугольную область и его описатель Регион определен координатой неокругленного прямоугольника, сопровождаемого шириной и высотой округленных углов. Функция SetWindowRgn устанавливает регион окна. Регион окна устанавливает область внутри окна, где система разрешает рисовать. Система не выводит на экран любую часть окна, которая находится за пределами региона окна. Функция GetLocalTime из библиотеки Kernel32. dll возвращает текущие дату и время в формате UTC (Universal Time Coordinated). Функция Time возвращает текущее время в местном часовом поясе. Система Delphi позволяет решать множество задач, в частности: создавать законченные приложения для Windows самой различной направленности; быстро создавать профессионально выглядящий оконный интерфейс для любых приложений.

## ИЗМЕРЕНИЯ МОМЕНТА ИНЕРЦИИ МАЯТНИКА МАКСВЕЛЛА

Студент гр. 11301116 Бичель М. Ю.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Бобученко Д. С.

Белорусский национальный технический университет.

Маятник Максвелла – это диск, через ось симметрии которого проходит жестко закрепленный с ним стержень, к концам которого прикреплены нити, другие концы которых прикреплены к верхней горизонтальной поверхности снизу. При накручивании нити на стержень, диск способен совершать одновременно поступательное и вращательное движение. В данной работе определен момент инерции маятника Максвелла разными методами, и проведено сравнение полученных значений с моментом инерции, полученным теоретическим расчетом. Момент инерции маятника, вычислялся по измеренным кинематическим параметрам его движения:

$$J_{\kappa} = mR^2 \left\{ \frac{gt^2}{2h} - 1 \right\},$$

где  $R$  – радиус стержня,  $t$  – время опускания маятника,  $h$  – расстояние, которое он проходит за это время,  $m$  – масса маятника. Момент инерции маятника определялся также через период колебаний при колебаниях маятника как физического маятника:

$$J_{\phi} = \frac{mgl_m T_m^2}{4\pi^2} - ml_m^2,$$

где  $l_m$  – расстояние от центра диска до точки подвеса. Теоретическое значение момента инерции рассчитывалось по формуле:  $J_{\text{теор}} = \frac{1}{2} \{ m_{\text{д}} (R_{\text{д}}^2 - R^2) + m_{\text{ст}} R^2 \}$ , где  $m_{\text{д}}$  – масса диска,  $m_{\text{ст}}$  – масса стержня,  $R_{\text{д}}$  – радиус диска. Погрешности рассчитывались по формулам:

$$\Delta J_{\kappa} = \sqrt{\left[ 2mR \left\{ \frac{gt^2}{2h} - 1 \right\} \right]^2 \Delta R^2 + \left[ mR^2 \frac{gt}{h} \right]^2 \Delta t^2 + \left[ \frac{mR^2 gt^2}{2h^2} \right]^2 \Delta h^2};$$

$$\Delta J_{\phi} = \sqrt{\left[ \frac{mgT^2}{4\pi^2} - 2ml_m \right]^2 \Delta l_m^2 + \left[ \frac{mgl_m T}{2\pi^2} \right]^2 \Delta T^2}.$$

Результаты представлены в таблице.

$J_{\kappa}$ , кг·м <sup>2</sup>	$\Delta J_{\kappa}$ , кг·м <sup>2</sup>	$J_{\phi}$ , кг·м <sup>2</sup>	$\Delta J_{\phi}$ , кг·м <sup>2</sup>	$J_{\text{теор}}$ , кг·м <sup>2</sup>
$1,03 \cdot 10^{-4}$	$0,43 \cdot 10^{-4}$	$1,02 \cdot 10^{-4}$	$0,52 \cdot 10^{-4}$	$1,26 \cdot 10^{-4}$

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЕМКОСТИ СВЕТОДИОДОВ НА ОСНОВЕ НИТРИДА ГАЛЛИЯ

Студент гр. 11311116 Бобко А. Н.

Канд. физ.-мат. наук Черный В. В.

Белорусский национальный технический университет

Исследования вольт – фарадных характеристик контактных структур и в частности, голубых светодиодов на основе структур InGaN/GaN, позволяет извлечь полезную информацию о их строении и свойствах. Вид зависимости обратного квадрата емкости от напряжения ( $C^2(U)$ - характеристика) обычно связывается с профилем легирующей примеси.

Однако для голубых светодиодов на основе структур InGaN / GaN сопрягаются фазы с различными постоянными решетки, разность этих параметров для InGaN и GaN составляет  $\approx 4\%$ . Это должно приводить к возникновению высокой плотности состояний на границе фаз. Кроме того, в этой области имеется большое количество дефектов структуры и примесных атомов, что приводит к трансформации зависимости емкости от напряжения.

В данной работе проводилось сравнение вольт–фарадных характеристик указанных светодиодов до и после обработки, которая моделировала деградацию свойств после длительной эксплуатации. В результате данной обработки мощность излучения существенно падала. Измерения проводились с помощью цифрового измерителя Е7-12.

В исходных светодиодах зависимость  $C^2(U)$  при небольших прямых смещениях оказалась нелинейной. При этом емкость резко увеличивалась при увеличении прямого смещения от 0,5 до 1 В. При приближении к напряжению отсечки наклон кривых  $C^2(U)$  уменьшался.

Максимальная мощность излучения достигалась при прямых смещениях около 3,5 В.

После обработки наблюдалось заметное увеличение емкости светодиодов при прямых смещениях до 2 В.

Согласно оценкам, приведенным в имеющихся литературных данных, на границе фаз присутствуют состояния с плотностью порядка  $3 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-2}$ . Нелинейная зависимость  $C^2(U)$  в исходных диодах при небольших прямых смещениях может быть связана с увеличением плотности заряженных состояний на границе фаз в результате захвата свободных электронов, перемещающихся путем туннелирования.

Рост емкости после обработки согласуется с имеющимися литературными данными, свидетельствующими о росте плотности заряженных состояний на границе фаз в результате обработки.



## СВЯЗЬ МЕЖДУ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬЮ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬЮ МЕТАЛЛОВ

Студенты гр. 10115116 Бурвель Е. В., Третьякевич М. Г.

Канд. техн. наук, доцент Смурага Л. Н.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрим данную зависимость с позиции классической электронной теории. Согласно этой теории электроны в металлах ведут себя как классический идеальный газ: с одной стороны они переносят теплоту, а с другой - электрический заряд.

Теплопроводность газа  $\lambda = \frac{1}{3} C_V \rho l_0 \bar{v}$ . Удельная теплоемкость газа

$$C_V = \frac{dU_{\text{уд}}}{dT}, \text{ удельная внутренняя энергия газа } U_{\text{уд}} = \frac{U}{m} = \frac{imRT}{2\mu} = \frac{iRT}{2\mu}.$$

Удельная теплоемкость будет равна  $C_V = \frac{iR}{2\mu} = \frac{ikN_a}{2mN_a} = \frac{3k}{2m}$ . С учетом плотности газа  $\rho = nm$  и преобразований окончательно теплопроводность электронного газа примет вид  $\lambda = \frac{1}{2} nkl_0 \bar{v}$ .

Здесь число степеней свободы для одноатомного газа  $i = 3$ ,  $n$  - концентрация электронов,  $k$  - постоянная Больцмана,  $l_0$  - длина свободного пробега электронов,  $\bar{v}$  - средняя скорость хаотического движения электронов,  $m$  - масса электрона;  $\mu, R, N_a$  - соответственно молярная масса газа, молярная газовая постоянная, число Авогадро.

Удельная электропроводность металлов  $\sigma = \frac{e^2 n l_0}{2m\bar{v}}$ , поделив  $\frac{\lambda}{\sigma}$  и с учетом  $m\bar{v}^2 = 3kT$ , окончательно получим связь между теплопроводностью и электропроводностью для металлов:

$\frac{\lambda}{\sigma} = 3 \left( \frac{k}{e} \right)^2 T$ . Данное выражение в физике является законом Видемана-Франца, хорошо выполняется при низких температурах и немногим большим комнатной. Здесь число Лоренца  $L = 3 \left( \frac{k}{e} \right)^2$  определяется универсальными константами и поэтому не зависит от природы металла и численно равно  $\approx 2.25 \times 10^{-8}$ , (Вт Ом)/К.

Изучение явления электропроводности металлов с позиции классической физики сводится к нахождению численного значения числа Лоренца. Экспериментальным путем находят коэффициент теплопроводности металла, далее определяют сопротивление образца и его удельное сопротивление в пределах температур 30–40 °С, потом удельную электропроводность, затем число Лоренца и сравнивают его с теоретическим значением.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ**

Ассистент Волошко О. В.

Канд. техн. наук, доцент Выслоух С. П.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»

Использование ЭВМ для решения задач технологического проектирования выдвигает на первый план проблему получения математических моделей параметров технологических процессов. Особое значение имеет математическое моделирование в связи с современными тенденциями оптимизации технологических процессов на стадии их проектирования. Математические модели по сравнению с физическими моделями более универсальные и простые в применении. Исследование процессов на основе математических моделей, которые выполняются на ЭВМ, дает значительный выигрыш во времени и средствах.

Поэтому поставлена задача разработки методики проведения экспериментальных исследований с целью получения математических моделей параметров процесса резания конструкционных материалов и создания базы знаний для последующего использования полученных моделей в задачах технологической подготовки производства.

Для реализации этой задачи разработан автоматизированный стенд для проведения экспериментальных исследований, который позволяет по их результатам с последующей обработкой получить адекватные математические модели параметров процесса резания [1].

Результаты проведения экспериментальных исследований, выполняемые с помощью этого стенда, записываются в память ЭВМ. Для обработки массивов полученной информации с целью получения адекватных математических моделей выходных характеристик процесса резания создано специальное программное обеспечение.

Полученные математические модели используются для определения оптимальных технологических параметров процесса резания по выбранным критериям. Эти критерии объединяют в себе основные технико-экономические требования к производственному процессу, а именно: получение качественной продукции в кратчайшие сроки с минимальными затратами материальных и производственных ресурсов.

### **Литература**

Вислоух С. П., Волошко О. В. Моделювання та дослідження параметрів різання конструкційних матеріалів. / Вісник Сумського державного університету. Серія Технічних наук, № 11 (83), 2005. – Суми: Вид-во СумДУ. – С. 22–27.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
ТЕМПЕРАТУРЫ В ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЕ  
ПРИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ В ПРОГРАММНОМ  
КОМПЛЕКСЕ COMSOL MULTIPHYSICS**

Студент гр. 6М1611 (магистрант) Денисов А. А.  
Канд. техн. наук, доцент Пискун Г. А.  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

При проектировании устройств различного назначения важной задачей является моделирование таких воздействий, как электростатические разряды (ЭСР), которые могут привести к их повреждению. Для моделирования процесса распределения температуры в печатной плате (ПП) при ЭСР была выбрана программа *COMSOL Multiphysics* [1].

Последовательность проводимых действий заключалась в том, что необходимо импортировать 3D-модель ПП в программу *COMSOL*. В качестве материалов для моделирования были выбраны: *FR4* – ПП, *Copper* – токопроводящие дорожки и переходные отверстия, *Iron* – элементы ПП, для упрощения расчета. Для успешного моделирования в материалах необходимо наличие свойств, которые будут использоваться в проводимом моделировании. В данном исследовании такими параметрами являлись: *electrical conductivity*, *heat capacity at constant pressure*, *relative permittivity*, *density*, *thermal conductivity*.

Следующим этапом был выбор физик, используемых при исследовании. Так как суть моделирования была в том, что на элементы под нагрузкой воздействует ЭСР, то в качестве физик были выбраны: *Heat transfer in solid* – для того, чтобы в начале исследования указать температуры элементов под нагрузкой, *Electrostatic* – для создания кратковременного ЭСР, в завершении вновь использовался *Heat transfer in solid* для получения распределения температур после кратковременного воздействия.

Разряд в процессе моделирования происходит не сразу, в связи с этим проводимое исследование разделяется на 3 шага. Для каждого шага указывается необходимый временной отрезок для определения физики.

### **Литература**

Пискун, Г. А. Компьютерное моделирование процесса развития электростатического разряда в *COMSOL Multiphysics* / Г. А. Пискун, О. А. Кистень // Новые направления развития приборостроения: материалы 4-й Междунар. студ. науч. -техн. конф., Минск, Респ. Беларусь, 16–18 ноября 2011 г. / БНТУ. – Минск, 2011. – С. 378–379.

**К РАСЧЕТУ КПД ТЕПЛООВОГО НАСОСА**

Студенты гр. 11904116 Дроздова А. А., Сикирицкий Я. И.

Канд. физ.-мат. наук Красовский В. В.

Белорусский национальный технический университет

Тепловые машины (ТМ) давно и бесповоротно вошли в жизнь людей. В основе работы любой ТМ лежит второе начало термодинамики, согласно которому тепловая энергия может самопроизвольно перетекать только от более нагретого тела к менее нагретому. Организовав определенным образом этот тепловой поток, можно часть тепловой энергии  $Q$  преобразовать в механическую энергию  $A$ . Соответственно коэффициентом полезного действия (КПД) является отношение  $\eta = A/Q$ , которое не может быть больше единицы. Сказанное относится к ТМ, работающим по прямому термодинамическому циклу.

Также широко используются ТМ, работающие по обратному циклу. Это – хорошо известные холодильники, кондиционеры и тепловые насосы, находящие широкое применение и в области спортивной техники. В каждом из этих устройств тепловая энергия принудительно переносится от более холодного тела к более тепловому. Для реализации такого процесса необходимо затратить определенное количество энергии другой природы (механической, электрической и т. п.). Привлекательность теплового насоса состоит в том, что при его использовании обогреваемому помещению можно сообщить больше тепловой энергии при необходимой температуре, чем при прямом нагреве за счет джоулева тепла. В этой связи возникает ошибочное мнение, что КПД такого устройства превышает единицу. В настоящей работе проведен анализ корректности применения термина КПД для выше перечисленных ТМ. Отношение количества тепла, сообщаемого отапливаемому помещению, к затраченной на это механической работе или электроэнергии называется коэффициентом трансформации (КТ), который не равен КПД. Для прямого цикла можно также использовать этот термин, но в этом случае он тождествен КПД цикла, поскольку на входе имеется только тепло, отнимаемое у нагревателя, и использование термина КТ оказывается излишним. В тепловом насосе на вход помимо электроэнергии поступает тепло, отнимаемое у окружающей среды, и КТ не равен КПД. Величина КТ зависит от соотношения абсолютных температур на входе и выходе  $k = T_x/T_r$ , уменьшается с уменьшением  $k$ , оставаясь для идеального теплового насоса всегда больше единицы. У реального насоса КТ может быть меньше единицы при малых  $k$ , и тогда использование теплового насоса становится энергетически невыгодным. Как показывает опыт, экономически эффективными тепловые насосы становятся при  $КТ > 3,5$ .

## ГЕНЕРАТОР КОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ РАДИОЧАСТОТНЫХ ИДЕНТИФИКАТОРОВ

Магистрант Жерносеков Р. А.

Канд. физ.-мат наук, доцент Першин В. Т.  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

Предложена простая схема генерирования коротких импульсов в технологии ультраширокополосной связи, преимущества которой неоспоримы в использовании для радиочастотных идентификаторов, в настоящее время все еще использующих криптографические методы защиты информации. Использование манипуляции положением импульсов открывает новые возможности в развитии повышения скрытности устройств, обеспечивающих высокую надежность защиты работы этих устройств ввиду невозможности обнаружения их наличия вследствие уровня мощности используемых сигналов, как правило, ниже естественного шумового фона. Идея применения технологии заключается в использовании сверхширокополосного сигнала для передачи информации при помощи модуляции положением импульса. Длительность излучаемого моноимпульса может колебаться в пределах 0,2 – 2 пс, а период импульсной последовательности составляет от 10 до 1000 нс. Главные параметры – частота повторения коротких импульсов, средняя мощность в пересчете на 1 МГц и пиковая мощность в любой полосе шириной 50 МГц. Важна также относительная ширина полосы, определяемая как отношение необходимой ширины полосы к значению центральной частоты (предполагается, что типичное значение этого параметра должно превышать 0,2). Диоды со ступенчатым восстановлением позволяют генерировать импульсы, имеющие фронты длительностью 50–100 пс среднего уровня мощности без дополнительного усиления и с высокой скоростью повторения. Более высокие обратные напряжения приводят к увеличению времени передачи, что проявляется в увеличении длительности выходного импульса. Основу этого генератора составляет генератор импульсов гауссовской формы, который состоит из простого транзисторного драйвера и обострителя на диоде со ступенчатым восстановлением (Step Recovery Diode, SRD) со схемой, формирующей импульс, которая располагается во входной части обострителя. Формирующая схема создает низкие звенящие уровни и сигнал со значительно более высокой амплитудой без чрезмерных требований к драйверной части генератора. Генератор формирует на выходе импульс гауссовской формы в результате суммирования задержанного скачка с импульсом, распространяющимся без изменений от SRD к выходу генератора.

## АЛГОРИТМЫ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ НА ОСНОВЕ УРАВНЕНИЯ ПУАССОНА

Магистрант Ильчук С. В.

Канд. тех наук, доцент Лазарев Ю. Ф.

Канд. тех наук, доцент Мироненко П. С.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»

В литературе по инерциальной ориентации в бесплатформенных инерциальных навигационных системах (БИНС) [1] описываются, по преимуществу, алгоритмы, использующие векторное уравнение ориентации Борца и определяющие параметры ориентации подвижного объекта в виде кватерниона поворота.

Однако известно, что столь же удобным для БИНС параметром ориентации является и матрица направляющих косинусов (МНК). Чтобы использовать ее, алгоритмы ориентации должны опираться на интегрирование матричного кинематического уравнения ориентации, которое называют уравнением Пуассона. Решение этого уравнения на интервале шага интегрирования обычно ищут в виде произведения начального значения  $C_0$  МНК на некоторую неизвестную матрицу  $P(t)$  – функцию времени, выражение для которой необходимо найти:  $C(t) = C_0 P(t)$ .

Статья знакомит с результатами синтеза алгоритмов методом Пикара численного интегрирования уравнения Пуассона с использованием изменений приращений квазиординат. Приводятся результаты синтеза двух-, трех- и четырехшаговых алгоритмов. Компьютерное моделирование вышеприведенных алгоритмов позволяют получить зависимости максимальных относительных дрейфов их погрешностей от частотного параметра  $\mu = \omega h$  ( $\omega$  – частота колебаний основания). Представленные зависимости могут быть достаточно точно аппроксимированы степенными функциями вида  $\delta(\mu) = k \cdot \mu^N$ . Показатель степени в этой функции логично назвать порядком точности алгоритма по дрейфам. Показано, что порядок точности всех алгоритмов равен порядку приближения, с которым получен алгоритм и не зависит от количества шагов опроса в шаге интегрирования.

Представленные результаты исследований расширяют поле выбора алгоритмов для БИНС, использующих гиротахометры.

### Литература

Miller R. B. A new strapdown attitude algorithm // Journal of Guidance, Control and Dynamics. Vol. 6, No. 4, 1983, p. 287–291.

## **EMDRIVE И ЕГО РЕАЛЬНОСТЬ**

Студент гр. 11312115 Кадышев К. И.

Канд. физ.-мат. наук Красовский В. В.

Белорусский национальный технический университет

Регулярно в СМИ появляются сенсационные сообщения о различных открытиях либо изобретениях, якобы опровергающих фундаментальные законы физики. Как пример можно вспомнить двигатели внутреннего сгорания, работающие на чистой воде, технические устройства, имеющие коэффициент полезного действия больше 100 % и т. п.

В последнее время много внимания уделяют аппарату EmDrive, впервые представленному в 2002 году основателем компании Satellite Propulsion Research Роджером Шойером. Аппарат был запатентован в Великобритании в 2015 году [1]. Он представляет собой резонатор в форме усеченного конуса, в который по волноводу от магнетрона поступает микроволновое излучение. По утверждению автора, вследствие образования стоячей волны возникает действующее на аппарат тяговое усилие порядка 20 мН. Изобретение относится к разряду так называемых безопорных двигателей – воображаемых устройств, которые по представлению их приверженцев должны двигаться исключительно за счет действия внутренних сил [2], нарушая закон сохранения импульса. И, если заблуждения автора [2] связаны с неверной трактовкой им понятий импульса и момента импульса для протяженных тел, то в случае [1] ситуация обстоит сложнее. Изначально Шойер объяснял возникновение тяги различием сил давления излучения на разные по площади основания конуса. На наш взгляд, это напоминает гидростатический парадокс, объясненный еще в 17-м веке Блезом Паскалем. Поэтому и сам автор впоследствии стал давать более сложные объяснения работе своего аппарата. Работоспособность EmDrive проверялась в лаборатории Eagleworks NASA, в Китайском Северо-западном университете и в Техническом университете Дрездена. Однозначного заключения пока не получено, так как сила тяги оказывается на уровне погрешности измерения. Подробнее о результатах проверки можно узнать из [3]. На наш взгляд, в результате обнаружится штатив-эффект.

### **Литература**

1. Патент GB 2537119 А, приоритет от 07. 04. 2015.
2. Иванов, М. Г. Безопорные двигатели космических аппаратов / М. Г. Иванов – М. : Издательство ЛКИ, 2008. – 152 с.
3. Королев, В. То, чего не может быть / В. Королев// Популярная механика. – 2017. – № 2. – С. 46–49.

## ОПТИЧЕСКОЕ ВОЛОКНО – СРЕДА ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Студенты гр. 10903215 Клинецвич А. В.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Манего С. А.

Белорусский национальный технический университет

Волоконно-оптический кабель позволяет переносить информационные сигналы в волоконно-оптических системах передачи (ВОСП) высокой частоты, около 200 ТГц (ИК диапазон оптического спектра 1500 нм). Основное преимущество оптического волокна (ОВ) – передача светового излучения на большие расстояния с малыми потерями. Потери в ОВ количественно характеризуются затуханием. Скорость и дальность передачи информации определяются искажением оптических сигналов из-за дисперсии и затухания. Волоконно-оптическая сеть – это сеть, связующими элементами между узлами которой являются волоконно-оптические линии связи. Волоконно-оптические сети помимо вопросов волоконной оптики охватывают также вопросы, касающиеся электронного передающего оборудования, его стандартизации, протоколов передачи, вопросы топологии сети и общие вопросы построения сетей. Оптическое волокно в настоящее время считается самой совершенной физической средой для передачи информации, а также самой перспективной средой для передачи больших потоков информации на значительные расстояния.

Волоконно-оптическая среда обладают рядом уникальных преимуществ. Основанием так считать вытекает из ряда особенностей, присущих оптическим волноводам:

- широкополосность оптических сигналов, обусловленная чрезвычайно высокой частотой несущей  $f_0 = 10^{12} - 10^{14}$  Гц;
- очень малое (по сравнению с другими средами) затухание светового сигнала в оптическом волокне, что позволяет строить линии связи длиной до 100 км без регенерации сигналов;
- системы связи на основе оптических волокон устойчивы к электромагнитным помехам, а передаваемая по оптическому волокну информация защищена от несанкционированного доступа.

Но существуют также некоторые недостатки волоконно-оптических систем передачи информации: при создании линии связи требуются высоконадежные активные элементы, преобразующие электрические сигналы в свет, и свет в электрические сигналы. Для соединения ОВ с приемопередающим оборудованием используются оптические коннекторы (соединители), которые должны обладать малыми оптическими потерями и большим ресурсом на подключение-отключение.



**ПРИНЦИП РАБОТЫ КОЛОРИМЕТРА**

Студент гр. 10301215 Клянченко И. А.

Д-р физ.-мат. наук, профессор Свирина Л. П.

Белорусский национальный технический университет

«Все живое стремится к цвету». Так утверждал Гете в книге «К учению о цвете (хроматика)». Цвет – одно из свойств живых организмов, воспринимаемых благодаря ощущениям, возникающим в зрительном аппарате глаза. Раздел науки о цвете (цветоведения), посвященный количественному измерению цветов, называется колориметрией.

Цвет светового потока связан с длиной волны света, однако эта связь неоднозначна. Изменение длины волны  $\lambda$  от 380 до 450 нм не вызывает изменений ощущаемого цвета, он кажется нам фиолетовым. Дальнейшее увеличение  $\lambda$  вызывает быстрый переход цвета от фиолетового к синему и голубому. В области зеленого цвета длина волны изменяется несколько медленнее. Наиболее быстро цвет изменяется в желтой области: для  $\lambda = 570$  нм цвет еще зеленоватый, а для  $\lambda = 590$  нм – уже оранжевый. В дальнейшем весь участок спектра от  $\lambda = 620$  нм до инфракрасной границы кажется нам красным.

На основании идей Ломоносова и работ Грассмана было установлено, что между любыми четырьмя произвольно заданными цветами ( $F, R, G, B$ ) справедливо линейное соотношение:

$$F = mR + nG + pB.$$

Числа  $m, n, p$  были названы координатами цвета. Изменяя значения  $m, n, p$ , можно получить все бесконечное многообразие цветов. В качестве трех основных цветов были выбраны:  $R$  (красный цвет) –  $\lambda = 700,0$  нм,  $G$  (зеленый цвет) –  $\lambda = 546,1$  нм,  $B$  (синий цвет) –  $\lambda = 435,8$  нм. Напомним, что именно эти три цвета способны различать светочувствительные клетки человеческого глаза (колбочки). Эксперименты показали, что белый цвет возникает, если отношение яркостей  $L_i$  основных цветов равно

$$L_R : L_G : L_B = 1 : 4,5907 : 0,0601.$$

Приборы для количественной оценки цвета называются колориметрами. Процесс измерения цвета сводится к созданию из трех основных цветов  $R, G, B$  нового цвета  $F$ , в точности совпадающего с исследуемым, и определению цветовых координат  $m, n, p$ , задающих количество и яркость исследуемого цвета. Регистрация может быть, как визуальной (аддитивные и субтрактивные колориметры), так и объективной, с использованием фотоэлементов (колориметры без спектрального разложения исследуемого света и со спектральным разложением).

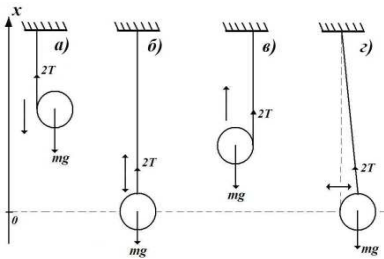
## ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКА МАКСВЕЛЛА

Студент гр. 11301116 Кондраков В. В.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Бобученко Д. С.

Белорусский национальный технический университет

Маятник Максвелла представляет собой массивный диск, ось которого подвешена на двух накрученных на нее нитях. Если маятник опустить, то под его тяжестью нить будет раскручиваться, и он начнет совершать возвратно-поступательные движения в вертикальной плоскости при одновременном вращении диска вокруг оси. Обычно в лабораторных практикумах, маятник Максвелла используется для определения момента инерции различных колец, насаженных на диск. Но маятник совершает и поступательное, и вращательное, и периодическое затухающее движение, и может быть использован для измерения различных параметров этих движений, например, периода колебаний, добротности системы, проверки законов поступательного, вращательного движений, законов сохранения импульса



и энергии. Каждый цикл движения маятника Максвелла состоит из четырех стадий (показано на рисунке): спуска (а), рывка (удара) (б) и подъема вверх (в), и в конце маятник начинает раскачиваться как физический маятник (з). Раскачивание маятника начинается с самого начала его движения и существенно затрудняет измерения.

Для их уменьшения необходимо, чтобы радиус стержня, на который наматывается нить, был как можно меньше. В данной работе выведены некоторые уравнения движения маятника для одного цикла. Рассмотрим первые три стадии. На стадии спуска, уравнение движения имеет вид:

$$x(t) = l_m - \frac{gt^2}{2\left\{1 + \frac{J}{mR^2}\right\}} \quad \text{при } t \leq t_c, \quad \text{где } t_c - \text{ время спуска } t_c = \sqrt{\frac{2l_m}{g} \left\{1 + \frac{J}{mR^2}\right\}}.$$

Затем, происходит почти мгновенная стадия рывка (удара), при которой изменяется на противоположный импульс системы. Затем, для стадии подъема системы:  $x(t) = \frac{g(t-t_c)(3t_c-t)}{2\left\{1 + \frac{J}{mR^2}\right\}}$ . Колебания медленно затухающие. В

работе измерялась также зависимость добротности системы (отношение энергии колебаний к потерям энергии за период) от высоты подъема маятника.

## **НОВЕЙШИЕ ОТКРЫТИЯ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ**

Студенты гр. 10903416 Куземко М. М., Запартыко А. М.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Манего С. А.

Белорусский национальный технический университет

Ускорение научно-технического прогресса во всех странах мира требует постоянного и возрастающего с каждым годом увеличения выработки и потребления энергетических ресурсов и энергии. Это, в свою очередь, вызывает увеличение потребления углеводородного сырья, запасы которого неограничены. Постоянно растущие цены на природные ресурсы и проблемы с его получением заставляют все страны принимать меры к снижению его потребления, принятию эффективных мер по энергосбережению и повсеместному использованию нетрадиционных возобновляемых источников энергии. В экономике Беларуси энергосбережение и энергосберегающие технологии являются приоритетными при внедрении их в производство. В связи с большим потенциалом солнечной энергии чрезвычайно важным является максимально возможное непосредственное использование ее для нужд людей. Практически используется два основных способа преобразования солнечной энергии: 1) прямое преобразование солнечной энергии в тепловую (солнечные водонагреватели, подогреватели воздуха, солнечные коллекторы) и 2) прямое преобразование солнечной энергии в электрическую (фотоэлектрические преобразователи). В последние годы внедряются новые разработки с использованием ультратонких фотоэлементов толщиной всего 1 микрон (Институт науки и технологий в Кванджу (Южная Корея)) [1]. Солнечные панели можно обернуть вокруг предмета диаметром всего 2,8 мм, что открывает возможности для использования разработки в различных гаджетах, элементах одежды и т. д. Ряд научных коллективов (МГУ им. М. В. Ломоносова, Института полимерных исследований в Дрездене (Германия)) разрабатывают солнечных батареи на органических материалах. Созданные органические материалы обладают в сотни раз большей электрической проводимостью. Разработанные полимерные материалы обладают рядом преимуществ – легкостью, тонкостью, гибкостью, прозрачностью, малой стоимостью изготовления [2].

### **Литература**

1. [www.engineering-info.ru/solnechnaja\\_panel\\_tolshhinoj\\_v\\_1\\_mkm\\_razrabotana\\_v\\_koree](http://www.engineering-info.ru/solnechnaja_panel_tolshhinoj_v_1_mkm_razrabotana_v_koree).
2. [http://www.engineering-info.ru/uchenyje\\_povyshili\\_jeffektivnost\\_organicheskix\\_jelektronnyh\\_izdelij](http://www.engineering-info.ru/uchenyje_povyshili_jeffektivnost_organicheskix_jelektronnyh_izdelij).

## МОДЕЛИРОВАНИЕ В BORLANDDELPHI 7

Студент 11307115 Лешок С. А.

Ст. преподаватель Кондратьева Н. А.

Белорусский национальный технический университет

Моделирование – исследование объектов познания на их моделях; построение и изучение моделей реально существующих объектов, процессов или явлений с целью получения объяснений этих явлений, а также для предсказания явлений, интересующих исследователя. Моделирование в среде BORLANDDELPHI 7 дает возможность с помощью кода создать графическую модель любого запрограммированного процесса.

Задача состояла в том, чтобы с помощью среды программирования Delphi 7 построить визуальную модель атома лития и задать ему вращение, используя сведения по строению, химическим и физическим свойствам атома. Организовать поиск количества электронов и визуализировать задачу движения по точным орбитам. Соли лития обладают номотимическими и другими лечебными свойствами, они находят применение в медицине как стабилизаторы настроения – группа психотропных препаратов.

Созданная программа состоит из двух блоков. В первом задаются начальные положения и таймер, во втором – прорисовка атома и электронов, установление шага изменения визуализации, описание движения электронов. При создании таймера, который позволяет указать время за которое электроны будут перемещаться из одного положения в другое, использовалось свойство Enabled, которое устанавливалось в положение True. В программе, через взятый в свойстве Interval промежуток времени, сработает таймер, то есть произойдет событие OnTimer, будут выполнены необходимые действия. Используя химические и физические свойства атома лития, были заданы размеры для ядра и атомов, а так же размер орбит, по которым будут двигаться электроны. Орбиты изначально были созданы круглыми, а в дальнейшем, используя коэффициент сжатия, получено их преобразование в некоторые овалы – эллипсы. При получении изображения электронов и ядра использовалось свойство Canvas. Визуально получено одно ядро и три вращающихся по орбитам электрона. Графическое изображение выполнено и при добавлении еще одного электрона, при этом литий стал отрицательно заряженным.

С помощью подобных моделей можно наглядно рассматривать строение атома, что немаловажно в медицине.

## **ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВЕТОДИОДОВ НА ОСНОВЕ НИТРИДА ГАЛЛИЯ В ПРОЦЕССЕ ИХ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Студентка гр. 11311116 Лобаневская А. А.

Канд. физ.-мат. наук Черный В. В.

Белорусский национальный технический университет

Голубые и зеленые светодиоды (СД) на основе GaN широко используются в качестве альтернативных к традиционным источникам оптического излучения благодаря их многочисленным преимуществам. Подобные СД отличаются значительно более эффективным преобразованием электрической энергии в световую (до 40 %). Кроме того, для них характерен более длительный срок службы, который оценивается как более 100 тысяч часов.

Причиной этого является то, что образование дефектов в кристаллической решетке нитридов значительно менее вероятно, чем в решетках арсенидов или фосфидов. Однако процессы деградации остаются важной проблемой и для данных СД.

Поэтому актуальной является разработка таких методик оценки сроков службы подобных СД, которые требовали бы короткого времени исследований. Данные методики предполагают работу СД в режимах повышенных нагрузок.

В данной работе исследовалась деградация выпускаемых промышленностью голубых и зеленых СД на основе GaN. Условия старения осуществлялись путем пропускания тока, несколько превышающего величину максимального тока  $I_m$ , рекомендуемого изготовителями СД. Интегральная интенсивность излучения определялась с помощью фотоприемника, в качестве которого использовался фотодиод.

При токе  $I = 70$  мА за время 70 часов в голубых СД наблюдался небольшой рост ( $\approx$  на 20 %) интенсивности излучения, измеренной при  $I_m$ . Кроме того, происходили изменения прямых вольтамперных характеристик; при напряжениях смещения до 2,5 В заметно возрастали токи. При более длительном пропускании тока интенсивность излучения падала.

В зеленых СД изменение интенсивности излучения (рост  $\approx$  на 30 %) наблюдался после 800 часов. При этом также наблюдался рост тока при напряжениях примерно до 2 В. Дальнейшая обработка также приводила к падению интенсивности излучения.

Полученные результаты хорошо согласуются с имеющимися литературными данными. Предполагается, что процесс деградации протекает по крайней мере в 2 стадии.

## **ВЫБОР ТАКТИКИ В БАСКЕТБОЛЕ ДЛЯ РАЗНЫХ ТИПОВ КОМАНД С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ**

Студент гр. 11902115 Лукша М. А.

Студент гр. 11904115 Тричев А. В.

Ст. преподаватель Прихач Н. К.

Белорусский национальный технический университет

В этой работе мы попробуем спрогнозировать оставшийся сезон НБА 2016–2017, для выбранных игровых моделей, и выделить основные компоненты положительных и отрицательных результатов команд с помощью интегральных функций.

Для примера мы берем два с половиной сезона НБА, начиная с 2014-го, заканчивая февралем 2017-го годом. Нашими игровыми моделями являются четыре команды НБА: чемпион сезона 2014-2015, чемпион сезона 2015–2016, сезон 2016–2017 проводят в зоне плей-офф, и команда, которая за выбранный период, не попадала в плей-офф.

Для выбора лучших сочетаний нам понадобится найти КПД всех игроков команды и качество взаимодействия их в разных составах.

КПД одного игрока – разница между всеми положительными и отрицательными показателями в атаке и нападении. В нашем исследовании игрок будет иметь два графика с двумя осями: ось X- игровые минуты, ось Y-КПД. Первый график – все положительные действия и показатели на обеих сторонах площадки, второй – все отрицательные. Площадь, ограниченная кривой, будет являться либо положительным, либо отрицательным КПД, а разница между ними будет полным КПД.

Качество (степень) взаимодействия – коэффициент влияния одного игрока на КПД оставшихся четырех. У игрока таких коэффициентов будет 11 для каждого его партнера.

После нахождения КПД всех игроков и их степени взаимодействия, мы сможем вычислить командное КПД. Командное КПД = Сумма КПД всех игроков • Произведение Качества взаимодействия.

Однако травмы ключевых игроков и, следовательно, перераспределение игровых задач, может изменить рисунок игры, который не будет совпадать с изначальной заявленной моделью.

**ИЗМЕРЕНИЕ ПЕРИОДА КОЛЕБАНИЙ МАЯТНИКА МАКСВЕЛЛА**

Студент гр. 11301116 Матвеев В. Ю.

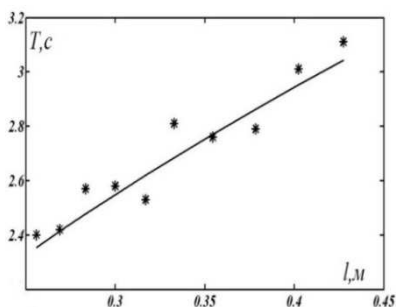
Канд. физ.-мат. наук, доцент Бобученко Д. С.

Белорусский национальный технический университет.

Маятник Максвелла представляет собой диск, насаженный на стержень, к которому привязаны две нити с закрепленными верхними концами. Закрутив нить вокруг оси – диск поднимется. Затем, если отпустить маятник, он начнет совершать периодическое движение. Сначала диск опускается, нити раскручиваются, дойдя до нижней точки и продолжая по инерции вращаться, диск меняет направление своего движения, поднимается вверх, нити накручиваются, в верхней точке диск снова начинает движение вниз. В известных лабораторных работах маятник Максвелла используется для определения момента инерции диска и различных колец, насаженных на диск. В данной работе измерены периоды колебаний маятника Максвелла, и проведено сравнение измеренных значений с выведенной теоретической формулой:

$$T = 2\sqrt{\frac{2l}{g}\left\{1 + \frac{J}{mR^2}\right\}}, \text{ где } l - \text{высота, на которую поднимается маятник,}$$

измеряющаяся в процессе затухающих колебаний,  $J$  – момент инерции маятника относительно оси проходящей через центр диска параллельно стержню,  $m$  – масса маятника,  $R$  – радиус стержня. Момент инерции маятника определялся через период колебаний:



$$J = \frac{mgl_m T_m^2}{4\pi^2} - ml_m^2, \text{ при колебаниях маятника как физического маятника, } l_m - \text{расстояние от центра диска до точки подвеса. Результаты приведены на рисунке. Сплошная линия – теория, звездочки – измеренные экспериментально. Периоды колебаний зависят от высоты, на которую поднимается маятник, и уменьшаются с уменьшением высоты, по мере затухания колебаний. Так как, оказалось,}$$

что  $\frac{J}{mR^2} \gg 1$ , и применима формула аналогичная формуле для периода колебаний физического маятника:  $T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{mgd}}$ , где  $d = \frac{\pi^2 R^2}{2l}$ .

## ЦИФРОВОЙ АВТОКОЛЛИМАТОР

Студент гр. 11311112 Метлицкий А. И., Добряник В. М.  
Белорусский национальный технический университет

Метод дистанционного измерения угловых величин широко используется в производстве, при сборке и юстировке оптических приборов, направляющих прямолинейного движения, отсчетных зубчатых соединений, взаимного расположения баз, центрирования элементов оптической системы, контроля точности угломерных приборов, фокусировки телескопических элементов и т. п. Для выполнения таких измерений применяются оптические приборы – автоколлиматоры. Автоколлиматор формирует изображение (сетки, марки) в бесконечности и измеряет смещение этого изображения, которое сформировано параллельным пучком лучей, отразившихся от рабочей поверхности. Если рабочая поверхность не перпендикулярна оптической оси коллиматора, то при малых угловых величинах смещения изображения будет прямо пропорционально углу между оптической осью автоколлиматора и нормалью к поверхности. Преимущество автоколлимационного метода состоит в том, что расстояние до контролируемой поверхности в меньшей степени влияет на точность измерений, чем при использовании других методов.

Существуют два основных типа автоколлиматоров – визуальные и цифровые. Постоянная потребность в увеличении точности измерений и контроля, автоматизации процессов и уменьшении затрат привела к широкому использованию оптико-электронных автоколлиматоров. Эти автоколлиматоры существенно упростили регистрацию и обработку автоколлимационного изображения и обеспечили вывод и сохранение результатов измерений в цифровом виде.

Разрабатываемый цифровой автоколлиматор позволяет измерять относительный наклон в двух плоскостях, и поворот относительно оптической оси. Приемником оптического излучения является ПЗС-матрица, формирующая цифровой сигнал и, в то же время, являющаяся измерительной шкалой. Автоколлиматор имеет следующие характеристики: фокусное расстояние объектива – 1000 мм ; диаметр входного зрачка – 50 мм; угловое поле зрения в пространстве предметов –  $\pm 600''$ ; дискретность –  $0,01''$ .



## МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В DELPHI

Студент гр. 11307115 Митина А. С.

Ст. преподаватель Кондратьева Н. А.

Белорусский национальный технический университет

Графический интерфейс в интегрированной среде BorlandDelphi 7 является отличной средой для моделирования различных процессов. Разработана программа моделирования процесса кипения жидкости в Delphi с наглядным графическим сопровождением. Непосредственные наблюдения за поведением жидкости свидетельствуют, что при некоторых температуре и давлении в жидкостях начинается процесс кипения. При определенной температуре, когда давление насыщенного пара внутри пузырьков становится равным внешнему давлению, а именно, несколько большим, пузырьки, быстро увеличиваясь в размерах, устремляются вверх и прорываются наружу. С этого момента жидкость начинает кипеть. Принято считать, что точке кипения воды при нормальном атмосферном давлении соответствует температура 100° С.

При написании программы в Delphi на форме необходимо разместить компоненты: PaintBox, Label, Button, TrackBar, BubbleTimer, HotTimer. Объявляются необходимые константы для того, чтобы выполнить графическое изображение сосуда, жидкости и плиты. При использовании процедуры SetLength устанавливается размерность для пузырьков и количество пузырей, входящих в массив. Процедурой PaintBox изображается сосуд, жидкость и плита. В этой процедуре использовали графический элемент Canvas для создания объектов. Процедура кнопки Button. Click проверяет включена или выключена плита, и меняет ее цвет с черного (если выключена) на красный (если включена), и наоборот. Процедура TrackBar показывает на сколько нагрелась жидкость. Так же использовалась процедура HotTimer, которая определяет температуру жидкости, и если она ниже 100 °С, то продолжается процесс ее повышения (если плита включена). Процедура BubbleTimer создает пузыри при определенной температуре, которые будут двигаться хаотично. При помощи конструктора Bubble. Create устанавливаем точку с координатами (0; 0), которая будет служить началом отсчета для изображения пузыря. Обратившись к процедуре Bubble. Paint при помощи Bubble. Free, изображались пузыри. Задав процедуру Bubble. PullUp, которая вызывает процедуру Point, было получено перемещение пузырей по жидкости. При помощи компонента PlaySound осуществлялось включение звука кипящей жидкости. В итоге всех перечисленных процедур в Delphi смоделирован процесс кипения жидкости.

## ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ

Студент гр. 10903215 Млечко В. С.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Манего С. А.

Белорусский национальный технический университет

В середине 1990-х годов конкуренция в мировой экономике достигла столь высокого уровня, что потребители начали буквально диктовать свои условия производителям. Настала пора мелкосерийного производства. Однако предприятия столкнулись с тем, что изготовление прототипов, лекал, различных форм, необходимых для выпуска готовой продукции становится слишком дорого. В этот момент начался бум устройств, для изготовления прототипов. В процессе работы над каким-то объемным архитектурным или техническим проектом, часто бывает трудно выявить различные ошибки и недостатки, используя только экран монитора, к тому же не все способны легко ориентироваться в трехмерных проекциях. Имея же реальную физическую модель будущего изделия, можно выявить и устранить различные ошибки, скорректировать процесс. В условиях конкурентной борьбы между промышленными гигантами выигрыш времени в несколько недель, означает опережающий выход новинки. Кроме изготовления прототипов трехмерные принтеры используются для быстрого малосерийного производства. После прежних методов прототипирования, существовавших до середины 80-х годов, RP-системы ознаменовали собой переворот в технологии. Вместо того, чтобы ждать появления модели на протяжении нескольких недель, конструкторы теперь могут получать их через несколько часов или даже минут при помощи 3D-печати. 3D-принтеры не дают высокой точности и прочности готового прототипа, но механические свойства таких моделей вполне достаточны для визуализации, а стоимость объекта составляет 5–10 долл. Для размещения такого 3D-принтера не требуется ни специальных приспособлений, ни помещений: они могут находиться непосредственно в офисе, у рабочего места художника или конструктора. Кроме того, 3D-принтеры не используют вредных материалов и процессов. Мы стоим на пороге очередной революции. До сих пор скорость транспортировки информации значительно превосходила скорость изготовления промышленных образцов. Высказывалась мысль, что нам никогда не удастся преодолеть этот барьер. Однако если предположить, что уже в недалеком будущем любой сможет скачать себе 3D-модель любого устройства и тут же ее распечатать, показывает возможность преодоление такого барьера. Таким образом, важнейшими ресурсами, подлежащими продаже, останутся источники энергии и универсальное сырье для производства товаров, а также непосредственно 3D-принтеры.

## СХЕМА КОНТРОЛЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СВЕТОДИОДОВ

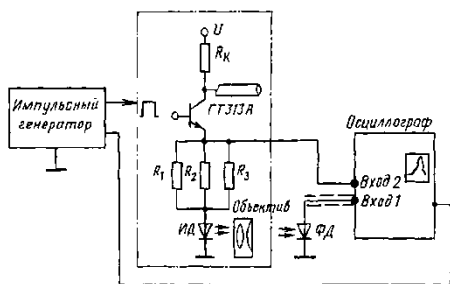
Студент гр. 11302116 Моторин С. А.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю. В.

Белорусский национальный технический университет

Полупроводниковые источники излучения (СИД) в настоящее время являются базовыми элементами оптоэлектроники и активно заменяют традиционные осветительные приборы. Светотехнические измерения характеристик полупроводниковых источников света являются сложнейшей задачей. Сущность светотехнических методов измерений состоит в фотоэлектрическом сравнении параметров исследуемых приборов с соответствующими параметрами контрольных образцов. Анализ известных фотоэлектрических методов измерений показывает, что основными причинами невысокой точности измерений параметров излучающих диодов являются несоответствие измерительного и контрольного каналов измерения и отсутствие фотоприемников с неселективной спектральной чувствительностью. Целью данной работы является макетирование схемы контроля динамических параметров светодиода методом сравнения.

На рисунке приведена принципиальная блок-схема собранной установки контроля динамических (временных) параметров светодиодов. В качестве задающего импульсного генератора использовались собранные схемы на основе микросхем серии К176. Управляющий электрический импульс поступал на вход измерительного модуля, в котором устанавливаются исследуемый СИД, а также контрольный диод сравнения. При этом контролируется равенство каналов этих светодиодов. На



фотоприемник (ФД) при помощи объектива попадает оптическое излучение. Формируемый фотоприемником электрический импульс поступает на вход двулучевого осциллографа, что позволяет проводить сравнение импульсов излучения исследуемого и контрольного светодиодов, а также сравнивать их с управляющим импульсом генератора. В работе использовались светоизлучающие диоды, работающие в различных спектральных областях видимого излучения.

## ВЛИЯНИЕ РАДИУСА ОКРУГЛЕНИЯ РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ НА ПРОЧНОСТЬ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА

Студент гр. ПБ-61м (магистрант) Нездоля Н. А.

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

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»

Геометрия режущей части лезвийного инструмента – один из важнейших факторов, определяющих его работоспособность.

Наиболее важными геометрическими параметрами, определяющими прочность твердосплавного режущего инструмента являются углы режущего клина  $\gamma$ ,  $\alpha$  и  $\beta$  и радиус округления режущей кромки  $\rho$  [1]

**Целью работы** является определение влияния радиус округления режущей кромки  $\rho$  на уровень возникающих напряжений в опасной зоне твердосплавного инструмента.

В основу оценки напряжений, возникающих в опасной зоне режущего инструмента предложена преобразованная формула Бетанели А. И [2]:

$$\sigma_1 = \frac{K_z P_z - K_y P_y}{br},$$

где  $K_z$ ,  $K_y$  – коэффициенты;  $P_z$ ,  $P_y$  – составляющие силы резания;  $b$  – ширина среза;  $r$  – расстояние от вершины до расчетной точки передней поверхности.

При этом «нулевые» напряжения возникающие на передней поверхности режущего клина инструмента определяются как [3]:

$$K_z P_z - K_y P_y = 0 \text{ или } K_z P_z = K_y P_y \text{ откуда } P_y/P_x = K_z/K_y,$$

Это условие выполняется за пределами контактной зоны и не зависит от величины составляющих силы резания, а зависят только от их соотношения, при этом коэффициенты  $K_z$  и  $K_y$  постоянны при заданной геометрии клина.

### Литература

1. Остафьев В. А., Антонюк В. С., Выслоух С. П. и др. Физические основы процесса резания ; под. редакцией Остафьева В. А. – Киев: изд. «Вища школа», 1976. – 136 с.
2. Бетанели А. И. Прочность и надежность режущего инструмента: научное издание / А. И. Бетанели. – Тбилиси : Сабчота Сакартвело, 1973. – 304 с.
3. Петрусенко Л. А., Антонюк В. С. Расчет напряжений, возникающих в опасной зоне лезвийной части режущего инструмента / Л. А. Петрусенко, В. С. Антонюк // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»: Машинобудування – К. : НТУУ «КПІ», 2016. – Вип. 77. – С. 147–156.

## БУТЫЛКА КЛЕЙНА

Студент гр. 11902115 Олешкевич А. А.

Ст. преподаватель Прихач Н. К

Белорусский национальный технический университет

«Бутылка Клейна» (рис. 1) – это определенная неориентируемая поверхность, так же часто называемая «лента Мебиуса в пространстве». Само название, скорее всего, происходит от неверного перевода с немецкого слова «Flache» – поверхность. По написанию это слово близко к слову «Flasche» – бутылка. Может служить моделью «черной дыры», она не имеет края, ее поверхность нельзя разделить на внутреннюю и наружную, то есть можно попасть внутрь бутылки не переходя через ее край. Впервые была описана в 1882 г. немецким математиком Ф. Клейном.

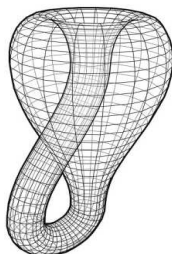


Рис. 1 – Бутылка Клейна

Свойства «бутылки Клейна»:

- 1) В отличие от «ленты Мебиуса», «бутылка Клейна» является замкнутым многообразием, то есть компактным многообразием без края.
- 2) «Бутылка Клейна» не может быть вложена (только погружена) в трехмерное евклидово пространство  $R^3$ , но вкладывается в  $R^4$ .
- 3) Путем склеивания двух «лент Мебиуса» можно получить «бутылку Клейна».
- 4) Хроматическое число ее поверхности равно 6.

Если разрезать «бутылку Клейна» пополам вдоль ее оси симметрии, то результатом будет лента Мебиуса.

Параметризация «бутылки Клейна в виде «восьмерки» имеет вид (рис. 2):

$$x = \left( r + \cos \frac{u}{2} \cdot \sin v - \sin \frac{u}{2} \cdot \sin 2v \right) \cdot \cos u$$

$$y = \left( r + \cos \frac{u}{2} \cdot \sin v - \sin \frac{u}{2} \cdot \sin 2v \right) \cdot \sin u$$

$$z = \sin \frac{u}{2} \cdot \sin v + \cos \frac{u}{2} \cdot \sin 2v$$

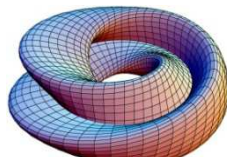


Рис. 2 – Восьмерка

В отличие от обыкновенного стакана, у этого объекта нет «края», где бы поверхность резко заканчивалась. В отличие от воздушного шара, можно пройти путь изнутри наружу, не пересекая поверхность (т. е. на самом деле у этого объекта нет «внутри» и нет «снаружи»). Хотя данное изобретение не нашло особого применения, «бутылка Клейна» содержит в себе множество тайн.

## **ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ЛОКАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПОЗИЦИИ КОМБИНИРОВАННЫМ СПОСОБОМ НА МОДУЛЯЦИОННО-ПЕРЕДАТОЧНУЮ ФУНКЦИЮ**

Канд. техн. наук, ст. преподаватель Пивторак Д. А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»

В большинстве случаев применения цифровых видео- и фотокамер, результирующее изображение формируется совокупностью расположенных в большом интервале яркостей объектов, характеризующихся низким контрастом. Несоответствие динамического диапазона входного сигнала динамическому диапазону регистратора изображения создает предпосылки к потерям части информации. Дальнейшая цифровая обработка сигнала регистратора изображения позволяет существенно повысить качество изображения и привести его к виду, удобному для дальнейшей визуализации или дальнейшей обработки, однако не может восполнить потери, допущенные на первичном этапе. Одним из способов повышения качества изображения при фотосъемке в условиях большого интервала яркости объекта фотографирования является пространственно-частотная обработка информационного сигнала в оптическом тракте с целью снижения низкочастотных составляющих спектра зарегистрированного изображения, не несущей, как правило, полезной информации. Данный вид обработки реализован в мультипликативном способе регистрации изображении, более известном, как метод нерезкого маскирования, а также при аддитивном способе регистрации, известном под название способ двойного экспонирования. Комбинированный способ регистрации изображения заключается в одновременном применении как мультипликативного, так и аддитивного способ регистрации, причем нечетная маска используется не только для модуляции изображения объекта фотографирования, но для получения негативного изображения для двойного экспонирования.

В работе получено выражение для модуляционной передаточной функции (МПФ) процесса комбинированного способа. Показано, что МПФ процесса комбинированного способа зависит от частотных свойств изображения маски, его градиента и коэффициента  $K_{\gamma 0}$ , зависящего от относительной яркости источника дополнительного экспонирования и диапазона яркости объекта фотографирования рассматриваемого участка кадра. При этом в зависимости от сочетаний текущих значений градиента маски и коэффициента  $K_{\gamma 0}$  имеет место усиление низкочастотных составляющих спектра входного сигнала, снижение амплитуды низкочастотных составляющих спектра сигнала и реверс контраста низкочастотных составляющих.

## СОЗДАНИЕ КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПАССИВНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА

Студент гр. ПК-61м (магистрант) Погребенко Д. Н.

Ст. преподаватель кафедры ПСНК Павленко Ж. А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»

Потеря подвижности конечностей распространенное явление, поэтому вопрос их реабилитации остро встал в последнее время.

Целью работы является создание конструкции устройства, предназначенного для принудительного воспроизведения плантарного сгибания и разгибания стопы. В отличие от существующих конструкций для ускорения реабилитации и процесса восстановления организма в модуле предлагается дополнительно использовать акупунктуру для стимуляции определенных биологически активных точек на стопе человека.

Устройство состоит из модуля с платформой-подстопником, включающем акупунктурные поверхности; имеющего автоматизированный, программно-управляемый электропривод, устройства управления им по соответствующему алгоритму, блок обработки информации: контроль силы прижатия, времени контакта и т. д. (рисунок). Устройство позволяет обеспечить фиксацию стопы в требуемом положении, осуществлять программируемые движения в голеностопном суставе и иметь определенное время стойкого контакта подпружиненных акупунктурных элементов с участками стопы. Модуль должен иметь регулируемый угол перемещения, чтобы в соответствии с методикой лечения в течение назначенного курса реабилитации менять углы поворота стопы. Поскольку устройство предназначено для иммобилизованных конечностей, электроприводом обеспечивается принудительное движение стопы.

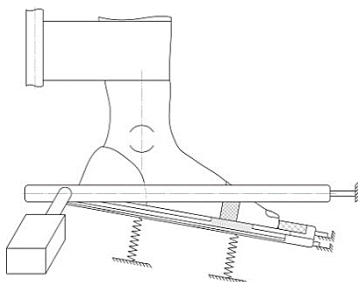


Схема конструкции устройства

Объединение механических движений и акупунктуры должно положительно сказаться на результате реабилитации.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА

Студент гр. ПК-61м (магистрант) Погребенко Д. Н.

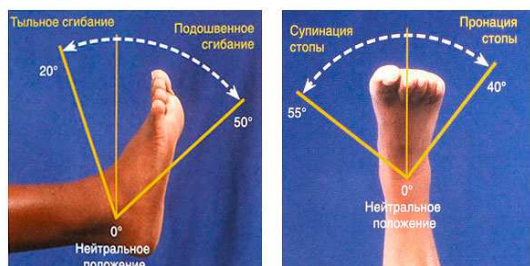
Канд. техн. наук, доцент Галаган Р. М.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»

Голеностопный сустав играет важную роль в статико-динамическом равновесии человека, концентрируя на себе всю тяжесть опоры тела. Травма голени и голеностопного сустава являются одними из самых частых и опасных травм человека. Реабилитация голеностопного сустава напрямую зависит от вида травмы и патогенеза заболевания.

При частичной иммобилизации стопы используют механические тренажеры для активной разработки, когда пациент может выполнять упражнения предусмотренные курсом лечения. При полной иммобилизации и невозможности самостоятельно выполнять упражнения необходимо устройство, которое будет принудительно воспроизводить движение стопы в полном объеме (рисунок) [1].



Объем движения в голеностопном суставе

Предлагается создать boot-модуль оснащенный двумя шаговыми двигателями для воспроизведения тыльного и подошвенного сгибания стопы, а также супинации и пронации. Данное устройство должно отличаться простотой конструкции, обладать адаптивностью, то есть регулироваться в соответствии к размеру ноги пациента, и иметь невысокую цену.

Для управления применяется плата Arduino, управляемая с компьютера с помощью программного обеспечения NI LabView.

### Литература

Перрин Д. Повязки и ортезы в спортивной медицине / Д. Перрин. – М. : Практика, 2011. – 125 с.



## МОДЕЛИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ АНИМАЦИИ В 3DS MAX

Студент гр. 11307115 Полещук А. А.

Ст. преподаватель Кондратьева Н. А.

Белорусский Национальный Технический Университет

В современном приборостроении развивается направление 3D моделирования аппаратов и систем в компьютерных программах. Autodesk 3ds MAX – полнофункциональная профессиональная программная система для создания и редактирования трехмерной графики и анимации, которая содержит самые современные средства для художников и специалистов в области мультимедиа. В приборостроении 3D Studio MAX можно использовать в качестве виртуального конструктора. Что бы инженеру не нести расходы на материалы, он может освоить комплекс программ и возможностей 3Ds MAX, и с легкостью спроектировать, а затем и смоделировать необходимый прибор. Возможна анимация макетов, в соответствии с законами физики. Для отображения простых и сложных объектов в 3Ds MAX используется так называемая полигональная сетка, которая состоит из мельчайших элементов – полигонов. Чем сложнее геометрическая форма объекта, тем больше в нем полигонов и тем больше времени требуется компьютеру для просчета изображения, тем более сглаженной выглядит геометрия тела. Такой способ создания трехмерных объектов называется моделированием на уровне подобъектов. Модель объекта в 3Ds MAX отображается в четырех окнах проекций. Вид объекта в каждом окне проекций можно изменять и наблюдать как выглядит объект с разных сторон; можно вращать все виртуальное пространство в окнах проекций вместе с созданными в нем объектами. Программа 3ds max позволяет устанавливать освещение трехмерной сцены, используя виртуальные источники света – направленные и всенаправленные. Их можно анимировать, изменять их положение в пространстве, управлять цветом и яркостью света, получать отбрасываемые объектами тени.

В работе выполнено моделирование и анимация кубика Рубика. В 3Ds MAX окрашена каждая грань в свой цвет, визуально можно «собирать и разбирать» кубик Рубика. Алгоритм моделирования: создание одного куба (из 27); использование редактора Array(Массив); создание материалов; соединение кубиков в один; применение материалов к кубику Рубика (через редактор полигонов); разъединение. Есть целесообразность применения 3Ds MAX для конструирования изображений приборов. Это подтверждает связь дисциплин «Информатика», «Технология конструирования приборов», которые изучаются студентами ПСФ БНТУ.

## ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОВ ПРИ НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ ОБЪЕКТОВ СЛОЖНЫХ ФОРМ

Студентка гр. ПК-61М (магистрант) Рожанская И. В.

Ст. преподаватель кафедры ПСНК Павленко Ж. А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»

Кроме проблемы наличия дефектов в изделиях существует еще одна не менее важная – это пропуски дефектов во время контрольных операций. Основным фактором, влияющим на пропуски дефектов является квалификация, а также добросовестное выполнение персоналом своей работы. Как считают специалисты в области управления качеством, в среднем 95% проблем организации в области качества связаны с персоналом. В автоматизированных системах неразрушающего контроля (НК), применяя манипуляторы как держатели первичных преобразователей (ПП), имеется возможность программно управлять движением их звеньев для качественного повторения профилей контролируемых поверхностей. Главным критерием возможности этого управления является создание математического описания контролируемой криволинейной поверхности объекта контроля.

Общей темой исследования является создание алгоритмов управления роботами-манипуляторами в автоматизированных системах НК, где манипуляторы применяются в качестве устройства сканирования объекта. Конкретная задача – диагностика объектов сложной геометрической формы. Робот-манипулятор перемещает ПП относительно объекта контроля и является главным элементом системы сканирования.

Рассматривается возможность применения робота-манипулятора с тремя степенями свободы на поступательных кинематических парах для контроля объекта сложной формы на примере рабочего эвольвентного профиля зуба зубчатых колес большого размера. Сложное движение, по которому сканируется профиль зуба раскладывается на простые составляющие – вдоль осей X, Y, Z, связанных с геометрией зуба:

$$X = \frac{r_b \cdot \sin(\text{inv}(\alpha_y))}{\cos(\alpha_y)}, Y = \frac{r_b \cdot \cos(\text{inv}(\alpha_y))}{\cos(\alpha_y)}, Z = b$$

где:  $r_b$  – радиус основной окружности колеса,  $\alpha_y$  – переменный угол профиля зуба,  $b$  – ширина колеса.

Вывод: имея математическое описание сложной криволинейной поверхности, можно, согласно созданного алгоритма управления осуществлять процедуру контроля.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОБОТОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ В НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ**

Студентка гр. ПК-61М (магистрант) Рожанская И. В.

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

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»

Залогом развития современного производства является совершенствование, ускорение работы и уменьшение затрат на производство продукции. Один из возможных вариантов реализации таких потребностей – использование роботов-манипуляторов.

Манипулятор – управляемое устройство (машина), оснащенное рабочим органом для выполнения двигательных функций, аналогичных функциям руки человека, при перемещении объектов в пространстве.

Исполнительный механизм любого манипулятора – это многозвенный пространственный механизм, который может иметь в общем случае поступательные, вращательные, цилиндрические, сферические и сферические с пальцем кинематические пары. В зависимости от поставленной задачи манипулятор должен обеспечивать разное число степеней свободы захвата.

Каждую задачу реально реализовать, подобрав необходимое количество степеней свободы и написав корректный алгоритм работы. Использование роботов-манипуляторов существенно уменьшает субъективную погрешность, что очень важно в современном производстве и неразрушающем контроле.

Очевидно, что разные методы неразрушающего контроля могут иметь разную степень роботизации. Наиболее легко создать роботизированную систему на основе бесконтактных методов контроля, таких как: тепловой, оптический, вихретоковый, магнитный и т. п. К бесконтактным можно отнести и ультразвуковой метод в случае использования электромагнитоакустического датчика; однако в случае применения контактных пьезоэлектрических датчиков создание роботизированной системы требует решения ряда специфических проблем.

Для проведения экспериментов, разработки программного обеспечения и разработки методики контроля сегодня можно применить достаточно недорогие конструкторы роботов-манипуляторов, управление которыми осуществляется с помощью Arduino, Raspberry Pi, Beaglebone Black или Espruino.

## **АНАЛИЗ ИННОВАЦИЙ В ОБЛАСТИ 3D-ПЕЧАТИ**

Студент гр. 10903215 Розин Д. А.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Манего С. А.

Белорусский национальный технический университет

В последние годы наблюдается стремительное развитие трехмерной печати. 3D моделирование и печать обеспечивают упрощение процесса модернизации и изменения модели на ранних этапах ее разработки и тестирования. Этому способствуют и производители самих устройств инновации – 3D-принтеров для воссоздания широкого спектра идей, развивая производственные мощности в сторону больших размеров рабочей камеры, числа уникальных цветов на деталь до 390 тыс. оттенков, количества печатающих головок и разнообразия используемых материалов, существенно сокращая время создания объекта. Дальнейшее развитие этой технологии позволяет применить трехмерную печать в самых разных областях деятельности человека. 3D-печать применяется в различных сферах: конструирование, промышленное производство, строительство, энергопотребление и медицина.

В настоящий момент 3D-печать начинает приобретать настоящую промышленную мощь. Данные ежегодных отчетов исследований Wholers Associates рынка 3D-печати констатируют объем продаж в 2015 г. в количестве почти 218 тыс. За два года рост продаж свыше 100% – это очень высокий показатель активного развития рынка, который дает основания говорить о его дальнейших положительных перспективах. Следует отметить, в мире наблюдается заметный рост производства и потребления недорогих домашних 3D-принтеров.

Одной из наиболее распространенных сфер 3D-печати является архитектура и строительство. Из самых последних инноваций в области строительства можно отметить появление устройства, предоставляющего возможность «создавать» до десяти домов в сутки площадью двести кв. метров каждый. В области энергопотребления данная технология используется для создания миниатюрных элементов питания, способных поддерживать нужный заряд. Пиком развития инноваций в области 3D-печати является медицина.

3D-принтеры занимают все более важное место в работе любой стоматологической клиники, зуботехнической лаборатории, исследовательских центров. С их помощью стоматологи не только повышают качество своей продукции и услуг, но и экономят значительные средства. Следует также отметить развитие новой концепции «биопринтер», которая включает создание точных моделей живых тканей путем наращивания клеточных слоев.

## **ПОСТРОЕНИЕ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

Студент гр. ПБ-41 Рыжук Я. А.  
Ассистент Заець С. С.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»

В настоящее время эффективность программного управления оценивают с помощью изготовления необходимого количества деталей в установленное время. Но не всегда удается создать реальные условия эксплуатации, а в случае нежелательного хода изготовления сложно выяснить его причины и выбрать пути улучшения ПУ (программного управления) на станке с ЧПУ (Числовым Программным Управлением).

Надежность и работоспособность инструмента в условиях действия динамических нагрузок можно оценить по результатам решения задач расчета нестационарных механических процессов, которые происходят в инструменте. Но их решения очень сложное. В связи с этим возникает необходимость применения методов, которые позволяют решать сложные задачи повышения механической стойкости режущего инструмента в процессе изготовления деталей. Эти методы ориентированы на использование «обрабатывающей» кибернетики, средств вычислительной техники, открывают широкие перспективы для построения программного управления станками без априорных знаний.

В связи с развитием микропроцессорной техники, предлагается применять блоки оперативной идентификации с соответствующим регулятором, что выделяются в самостоятельные управляющие модули, не зависящие от модулей, решая другие задачи автоматизированной системы управления технологическими процессами. Теория адаптивной системы с идентификатором при этом существенно не изменится и процесс идентификации в таком случае выполняется так, как будто для него было создано отдельные программы в одной управляющей машине.

### **Литература**

Максимчук І. В., Заець С. С., Войтюк О. А. Питання побудови адаптивної системи для механічної обробки. – Вісник ЧДТУ, 2008. – № 1.  
– С. 100–102.

## РАЗРАБОТКА САЙТА НА ДВИЖКЕ WORDPRESS

Студент гр. 11307116 Селицкий Л. Н.

Ст. преподаватель Кондратьева Н. А.

Белорусский национальный технический университет

Большим прорывом в технологии создания и разработок современных веб-проектов является создание CMS (Современные системы управления контентом). Современные системы управления контентом широко используются на просторах сети Интернет при создании проектов любой сложности. Основные отличительные черты систем управления контентом, которые одновременно являются преимуществами — это возможность разработки сайтов, практически любой сложности. Так же возможно быстрого, простого и интуитивно добавлять, удалять, редактировать и форматировать контент, это значительно упрощает и облегчает задачу администрирования сайта.

С использованием CMS возможно не только добавление текстового контента, но и различного мультимедийного материала. Это позволяет значительно разнообразить сайт и привлечь новых посетителей. Так же системы управления контентом автоматически генерируют панель администратора, которая затрагивает все сферы работы сайта, что очень удобно и практично. В настоящее время для Современных систем управления контентом постоянно разрабатываются шаблоны, которые отличаются большим разнообразием. При знании html и css возможно редактирование дизайна на свой вкус. Один из самых популярных CMS является Wordpress.

Для создания сайта природоохранного объекта на движке Wordpress выбрана эта система, исходя из следующих преимуществ: WordPress-система управления содержимым сайта (CMS) с открытым исходным кодом, она написана на PHP, в качестве базы данных использует MySQL. В процессе работы над сайтом использовалась возможность CMS использования простого и удобного консоль; объемных библиотек «тем» и «плагинов»; системы контроля безопасности сайта; наличия системы автоматического сохранения набираемого в редакторе текста, для предотвращения потери информации из-за программного или аппаратного сбоя; наличие инструмента автоматического обновления до более свежей версии.

Сфера применения CMS – от блогов, до достаточно сложных новостных ресурсов и даже интернет-магазинов. Встроенная система «тем» и «плагинов» вместе с удачной архитектурой позволяет конструировать практически любые проекты.

## РЕАБИЛИТАЦИОННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Студенты гр. 11307116 Селицкий Л. Н., Середа Д. А.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю. В.

Белорусский национальный технический университет

Магнитно-электротерапия – один из методов реабилитационной физиотерапии, основанный на контролируемом воздействии на организм электрического тока, магнитных и электромагнитных полей с целью сохранения, восстановления и укрепления здоровья. В лечебной практике используют различные виды высокочастотных воздействий на организм: поле высокой частоты (ВЧ-терапия, или дарсонвализация), электрическое поле ультравысокой частоты (УВЧ-терапия), микроволны с различной частотой и длиной волны (СВЧ-терапия). Все методы данной терапии обладают общими признаками, что позволяет отнести их к одному разделу физиотерапии. Во-первых, основным действующим фактором всех методов высокочастотной терапии считается переменный ток, который либо непосредственно подводится к телу пациента, либо возникает в тканях и средах организма под влиянием переменных высокочастотных полей. Во-вторых, общим является способ получения действующего фактора (в аппаратах используется колебательный контур). В-третьих, одинаков механизм действия этих факторов на организм. В основе физиологического и лечебного действия высокочастотных электрических колебаний лежит их взаимодействие с электрически заряженными частицами тканей. Оно сопровождается неспецифическим (тепловым) и специфическим (осцилляторным) эффектами. В работе выполнен сравнительный анализ известных аппаратных решений реабилитационных элементов и аппаратуры магнитно-электротерапии. В таблице приведены диапазон электромагнитных колебаний, методы и аппараты, применяемые при таком лечении.

Вид лечения	Диапазон ЭМ-колебаний	Лечебные методы	Аппараты	Рабочая частота
ВЧ-терапия	0.03...30 МГц	Токи надтональной частоты; дарсонвализация; индуктотерапия	ДКВ-2; ДВК-4 Искра-1(2)	до 13 МГц
УВЧ-терапия	0.030...3 ГГц	Э. п. УВЧ	Волна-2; Ромашка	до 40 МГц
СВЧ-терапия	3...30 ГГц	ДМВ-терапия СВМ-терапия	Луч-58; Луч-2	до 2.5 ГГц

## **НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В ОБУЧЕНИИ**

Студенты гр. 10903416 Смирнова А. В., Редько М. С., Король Р. В.

Канд. физ.-мат. наук Манего С. А.

Белорусский национальный технический университет

Технические средства обучения (ТСО) – это устройства, помогающие преподавателю обеспечивать учащихся учебной информацией, управлять процессами запоминания, применения и понимания знаний, контролировать результаты обучения. В них имеются специальные блоки, позволяющие хранить и воспроизводить программы информационного обеспечения, управления познавательной деятельностью учащихся и контроля. Перечислим основные виды ТСО: информационные, программированного обучения, контроля знаний, тренажеры и комбинированные. К ним относятся: кинопроекторы, диапроекторы, эпипроекторы, видеоманитофоны, телевизионные комплексы, персональные компьютеры и компьютерные системы (классы). Они постоянно совершенствуются. В школы и гимназии систематически поступают новые, апробированные и рекомендованные ТСО как общего назначения, так и специализированные: лингафонные кабинеты для изучения иностранных языков, комплексы для изучения физики, математики и других предметов.

Широкое распространение получают в учебных учреждениях обучающие персональные компьютеры, которые могут быть использованы в обучении по любым предметам. Они снабжены программами управления познавательной деятельностью обучающихся, связанной с формированием расчетных вычислительных навыков, навыков письма, решения алгебраических уравнений, задач по физике, химии, построения графиков и чертежей. В последнее время разработаны программы по рисованию на экране дисплея, написанию и редактированию сочинений, заучиванию наизусть текста, усвоению грамматики. Эти программы адаптированы к возрастным и индивидуальным особенностям учащихся. Некоторые персональные компьютеры снабжены часами и могут работать в режиме репетитора и экзаменатора, самостоятельно устанавливать и анализировать ошибки.

В работе был проведен анализ и отбор различных типов технических средств обучения для производственно-технических учебных заведений. Отмечается, что в сфере производства информационные технологии могут не только облегчить труд работников и уменьшить их численность, но и позволяют осуществлять процесс производства быстрее, производя большие объемы продукции.



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ИЗМЕНЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК, ОБЛУЧЕННОЙ ГАММА-КВАНТАМИ

Студент гр. 11307115 Соболев Д. Е.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Бумай Ю. А.

Белорусский национальный технический университет

В интервале длин волн 200–1100 нм были измерены спектры отражения и пропускания тонких (40 мкм) пленок полимера (полиэтилентерефталата), облученного  $\gamma$ -квантами в диапазоне доз 6–2900 Гр. На исходных образцах для длин волн  $\lambda > 800$  нм наблюдается интерференционная картина от пленки. Возникновение дополнительной интерференционной картины на облученных образцах свидетельствует о появлении приповерхностных модифицированных слоев с отличающимися от объема показателями преломления. Так как положения интерференционных максимумов (или минимумов) для однородных планарных слоев являются эквидистантными по энергии, зависимость  $E_m$  от номера максимума  $m$  дает возможность по наклону определить оптическую толщину ( $nd$ ) модифицированных слоев на основе формулы

$$E_m = \frac{hc}{2nd} m = E_0 m,$$

где  $h$  – постоянная Планка,  $c$  – скорость света в вакууме.

Оптические толщины слоев, полученные таким методом, лежат в интервале 2.21–2.41 мкм (для дозы 6 Гр), 2.27–2.35 мкм (для дозы 44.8 Гр) и 1.89 – 2.37 мкм (для дозы 2900 Гр). Для уточнения коэффициентов отражения и поглощения, необходимых для расчета показателя преломления модифицированных приповерхностных слоев, использовано моделирование прохождения света через трехслойную структуру с учетом отражений от границ слоев внутри пленки. Для длины волны 620 нм коэффициенты отражения от поверхности исходной пленки и модифицированных слоев, полученные таким способом, равны  $R = 1.4\%$  (исходный),  $4.8\%$  (6 Гр),  $2.2\%$  (44.8 Гр),  $3.7\%$  (2900 Гр). Из значений  $R$  и формулы Френеля  $R = (n-1)^2/(n+1)^2$  получены значения показателей преломления модифицированных слоев  $n = 1.56$ ,  $1.35$  и  $1.48$  для указанных выше доз, соответственно. Показатель преломления исходного образца составил  $n = 1.27$ . Исходя из значений  $n$  и оптических толщин модифицированных слоев, их геометрическая толщина составляет 1.41–1.55 мкм, 1.68–1.74 мкм и 1.28–1.61 мкм для доз 6,44, 8,2900 Гр, соответственно. Разброс может быть связан как с неоднородностью показателя преломления, так толщин модифицированных слоев.

## НАНОТРАНЗИСТОРНЫЕ СТРУКТУРЫ

Студент гр. 10903416 Ткаченко В. С.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Манего С. А.

Белорусский национальный технический университет

В последние годы развитие электроники постоянно направлено на поиск новых материалов для нанoeлектроники, так как развитие нанотехнологии приводит к увеличению количества транзисторов на кристалле. Одним из таких материалов являются углеродные нанотрубки, благодаря их структурным особенностям и физическим свойствам. Углеродные нанотрубки обладают особой прочностью и упругостью. Используя определенные методы получения нанотрубок, можно получить их с заданной структурой и направлением роста. Недавно учеными были разработаны способы получения нанотрубок методом омического нагревания графитовой бумаги и методом магнетронного напыления углеродных пленок с нанотрубками. Использование нанотрубок дает возможность создавать нанотранзисторы, нанодиоды, нанокатоды для электронных схем. С малыми размерами транзисторов (20–25 нм) снижается площадь кристалла, уменьшаются паразитные емкости, улучшается быстродействие и снижается энергопотребление сверхбольших интегральных микросхем (СБИС). На основе углеродных нанотрубок могут быть созданы новые типы экранов, так как зерно изображения при этом получается крайне малым, что увеличивает четкость изображения. В настоящее время идут интенсивные поиски технологических процессов, которые бы позволили с помощью небольшого числа операций одновременно производить большое число нанотранзисторов.

В нанoeлектронике из нанотрубок могут быть получены топливные элементы и энергоустановки на их основе. В настоящее время в топливных элементах используются электрокатализаторы на углеродных носителях, но использование нанотрубок является более эффективным видом носителей катализаторов. Фильтры для очистки жидкостей состоят из нанотрубок, вертикально ориентированных к подложке, что используется для создания наномембран, используемых для фильтрации и опреснения воды, а также фильтров для очистки газов и воздуха. Нанотрубки имеют меньший предел пропускаемых частиц по сравнению с поликарбонатными фильтрами. Анализ научно-технической информации показал, что возможен прорыв в полимерной электронике и создание функциональных элементов у нанoeлектроники, в частности на гибких подложках. Отметим также, что отдельные элементы металлической нанoeлектроники найдут свое применение в СВЧ-технике.

## ЭЛЕМЕНТЫ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Студент гр. 10903215 Тривашкевич Е. В.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Манего С. А.

Белорусский национальный технический университет

Одним из важнейших направлений развития современных технологий является миниатюризация изделий различного функционального назначения, которая приводит к экономии материальных и энергетических затрат, связанных с их производством и эксплуатацией, а также расширяет возможности их применения в тех областях, где требования к уменьшению их размеров и массы являются особенно жесткими.

Наиболее перспективным направлением в электронике является создание электронных приборов, размеры которых порядка 10 нм. Прогресс технологии структур кремний-на-изоляторе (КНИ) инициировал интенсивные исследования новых конструктивно-технологических вариантов создания наноразмерных полевых транзисторов. Уже в области субмикронных размеров за счет полной диэлектрической изоляции КНИ-транзисторы обладают рядом преимуществ перед их аналогами на объемном кремнии – более низким энергопотреблением, высокими пробивными напряжениями, большим быстродействием. В нанометровом диапазоне привлекательность КНИ обусловлена, прежде всего, возможностью решения ряда проблем свойственных короткоканальным транзисторам, а также возможностью изготовления новых приборов, работающих на квантово-размерных эффектах. Одним из вариантов прибора, альтернативного классическому МОП-транзистору, является высоколегированная проволочка кремния на изоляторе, проводимость которой управляется полевым затвором. Благодаря тому, что проволочка легирована однородно, устраняется ряд проблем мелкозалегающих переходов и эффект смыкания.

Одним из известных вариантов транзисторов, работающих на квантово-размерных эффектах, является конструкция одноэлектронного транзистора, который представляет собой два последовательно включенных туннельных перехода, отделенных друг от друга квантово-размерным островком. Используя одноэлектронный транзистор для хранения информации в полупроводниковых микросхемах памяти, мы можем существенно снизить, при перезарядке величину рассеиваемой мощности будет на несколько порядков больше, чем в стандартных ячейках памяти. Таким образом, переход от объемного кремния к пластинам кремния на изоляторе является одним из способов решения основных проблем создания транзисторов нанометрового диапазона.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИЛЬНОТОЧНЫХ ИМПУЛЬСОВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНО НЕНАДЕЖНЫХ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ**

Студент гр. 11305116 Урбанович Е. С.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Бумай Ю. А.

Белорусский национальный технический университет

Одним из методов выявления потенциально ненадежных светоизлучающих диодов (СИД) является измерение временного спектра тепловых сопротивлений и сечений тепловых потоков в процессе импульсного нагрева СИД большими токами (существенно выше предельных) и последующем остывании. Метод основан на том, что локальность нагрева кристалла при больших импульсных токах обусловлена неоднородностями и/или областями скопления дефектов.

Методом переходных электрических процессов при различных импульсных токах [1] исследованы тепловые свойства синих индикаторных СИД Nichia (90 мВт) на основе InGaN/GaN гетероструктур. Измерения параметров проведены как в процессе импульсного нагрева, так и при последующем остывании.

Спектры на малых токах (70 мА, хотя и превышающих номинальный ~30 мА), измеренные при нагревании и остывании, отличались слабо. Аналогичные спектры, полученные при больших токах (1,09 А), отличались существенно. Обнаружено, что тепловое сопротивление области кристалла (времена порядка 10 мкс), измеренное при нагреве, может значительно превышать измеренное при остывании. В частности, при нагревании сильно возрастает тепловое сопротивление области кристалла. Указанный эффект сопровождается также существенным сужением площади теплового потока (до ~0,01 мм<sup>2</sup> при площади поверхности кристалла СИД ~0,09 мм<sup>2</sup>). Результаты указывают на локальность нагрева кристалла, обусловленную шнурованием тока, которое обычно происходит, в областях скопления дефектов, протяженных дефектов или обусловлено неоднородностями в легировании. Необходимо отметить также, что вольтамперные характеристики данных СИД достаточно сильно изменялись при длительных ультразвуковых обработках, что тоже указывает на наличие протяженных дефектов в области их *p-n* переходов.

### **Литература**

1. Zakgeim, A. L. Comparative Analysis of the Thermal Resistance Profiles of Power Light-Emitting Diodes Cree and Rebel Types / A. L. Zakgeim [et al.] // EuroSimE 2013: 14th International Conference on Thermal, Mechanical and Multi-Physics Simulation and Experiments in Microelectronics and Microsystems. – 2013. – № 01. – P. 1/7–7/7.

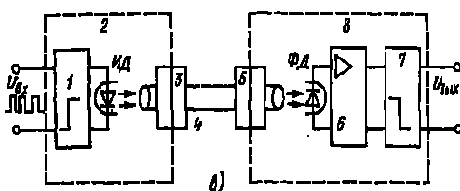
## МАКЕТИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМ «ДЛИННОГО» ОПТРОНА

Студент гр. 11310114 Хаткевич В. А.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю. В.

Белорусский национальный технический университет

Принцип работы оптрона заключается в преобразовании электрического сигнала в световой импульс, передаче его по оптическому каналу и последующем преобразовании обратно в электрический сигнал. По степени сложности структурной схемы выделяют две группы оптронных приборов: оптопара – полупроводниковый прибор, состоящий из излучающего и фотоприемного элементов, между которыми имеется оптическая связь, обеспечивающая электрическую изоляцию между входом/выходом, и оптоэлектронная интегральная микросхема, состоящая из нескольких оптопар и электрически соединенных с ними согласующих и усилительных устройств. Специфическую группу управляющих оптронов составляют «отражательные» и «длинные» оптроны. Создание «длинных» оптронов (с гибким волоконно-оптическим световодом) открыло совершенно новое направление применения изделий оптронной техники. Целью данной работы является макетирование и исследование оптической схемы оптрона с волоконно-оптическим световодом.



На рисунке приведена принципиальная схема исследуемого макета: 1 – схема управления СИД; 2 – передающий модуль (ЭП); 3, 5 – оптические соединители; 4 – гибкий волоконно-оптический световод; 6 – усилитель; 7 – выходная схема; 8 – приемный оптоэлектронный модуль.

Для формирования управляющих импульсов ЭП был собран генератор последовательности электрических импульсов амплитудой 0,6 В и длительностью  $10^{-3}$  с. В схеме использовались светоизлучающие диоды, работающие в различных спектральных областях видимого излучения, а также светодиоды белого и ИК излучения. В приемном модуле ОПр монтировались широкополосные фотодиоды (ФД7, ФД17 и ФД25). В эксперименте использовалась осциллографическая методика регистрации выходных импульсов. Применение двухлучевого осциллографа С1-63 позволяло непосредственно сравнивать управляющие и выходные импульсы исследуемых схем «длинных» оптронов.

## ВОЗМОЖНОСТЬ СОЗДАНИЯ МАЛОГАБАРИТНОГО КРОУЛера ДЛя КОНТРОЛЯ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ

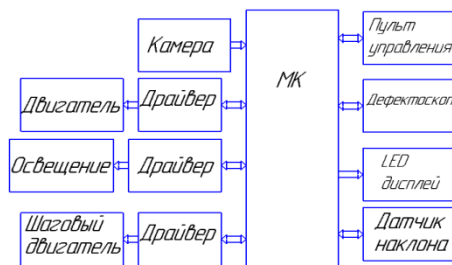
Студент гр. ПК-61м (магистрант) Ходневич С. В.

Ст. преподаватель Павленко Ж. А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»

В настоящее время в эксплуатации находится большое количество дорогих бурильных труб, часть из которых уже выработала свой гарантийный срок. Однако исследования показывают, что срок эксплуатации многих из них может быть продлен при условии их тщательного контроля спецоборудованием. Для обследования были выбраны бурильные трубы компании Wirt с внутренним диаметром 330 мм и длиной до 12 м. Целью исследования является создание малогабаритного кроулера, предназначенного для контроля труб относительно небольших диаметров. Разработана структурная схема кроулера (рисунок) определены основные конструктивные составляющие: движущее устройства - мотор-редуктор серии IG-28GM фирмы KING RIGHT MOTOR. Управление реализовано на основе микроконтроллера Atmega 128. Для предотвращения опрокидывания устройства при движении внутри объекта контроля выбран датчик наклона и ускорения ADXL345. Для визуального контроля изделия кроулер оборудован камерой KPC-VSN700PHB, освещение – светодиоды КИПД 80E20-B1-устанавливаются также ультразвуковые датчики.



Структурная схема кроулера

Предлагаемое решение конструкции устройства проще своих аналогов за счет использования серийных элементов и более доступно по цене. Кроме того, конструкция изделия допускает его дальнейшую модернизацию. В дальнейшем планируется разработать поворотное устройство для камеры и улучшить систему освещения, также установить беспроводное управление.

## **АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДСИСТЕМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ**

Канд. техн. наук, ст. преподаватель Цыбульник С. А.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»

Главной проблемой при построении любой системы визуализации на основе имитационного моделирования для систем функциональной диагностики является необходимость разработки специализированного программного обеспечения. В современных средствах имитационного моделирования эта проблема решается с помощью автоматизации построения кода на основе графических систем (геометрических моделей) и с использованием методов объектно-ориентированного программирования. Данный подход значительно облегчает процесс создания адекватных имитационных моделей для использования в системах функциональной диагностики и делает их более понятными для человека-оператора. Именно поэтому система функциональной диагностики, построенная на основе имитационного моделирования, может сочетать в себе различные алгоритмы моделирования (математическое, геометрическое и т. д.) и проводить операции непосредственно с информативными свойствами модели объекта контроля.

Для раскрытия особенностей функционирования, описания существенных параметров подсистемы визуализации, а также связей между ними создано ее информационную модель. Данная модель предполагает наличие внешних (входящих) данных, которые, в соответствии с разработанной функциональной схемой системы функциональной диагностики, являются сигналами из трех типов первичных преобразователей: акселерометра, тензорезистора и инклинометра.

Имея информационную модель с описанием основных принципов, которые должны быть реализованы в подсистеме визуализации для ее интеграции в систему, необходимо разработать алгоритмическое обеспечение. Поэтому разработано алгоритмическое обеспечение для визуализации вибрационных данных, которое обеспечивает обработку исходных данных и построение графиков по результатам спектрального и частотно-временного анализа. Разработано алгоритмическое обеспечение для визуализации комплексных измерений напряжений и пространственного положения, которое обеспечивает обработку исходных данных для корректного их отображения на имитационной модели объекта.

## **КАЛИБРОВКА БЛОКА ЛАЗЕРНЫХ ГИРОСКОПОВ НА НЕПОДВИЖНОМ ОСНОВАНИИ**

Студент гр. ПГ-32 Шелевер В. М.

Ассистент Сапегин А. Н.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»

Для построения инерциальных систем ориентации и навигации используют инерциально-измерительный модуль (ИИМ). В состав каждого ИИМ входят три акселерометра и датчика угловой скорости.

Для корректной работы ИИН, а именно обеспечения высокой точности инерциальных чувствительных элементов необходимо определять их выходные параметры уже после установки в ИИН, поскольку кроме индивидуальных особенностей акселерометров и гироскопов нужно также учитывать несоответствия осей чувствительности элементов с базовыми осями ИИМ.

Для решения этой задачи используют калибровку ИИМ. Методик калибровки ИИМ разработано много, однако обычно используют метод тестовых поворотов.

Для калибровки блока акселерометров в составе ИИМ методом тестовых поворотов чаще всего используются прецизионные оптические делительные головки, определяя выходные параметры акселерометров по каждой из трех осей ИИМ задавая известные ускорения.

Для калибровки блока гироскопов в составе ИИМ, как правило, используется поворотная установка (ПУ). Для этого ИИМ устанавливают на поворотный стол, с вертикальной осью вращения, и вращая с заданной угловой скоростью по каждой из ортогональных осей определяют необходимые параметры.

Недостатком такого метода необходимо отметить невозможность применения такой ПУ, которая обладала абсолютной стабильностью вращения. Прецизионные лазерные гироскопы (ЛГ), которые входят в состав БИНС, обладают характеристиками, которые позволяют определять такие малые угловые скорости, как вращение Земли [1]. Угловая скорость вращения Земли намного более стабильная чем ПУ, это позволяет проводить калибровку ИИМ с ЛГ, не используя дорогостоящих поворотных установок и значительно ускорить всю процедуру.

### **Литература**

Головач С. В. Экспериментальное исследование характеристик лазерного гироскопа // Вісник НТУУ «КПІ», Серія Приладобудування. – 2014. – Випуск 40. – С. 33–38.



## ПРИМЕНЕНИЕ 3D ПЕЧАТИ В МЕДИЦИНЕ

Студенты гр. 10903416 Шестокович Е. С., Рубинштейн А. Ю.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Манего С. А.

Белорусский национальный технический университет

В XX веке полагали, что 3D-печать может быть применена для изготовления различных моделей и прототипов деталей, а сегодня технология трехмерной печати постепенно набирает обороты во многих сферах нашей жизни. Одним из общеизвестных направлений, наиболее успешно адаптирующих 3D-печать под свои задачи, является медицина.

В настоящее время широко применяются технологии 3D-печати в таких областях медицины, как стоматология. Дальнейшие исследования в этой области направлены на разработки костных хрящей для людей, получивших травмы. Используя такую технологию можно создать имплантант для носа, ушей или коленных чашечек. Очевидно, эта революционная технология поможет многим людям, и значительно снизит потребность в использовании доноров. Основные преимущества 3D-печати в медицине: скорость (использование традиционных технологий литья протезов – процесс долгий), легкость, пористость. Именно это качество позволяет протезу быстрее «обратиться» живыми тканями. Возможности 3D-принтера в медицинской отрасли безграничны. Особых успехов удалось добиться в сфере протезирования. Одним из успешных проектов, посвященных этому, считается создание поверхностей с аутентичным дизайном. Впоследствии эти поверхности крепятся к протезам мощнейшими магнитами. Следует отметить, что уникальные возможности 3D-печати позволяют обладателям необычных протезов выражать свою индивидуальность. Используя уникальные возможности аддитивной технологии, удалось успешно восстановить поврежденную часть лица пациента. Для этого изначально проводили компьютерную томографию, после чего преобразовали полученные изображения в трехмерные данные. Затем напечатали модель челюсти на 3D-принтере так, что можно было с ее помощью полностью реконструировать лицо. Таким образом, была показана возможность создания индивидуальных имплантантов из гидроксиапатита для реконструкции больших повреждений при травмах головы с хорошими механическими и osteoconductive свойствами.

Итальянские ученые из студии МНОХ недавно опубликовали исследование, в котором они предполагают, что их технология 3D-печати позволят создать искусственную сеть зрительных нервов и помогут обрести зрение людям, для которых слепота казалась неизлечимой.

## **ВЛИЯНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ЭФФЕКТОВ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЕТОВОГО СИГНАЛА В ОПТИЧЕСКОМ ВОЛОКНЕ**

Студентка гр. 11311114 Юхновская А. В.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Развин Ю. В.

Белорусский национальный технический университет

Проведенный анализ опубликованных результатов показывает, что поляризационные эффекты в волоконно-оптических линиях (ОВ) связи (считавшиеся незначительными) стали играть роль основной причины, определяющей увеличение скорости и дальности передачи информации. По мере увеличения скорости передачи информации по одному каналу слабые эффекты поляризационной модовой дисперсии PMD могут привести к искажению передаваемой информации. Свет представляет собой электромагнитную волну, и ее распространение в любой среде описывается уравнениями Максвелла. Данные уравнения имеет два линейно независимых решения, которые представляют линейно поляризованные вдоль осей  $x$  и  $y$  электрические поля (состояния поляризации SOP). В идеальном изотропном оптическом волокне оба состояния поляризации имеют одну и ту же постоянную скорость распространения, и длительность передаваемого импульса остается неизменной. В реальных оптических волокнах из-за нарушения круговой симметрии возникает небольшая анизотропия, поэтому, учитывая, что световая энергия распределена между SOP, различие скорости распространения вызывает увеличение длительности импульса на выходе ОВ. Анизотропия или двулучепреломление оптического волокна может быть связано с нарушением идеальной круговой формы сердцевины, из-за несимметричных напряжений в материале ОВ или несовпадения геометрических центров сердцевины и оболочки. При этом в оптическом волокне распространяются две ортогонально поляризованные моды с различными скоростями, что приводит к возникновению временной задержки  $\delta t$  (DGD – Differential Group Delay), вызывающей уширение сигнала. Состояния поляризации, задающие самое быстрое и самое медленное распространение сигнала, называются быстрым и медленным главными состояниями поляризации PSP (Principal State of Polarization). Различие скоростей приводит к отставанию импульса, поляризованного вдоль медленной оси PSP от импульса, поляризованного вдоль быстрой оси PSP на величину задержки  $\delta t$ . Задержка световой волны, поляризованной вдоль медленной оси, относительно волны, поляризованной вдоль быстрой оси, приводит к появлению разности фаз  $\Delta\phi$  между двумя поляризационными компонентами:  $\Delta\phi = \phi_s - \phi_f = \omega \delta t$ .

## **ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ КОЛЕБЛЮЩИХСЯ СТРУН ПРИ ПРОТЕКАНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА**

Кольчевская М. Н., Кольчевская И. Н.,  
Доцент Кольчевский Н. Н.  
Белорусский государственный университет

Провода и струны применяются для создания звуков в музыкальных инструментах, передачи электричества на расстоянии, поддержке опор и столбов за счет механического натяжения. Однако все эти процессы развиваются одновременно и влияют друг на друга, например, электрические провода колеблются и звучат, и находятся в механическом натяжении.

Цель работы: исследовать механическую прочность металлических струн в зависимости от величины протекающего электрического тока и амплитуды звуковых колебаний

Для исследования собрана установка, которая представляет собой струну с закрепленным концом, а к свободному концу струны подвешивали грузы. При периодическом воздействии в струне возбуждаются стоячие волны. При этом геометрия струны претерпевает изменения, которые можно описать коэффициентом Пуассона. Длина струны увеличивается при увеличении амплитуды колебания, радиус струны уменьшается. Электрическое сопротивление зависит только от силы натяжения, а сила упругости от природы атомов. Экспериментально исследовался процесс разрыва струны. Для исследования механической прочности стальных и нихромовых проволок разных диаметров от 0,9 мм до 0,1 мм. Экспериментально установлено – механическая прочность струны падает при протекании электрического тока. Одной из причин, уменьшения механической прочности проволок при протекании тока является увеличение температуры проволоки. Однако эксперименты с нагретой до температуры 500 °С нихромовой проволокой показывают, что уменьшения механической прочности проволок при протекании тока оказывается более значительным, чем при простом нагреве. Зависимость механической прочности проволок при протекании тока и механических колебаниях позволяет развивать методы контролируемого разрыва металлических струн и проводов

### **Литература**

Введение в сопротивление материалов, под ред. Б. Е. Мельникова.  
– СПб, 1999.

## СЕКЦИЯ 7. СПОРТИВНАЯ ТЕХНИКА

УДК 769.021.26

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ КОНФЕРЕНЦ-ЗАЛА

Студент гр. 11902112 Барановский С. И.

Канд. пед. наук, доцент Васюк В. Е.

Белорусский национальный технический университет

Информация в современном мире превратилась в один из наиболее важных ресурсов, а информационные системы (ИС) стали необходимым инструментом практически во всех сферах деятельности.

Разнообразие задач, решаемых с помощью ИС, привело к появлению множества разнотипных систем, отличающихся принципами построения и заложенными в них правилами обработки информации.

Интеграция проекционных и аудиовизуальных технологий во все сферы деятельности человека, которая сконцентрирована во фразе World wide audiovisual installations, является одним из необходимых условий развития современного общества.

Грамотное оснащение конференц-зала является одним из необходимых условий привлечения клиентов для проведения различных мероприятий. Конференц-система – это комплекс оборудования, предназначенного для проведения конференций, презентаций, совещаний, концертных и торжественных мероприятий (рисунок).



Конференц-зал

Для конференц-зала было подобрано необходимое оборудование различных производителей с учетом заданных параметров и требованиями к функциональности: микрофонные и акустические системы, проекторы, оборудование для синхронного перевода, система записи в виде и видеотрасляции, а также обеспечена возможность автономной работы в течение 60 минут.

Разработанный проект конференц-системы позволяет проводить широкий спектр различных мероприятий.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ  
МОБИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ В ОЦЕНКЕ ТЕХНИКИ  
СПОРТСМЕНОВ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ  
В СТРЕЛЬБЕ ИЗ ЛУКА**

Магистрант гр. 51950116 Белоус П. А.  
Белорусский национальный технический университет

Современная стрельба из лука – вид спорта, требующий от спортсмена высокого уровня технической, физической, тактической и психологической подготовленности.

Было проведено ряд практических экспериментов с использованием мобильных аппаратно-программных комплексов. Эксперименты проводились во время выполнения соревновательного упражнения. Спортсмены выполняли 60 выстрелов из классического лука в условиях, моделирующих соревновательную деятельность – 10 серий по 3 выстрела в каждой. Условия для выполнения соревновательного упражнения были одинаковые, дистанция до мишени – 18 метров. Для получения данных использовались три системы, синхронизированные между собой и объединенные в один комплекс. Первая из систем предназначена для регистрации биоэлектрической активности мышц спортсмена. Вторая – для измерения баланса распределения массы тела на стопы спортсменов-лучников. Третья предназначена для видеозахвата движения спортсмена и построения модели его двигательного действия. На основании полученных данных выявлены ведущие группы мышц, которые оказывают определяющее значение на результат выстрела, оценена работа этих мышц в условиях высокоинтенсивных нагрузок. При использовании системы «видеозахвата» для анализа движения были получены следующие показатели: временные характеристики, угловые характеристики, скорости, ускорение любой точки сустава. Полученная информация о распределении давления стоп на опорную поверхность спортсмена в процессе выполнения выстрела позволяет оценить распределение общего центра тяжести (ОЦТ) тела, а также распределение давления и перемещение центра давления по каждой стопе при выполнении выстрела, были получены пиковые значения давления на стопы в отдельные моменты времени. Используя данные видеосъемки, определялось изменение углов ведущих звеньев тела спортсмена, задействованных в осуществлении выстрела, а также влияющих на результативность выстрела.

На основании экспериментальных данных разработана методика биомеханической оценки движения спортсменов, специализирующихся в стрельбе из лука, с использованием мобильных аппаратно-программных средств.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ СИЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ

Студент гр. 11904113 Бобко А. Н.

Ст. преподаватель Зайцев И. Ф.

Белорусский национальный технический университет

Благодаря возросшей популярности пауэрлифтинга среди молодежи и взрослого населения, этим силовым видом спорта занимаются все больше людей. Популярность пауэрлифтинга объясняется простотой, доступностью, быстрым ростом результатов и благотворным влиянием на здоровье занимающихся. Занятия пауэрлифтингом способствуют увеличению мышечной силы, укрепляют связки и суставы, помогают выработать выносливость, гибкость и другие физические качества, воспитывают волю, уверенность в своих силах, повышают работоспособность всего организма.

Для развития силовой подготовки спортсменов был разработан тренажер, содержащий:

- платформу;
- основание;
- систему изменения угла;
- систему измерения угла;
- ролик;
- фиксатор ног;
- ограничитель движения ролика.

Элементом взаимодействия является ролик и фиксатор ног. Исполнительным элементом является масса тела спортсмена и нагрузка, которая является с изменением угла платформы. Пульт управления является клавиатура. С помощью клавиатуры вводится угол наклона платформы. Наклон платформы изменяется с помощью электродвигателя постоянного тока. Угол вычисляется с помощью 3-осевого акселерометра, который прикреплен к платформе. Данный угол выводится на экран графического ЖКИ.

С помощью устройства спортсмен может:

- выполнять упражнение со значительной амплитудой;
- самостоятельно выбирать и задавать программу.

Габаритные размеры удобно вписываются в любое спортивное помещение открытого или закрытого типа. Однако тренажер необходимо подключить к сети 220 В.

При выполнении упражнения на тренажере у спортсмена задействованы многие группы мышц, поэтому устройство может использоваться как в пауэрлифтинге, так и в других силовых видах спорта.

## ТЕХНОЛОГИИ И СПОРТ

Магистрант гр. 51950116 Быков Д. Ю.

Белорусский национальный технический университет

На сегодняшний день различные виды технологий находят широкое применение во многих областях спортивной деятельности. С их помощью разрабатываются и создаются новые виды спортивной экипировки, спортивной техники, проектируются и строятся спортивные арены и многое другое. Без технологий невозможно сегодня представить и спортивное тестирование.

Одна из ключевых тенденций в развитии современных спортивных технологий – это обеспечение спортсменов, тренеров и аналитиков информационными системами, обладающими обратной связью в режиме реального времени по широкому спектру параметров. Такого рода системы позволяют получать объективные данные об эффективности тренировочного процесса спортсмена, его физическом состоянии. Мониторинг состояния воздушной среды спортивной арены, состояния ледовых покрытий и др. сегодня невозможно представить без систем с обратной связью в режиме реального времени.

Еще одна современная тенденция – это проектирование и производство устройств как можно меньшего размера, более производительных, легких и простых в использовании. Каждые несколько лет устройства становятся меньше, дешевле и производительнее.

На данном этапе развития технологий смартфоны и аналогичные устройства выступают для спортсменов и тренеров в качестве мобильных офисов, которые не занимают много места, а также совмещают в себе множество функций. Современные видеокамеры, компьютеры, а также программное обеспечение позволяют в кратчайшие сроки осуществлять диагностику спортсмена и создавать различного рода стандартизированные отчеты, отражающие, например, оценку функционального состояния организма или оценку показателей умственной работоспособности спортсмена.

Использование технологий в спорте позволяет развивать и улучшать различные направления. Среди которых более эффективное обучение, повышение качества управления подготовкой спортсменов, рост заинтересованности зрительского сектора, предупреждение и лечение травм и многое другое.

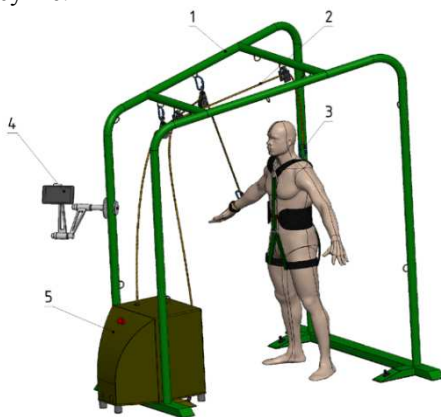
## **ТРЕНАЖЕР ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ ЛИЦ С НАРУШЕНИЕМ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

Студентка гр. 11901212 Веевник И. С.

Канд. мед. наук, доцент Лукашевич В. А.

Белорусский национальный технический университет

Тренажер для реабилитации лиц с нарушением опорно-двигательного аппарата предназначен для одновременной стимуляции рецепторов мышечно-суставных комплексов и формирования зрительного образа движений. Внешний вид разработанного тренажера для реабилитации представлен на рисунке.



1 – поддерживающая рама, 2 – система блоков и тросов, 3 – подвесная система, 4 – планшет, 5 – электромеханический блок

Внешний вид тренажера для реабилитации

Разработанный тренажер представляет собой роботизированный кинезитренажер, включающий двухслойный экзоскелет, диагностику качественной структуры движений и программу подбора индивидуальной схемы лечения, что позволяет эффективно восстанавливать координаторные и двигательные нарушения после инсультов, при ДЦП, последствиях травм (спинальных), а также рассеянном склерозе и болезни Паркинсона.

Достоинством данного тренажера для реабилитации является то, что с помощью его можно проработать как отдельные суставы, звенья, так и тело в целом, т. е. осуществлять механотерапию, шаготерапию, балансирование и тренировку рук. Также преимуществом является простое управление, и в перспективе, минимальное участие врача.



## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВЫСТРЕЛА В СТРЕЛЬБЕ ИЗ ЛУКА

Студент гр. 11903113 Жизневский К. В.

Канд. биол. наук, доцент Парамонова Н. А.

Белорусский национальный технический университет

Уровень современных достижений в стрелковом спорте и, в частности, в стрельбе из лука настолько высок, что приблизиться к нему и тем более превзойти имеющиеся спортивные результаты могут лишь спортсмены, обладающие уникальным сочетанием совокупности физических и психических способностей, находящихся на предельно высоком уровне развития, поэтому современные исследования в области совершенствования спортивной техники в стрельбе из лука остаются актуальными в теоретическом и прикладном значении.

В стрельбе из лука необходим контроль различных сторон подготовленности спортсмена, в результате которого можно вносить требуемые корректировки в технику выполнения двигательных действий спортсменов на любом этапе тренировочного процесса. С целью оптимизации методики контроля мы разработали алгоритм оценки техники выполнения выстрела с использованием скоростной видеосъемки Motion Capture (с англ. захват движения) и программного обеспечения Qualisys для просмотра «захваченных движений».

Использование подобных систем «захвата движения» позволяет получать объективные и точные количественные данные, наглядную их интерпретацию, что существенно влияет на эффективность принимаемых решений.



Алгоритм тестирования стрелков из лука при помощи системы

Qualisys

Алгоритм тестирования стрелков из лука при помощи системы Qualisys представлен на рисунке. Конфигурация расположения маркеров, связанная с биомеханической моделью, позволила нам получить данные о положении, скорости и ускорении разных частей тела исследуемого. В ходе исследования мы столкнулись с тем, что для более точного анализа выстрела из лука, целесообразным было бы крепление маркеров в верхней части спины.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЦИОНАРНОЙ СИСТЕМЫ СВЕТОДИОДНЫХ ЭКРАНОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ В МКСК «МИНСК-АРЕНА»

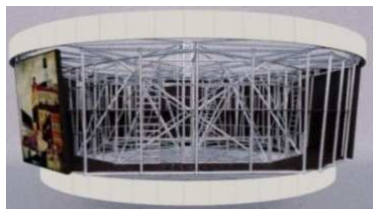
Студент гр. 11902212 Иштутин Д. О.

Канд. пед. наук, доцент Васюк В. Е.

Белорусский национальный технический университет

Сегодня мультимедийные системы имеют широкий спектр применения в промышленном, уличном и бытовом использовании, индикаторах и информационных табло, наружной рекламе. Изделия на светодиодах рассчитаны на несколько десятков тысяч включений и выключений. Срок их службы больше, чем у обычных ламп накаливания. Белые полупроводники хорошо воспринимаются глазами. Доступны также светильники с диодами различных оттенков. С их помощью можно создать оригинальный дизайн интерьера, рекламы и шоу для любого мероприятия. Система может найти применение в различных спортивно-развлекательных комплексах, наружной рекламе.

Нами была спроектирована стационарная система светодиодных экранов для проведения спортивных и концертных мероприятий в МКСК «Минск-Арена». Передача информации и управление светодиодными модулями осуществляется контроллерами, которые подсоединены к управляющему компьютеру. Мощный высокопроизводительный модульный сервер Catalyst 5 PRO создан на базе MAC PRO последнего поколения. Система управления светодиодным экраном разбивает все изображение на отдельные кусочки, количество которых равно количеству светодиодных модулей видеозащита, и передает через контроллеры для отображения каждый кусочек соответствующему светодиодному модулю. Таким образом на светодиодном экране формируется целое изображение. При выборе места монтажа следует учитывать следующие моменты: дистанция просмотра, которая зависит от шага пикселя (чем меньше шаг, тем короче дистанция); углы обзора, как по вертикали, так и по горизонтали, при которых «картинка» остается без искажения. При выборе светодиодного дисплея важно убедиться, что он будет находиться в «конусе» просмотра по отношению к зрителю (рисунок).



Разработаны схемы расположения светодиодных экранов, схемы электрических подключений, структурная схема системы мультимедиа, модуль медиакуба, модуль строки.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРЯМОГО УДАРА В БОКСЕ

Студентка гр. 11904113 Ковалева В. В.

Ст. преподаватель Зайцев И. Ф.

Белорусский национальный технический университет

Увлечение боксом молодежи необходимо широко использовать в целях воспитания всесторонне развитых, преданных Родине, смелых, энергичных и дисциплинированных людей.

Одним из самых результативных ударов в боксе является прямой удар. При правильной технике и правильно выбранном моменте с помощью прямого удара можно быстро выиграть поединок.

Конструкция тренажера представляет собой вращающийся каркас, на котором на разной высоте расположены три сферических тела, предназначенных для отработки ударов. Каждое сферическое тело расположено на собственных вращающихся осях. Сферическое тело имеет различный цвет полушарий. Также в сферические тела установлены два датчика, установленных по обе стороны. Тензодатчики позволяют определить силу удара. Результат отображается на индикаторе с двумя строками. Тренажер надежно закрепляется на стойке, и спортсмен может находиться в любом месте. Скорость вращения можно задавать в зависимости от квалификации спортсмена.

Устройство состоит из следующих основных блоков:

- блок питания;
- две системы измерения силы;
- энкодер;
- двигатель;
- блок индикации;
- блок управления.

Обработка техники нанесения ударов заключается в том, что спортсмен наносит удар рукой по вращающемуся вокруг своих осей сферическому телу, закрепленному в обойме. При этом тело повернуто нужной стороной, в противном случае спортсмен пропускает этот валик и наносит удар по следующему. С увеличением скорости вращения обоймы у спортсмена сокращается время для принятия решения, тем самым развивается реакция и способность определять необходимый момент для нанесения эффективного удара.

Устройство можно применять для тренировки как низкорослых, так и высокорослых спортсменов, имеющих различные весовые категории и квалификацию.

## **ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ СИЛОВОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ ГРЕБЦОВ И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ**

Магистрант гр. 51950116 Лукашевич Д. А.  
Белорусский национальный технический университет

В современном гребном спорте достижение высоких и стабильных результатов невозможно без высокого уровня физического развития спортсменов. Одним из важнейших факторов, отражающих уровень общей работоспособности спортсмена, является выносливость. Говоря о гребном спорте, прежде всего следует выделять силовую выносливость как фактор достижения высоких спортивных результатов. Актуальность выбранной темы обусловлена высоким ростом конкуренции в гребном спорте, что требует поиска резервов улучшения результатов. Зачастую ни тренеры, ни сами спортсмены не знают, какие количественные изменения вносить в тренировочные программы, в результате чего спортсмены тренируются либо излишне, либо недостаточно интенсивно. В связи с этим возникает проблема получения объективной, количественной оценки силовой выносливости спортсменов, специализирующихся в гребном спорте.

Данную проблему можно решить с помощью специальных тестовых заданий и аппаратно-программных комплексов, посредством которых можно проводить мониторинг важнейших показателей силовой выносливости и физической подготовленности спортсменов. Стремление установить преобладающие и отстающие компоненты с целью дальнейшего развития именно отстающих вытекает из проблемы формирования комплексной оценки силовой выносливости спортсменов. Для решения данной проблемы необходимо применение специальных тренажерных устройств, удовлетворяющих специфике структуры выполнения основного соревновательного упражнения, а также методики оценки силовой выносливости, основанной на использовании аппаратно-программного комплекса фирмы Delsys Tringo, регистрирующего показатели поверхностной электромиографии ведущих групп мышц спортсменов. В рамках данного метода на спортсмена крепятся беспроводные датчики, после чего он имитирует выполнение соревновательного движения. Для идентификации фаз движений, а также выявления закономерностей изменения кинематики движений спортсменов с ростом утомления, осуществляется видеозапись выполнения тестовых заданий и биомеханическая оценка с помощью программного продукта Kinovea. В результате анализа мы получаем достоверную информацию о режимах работы мышц и биомеханический анализ выполняемого движения.

## **ТРЕНАЖЕР ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИЛОВЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ЛЫЖНИКОВ**

Студентка гр. 11901212 Муравейко М. Н.

Ст. преподаватель Семенюк М. В.

Белорусский национальный технический университет

Спортивный результат в лыжном спорте в большей степени обусловлен силовой подготовленностью спортсмена.

Тренажер для совершенствования силовых способностей лыжников-гонщиков (ТССЛ) позволяет развивать силовую выносливость и скоростно-силовые способности мышц плечевого пояса лыжника путем имитации толчковых движений лыжными палками.

Принцип работы устройства основан на создании магнитного потока сопротивления. Регулировка нагрузки осуществляется изменением крутящего момента электродвигателя постоянного тока и натяжением троса. Имитация толчковых движений лыжными палками осуществляется при натяжении троса. Обратная намотка троса происходит за счет электродвигателя.

ТССЛ с помощью датчиков позволяет контролировать следующие параметры: пульс спортсмена, развиваемую величину усилия при отталкивании лыжными палками, амплитуду и цикловую скорость толчковых движений. Цифровой сигнал с датчиков поступает на микроконтроллер, где он обрабатывается, после чего отображается на блоке управления в виде значений, удобных для восприятия. Величина развиваемого усилия и амплитуда перемещения троса определяются косвенно – с помощью датчика Холла и датчика амплитуды перемещения троса, соответственно. Пульс спортсмена регистрируется с помощью мониторов пульса Polar, закрепленных на рукоятках устройства.

Преимущества тренажера: наличие обратной связи, многофункциональность – работа на тренажере в сочетании с лыжероллерной подготовкой позволяет развивать силовые способности лыжника-гонщика, а также контролировать их развитие посредством проведения тестирования на тренажере. Тренажер позволяет учитывать индивидуальные особенности спортсмена: возможна регулировка расположения нагрузочных узлов в зависимости от ширины плеч лыжника, регулировка с помощью вертикальных направляющих каркаса высоты точки приложения силы в зависимости от роста спортсмена, это создает точную имитацию толчка лыжными палками.

Выбор режима для проведения тренировки на данном тренажере зависит от уровня подготовленности спортсмена.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «MOTION CAPTURE» В ОЦЕНКЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАРУШЕНИЙ ОСАНКИ

Студент гр. 11903113 Самохвал П. М.  
Канд. биол. наук, доцент Парамонова Н. А.  
Белорусский национальный технический университет

Нарушение осанки с каждым годом становится все более и более распространенным явлением, причем оно очень сильно «молодеет». Согласно современной статистике нарушение осанки наблюдается у 28 % детей в возрасте 7–9 лет, у 36 % детей 10–14 лет, а в возрасте 15–17 лет – уже более, чем у 41 %. Среди студентов вузов этот показатель достигает 90 %.

Для раннего выявления нарушений осанки используют различные средства диагностики, позволяющие осуществлять контроль в динамике. Контроль за нарушениями осанки осуществляется при помощи визуальной оценки, тестирования, рентгенографии, КТ, МРТ, ЭМГ, термографии.

Для выявления нарушений осанки нами использовалась технология «motion capture». Motion capture (с англ. захват движения) – технология для записи движений, которые затем можно использовать в компьютерной графике, медицинской диагностике и спорте. В качестве систем захвата движения использовалась система Qualisys. Ключевым компонентом системы регистрации движения компании Qualisys являются высокочастотные цифровые камеры, предназначенные для бесконтактной, точной регистрации и анализа движений человека. Каждая система состоит из набора таких камер (количество может колебаться от 3 до 30 – в зависимости от сложности поставленной задачи) и обработанных специальным светоотражающим покрытием маркеров шарообразной формы.

Разработанный нами алгоритм выявления нарушений осанки при помощи системы Qualisys представлен на рисунке. Данная методика позволяет рассмотреть позвоночник в двух плоскостях: фронтальной и сагитальной, рассчитать угловые характеристики и величины лордозов и кифозов позвоночника, а также рассчитать взаимное расположение анатомических ориентиров на теле человека.



осанки при помощи системы Qualisys

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ДВИЖЕНИЙ СПОРТСМЕНОВ В ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЯХ СО СЛОЖНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ**

Магистрант гр. 51950116 Хохолко А. А.  
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время труднее всего поддаются оценке движения со сложной двигательной структурой, выполнение которых требует проявления высокого уровня развития координационных способностей. Наиболее целесообразным методом для исследования качества двигательных действий спортсменов является поверхностная электромиография (ЭМГ). Данный метод предполагает регистрацию электрической активности активных точек мышц с помощью поверхностных электродов. Поверхностная ЭМГ является неинвазивным методом исследования и позволяет рассматривать одновременно несколько мышц.

Применение современных мобильных аппаратно-программных комплексов, таких как DELSYS Trigno Lab, позволяют исследовать параметры необходимых показателей для оценки степени и характера согласованности и соразмерности вовлечения мышц в последовательность выполнения контролируемого двигательного действия. При этом спортсмен может выполнять различные соревновательные упражнения без каких-либо ограничений в обстановке, максимально приближенной к реальной.

Появляется необходимость в создании автоматизированной методики обработки данных. Применение АПК DELSYS Trigno Lab не предполагает обеспечение спортсмена непосредственно мгновенной обратной связью. Полученные данные представляют собой электромиограммы (в ПО EMG Works Analysis) или массивы данных (в ПО MS Excel). Для интерпретации данных необходима их дополнительная обработка для повышения наглядности собранной информации. Обработка выполняется путем введения балльной шкалы и коэффициентов, показывающих зависимость параметров друг от друга и относительно друг друга.

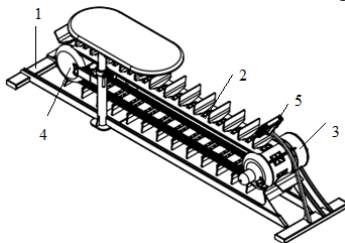
Полученная информация может помочь тренерам определить сильные и слабые стороны индивидуального профиля координационной подготовленности спортсмена, скорректировать программы тренировочных занятий для устранения выявленных недостатков, что, в свою очередь, создаст предпосылки для повышения качества техники выполнения спортивных двигательных действий. Методику электромиографической оценки в дальнейшем можно использовать как дополнительный метод отбора детей для занятий конкретным видом спорта.

## ТРЕНАЖЕР ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИЛОВОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ПЛОВЦОВ

Студентка гр. 11901212 Адамович А. С.  
Канд. биол. наук, доцент Парамонова Н. А.  
Белорусский национальный технический университет

Развивать специальные качества пловцов с помощью тренировочных приспособлений в воде достаточно сложно, поэтому необходимо подобрать такие устройства, которые могли бы приблизить тренировочный процесс на суше к реальным условиям.

Данный тренажер является техническим средством для совершенствования специальной силовой подготовки спортсменов, а также для развития скоростно-силовых способностей. Он позволяет тренировать специфическую плавательную силу путем имитации гребковых движений рук в плавании вольным стилем. Тренажер для совершенствования силовой подготовки пловцов содержит установленные на каркасе платформу для размещения пловца. Ленту с опорами и узлом нагрузки, связанным с блоком управления. Предусмотрено бесступенчатое изменение высоты платформы, посредством регулирования телескопических стоек (рисунок).



Тренажер для совершенствования силовой подготовки пловцов:

1 – каркас; 2 – лента с опорами для рук; 3 – нагрузочный узел;  
4 – дополнительный узел; 5 – блок управления

Функционирует ТССП следующим образом: спортсмен занимает исходную позицию. Кисть устанавливает на опоры и тренер путем регулирования высоты платформы подбирает угол сгибания руки в локтевом суставе. Затем спортсмен начинает осуществлять движения руками, имитируя технику плавания способом вольный стиль. По мере протягивания ленты, посредством давления ладонями на опоры, возрастает сопротивление передвижению рук. Корректировка параметров нагрузки осуществляется с программного устройства.



## **АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИКИ ИМИТАЦИИ БЕГА ПО ПРЯМОЙ В КОНЬКОБЕЖНОМ СПОРТЕ**

Студент гр. 11903113 Бриль А. И.

Ст. преп. Семенюк М. В.

Белорусский национальный технический университет

Разработка алгоритма оценки биомеханических параметров техники имитации бега по прямой в конькобежном спорте, позволяющей контролировать двигательное действие, а также сообщать разностороннюю, оперативную, постоянную и достоверную информацию для улучшения результативности в данном виде спорта, имеет особое значение.

Для определения эффективных средств и методов контроля подготовленности в конькобежном спорте были использованы аппаратно-программный комплекс (АПК) захвата движений компании Qualisys и аппаратно-программный комплекс HR Mat. Аппаратно-программный комплекс захвата движений компании Qualisys – это комплекс, который позволяет определять кинематические параметры движения спортсмена. Платформа HR Mat использует сенсор с самым высоким пространственным разрешением для профилирования значимых зон на подошвенной поверхности стопы.

С помощью этих аппаратно-программных комплексов оценивалась техника выполнения имитации бега по прямой и контролировались следующие параметры. Для АПК захвата движений компании Qualisys: изменение от фазы к фазе величин суставных углов в тазобедренных, коленных и голеностопных суставах ног на протяжении всего двигательного действия; максимальная величина суставного угла тазобедренного, коленного, голеностопного сустава правой и левой ноги. Для АПК HR Mat: зависимость силы, прикладываемой спортсменом стопами к опоре, от времени; усредненные профили распределения давления по подошвам стоп; зависимость максимального давления от времени.

К преимуществам использования АПК захвата движений можно отнести следующее: данные обрабатываются на компьютере, что существенно ускоряет процесс получения данных, АПК калибруется, что сводит погрешности к минимуму, АПК позволяет создавать трехмерные модели движущегося объекта, с помощью нанесения маркеров точно определяется анатомический центр сустава. Параметры, которые мы получаем с помощью АПК HR Mat, не позволяют получить другие методики. В связи с этим использование данных аппаратно-программных комплексов имеет преимущества в применении для оценки техники конькобежцев.

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗВИТИЯ СКОРОСТИ РЕАКЦИИ У БАСКЕТБОЛИСТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ БРОСКА В ПРЫЖКЕ**

Студент гр. 11901212 Галькевич П. Т.

Канд. пед. наук, доцент Васюк В. Е.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в баскетболе, как и в любом другом игровом виде спорта, скорость движений и скорость реакции спортсменов – один из ключевых факторов успешной игры.

В баскетболе завершение любой атаки – это бросок в кольцо. В современном баскетболе атаку завершают чаще всего броском в прыжке со средних и дальних дистанций. Это понимают, как игроки защиты, так и нападения. В связи с этим игра стала значительно динамичнее, и каждый игрок встречает активное сопротивление. Исходя из этого – каждый игрок, выполняя бросок в прыжке, рискует встретить препятствие.

Игрок, встретивший препятствие, вынужден отдать передачу партнеру, чтобы избежать нарушения правил. С целью уменьшения числа случаев, когда спортсмен бросает мяч через защитника, было разработано устройство для развития скорости реакции у баскетболистов при выполнении броска в прыжке.

Принцип действия устройства заключается в том, что спортсмен искусственно ставится в положение, когда он начал выполнять бросок в прыжке, но не может закончить его броском по кольцу, и вынужден сделать передачу. Для этого на площадке размещается несколько конструкций, имитирующих партнера, в одну из которых спортсмен должен совершить бросок.

Ключевые элементы устройства – это пленочные тензометры и оптические датчики барьерного типа. Оптические датчики располагаются на опоре перевернутой П-образной формы, имитирующей цель – товарища по команде. Датчики располагаются на высоте плечевого пояса спортсменов. Для разных возрастных групп спортсменов эта высота разная. Задача датчиков – фиксирование попадания. Также на опоре располагаются диодные индикаторы. Задача индикаторов – указать спортсмену, в какую из стоек-мишеней необходимо совершить бросок. Датчики и диоды подключаются к компьютеру.

Пленочные тензометры располагаются на подошве обуви занимающегося и передают сигнал на компьютер, используя технологию Wi-Fi. Индикация включается только в том случае, когда ни к одному из тензометров не приложена сила.

Количество бросков, попаданий и время, затраченное на совершение броска, отображаются на компьютере.

## ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ ТЕХНИКИ ПРЫЖКА С ШЕСТОМ

Студентка гр. 11901212 Гребенек А. Д.

Доцент Барановская Д. И.

Белорусский национальный технический университет

Данный тренажер является техническим средством для тренировки техники прыжка с шестом в фазе «вис-замах», также он позволяет спортсмену принять правильную динамическую осанку в висячем положении при отсутствии таких сбивающих факторов, как необходимость поддержания динамического равновесия на шесте и боязнь падения (рисунок).



Тренажер для тренировки техники прыжка с шестом

Конструктивной особенностью данного тренажера является возможность формировать навык динамического равновесия спортсмена, а также создание условий, близких к соревновательным. Тренажер организован на микроконтроллере PIC18F2520. Информационная система анализирует максимальное отклонение шеста при выполнении прыжка, что осуществляется при помощи акселерометрического датчика LIS302DL. Данные с датчика обрабатываются микроконтроллером и выводятся на ЖКИ. Программирование системы осуществляется с помощью клавиатуры.

Принцип работы тренажера. В начале тренировки, в зависимости от подготовленности спортсмена, устанавливается шарнир с одной степенью свободы или шаровой шарнир. Перед тем, как начать выполнять упражнение, регулируется высота опорного и несущего шестов в соответствии с ростом спортсмена при помощи эксцентриковых зажимов.

Разработанный тренажер позволяет заниматься как начинающим, так и спортсменом высокого класса, целенаправленно регулируя условия выполнения упражнений на тренажере.

## **ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ СОГЛАСОВАННОСТИ ДВИЖЕНИЙ РУК И НОГ В АКАДЕМИЧЕСКОЙ ГРЕБЛЕ**

Студентка гр. 11901212 Кандюрина М. А.

Доцент Барановская Д. И.

Белорусский национальный технический университет

Тренажер для тренировки согласованности движений верхних и нижних конечностей в академической гребле позволяет посредством установки физических ограничителей осуществлять эффективное задействование мышечной памяти спортсмена, что дает возможность довести технически правильное исполнение движения до автоматизма.

Нами рассмотрены аналоги тренажеров для спортсменов, специализирующихся в академической гребле, выбран прототип, и, с учетом их недостатков, разработан тренажер для согласованности движений верхних и нижних конечностей гребцов-академистов.

Внешний вид разработанного тренажера представлен на рисунке.



Внешний вид тренажера для гребцов-академистов:

1 – подвижное сидение «баночка», которое перемещается вдоль полозков во время выполнения двигательного действия; 2 – рукоятки; 3 – цифровой дисплей; 4 – упоры, фиксирующие стопу; 5 – гидравлические цилиндры; 6 – электромагнит; 7 – акселерометр

Главной особенностью разработанного тренажера является наличие датчика измерения угла между отводом и веслом и магнита для фиксации баночки.

Достоинством данного тренажера для гребцов академистов является то, что в процессе выполнения упражнений у занимающихся формируется навык согласованности движения рук и ног в начальный момент гребка.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИЛОВЫХ СПОСОБНОСТЕЙ СПОРТСМЕНА

Студентка гр. 11901212 Коротянская Т. А.

Доцент Забурьянова Г. В.

Белорусский национальный технический университет

Силовая подготовленность – одна из важнейших сторон специальной спортивной работоспособности, так как повышение спортивных результатов обусловлено не только ростом производительности вегетативных систем, но и повышением мощности мышечного сокращения. Высокий уровень силовой подготовленности оказывает положительное влияние на процессы адаптации к высоким функциональным нагрузкам, на длительность удержания спортивной формы и обеспечивает высокие темпы прироста спортивного результата.

В ходе работы были изучены аналоги устройств для совершенствования силы мышц плечевого пояса. За основу был выбран тренажер «Body – Solid GPM 65». Главным недостатком тренажера является то, что он работает за счет трособлочной системы, что ограничивает контингент занимающихся. Для улучшения данного тренажера были приняты следующие технические решения:

- замена трособлочной системы на двигатель, что позволит уменьшить габариты устройства. Также замена трособлочной системы позволяет расширить варианты подаваемой нагрузки;

- управление подаваемой нагрузки должно осуществляться за счет блока управления.

На блоке управления (БУ) задается необходимая нагрузка и передается на двигатель. При сведении рук перед грудью двигатель соединений с ручьятками создает необходимое сопротивление. Был выбран двигатель постоянного тока фирмы «PITTMAN».

На БУ имеется ЖК-модуль, на котором отображается значение заданной нагрузки, платы и пленочной клавиатуры с кнопками «БОЛЬШЕ», «МЕНЬШЕ», «ПУСК». При длительном нажатии кнопки «ПУСК» осуществляется включение/выключение блока управления, при однократном нажатии подтверждается ввод заданной нагрузки.

Конструкция для тренировки силы мышц плечевого пояса (СМПП) может использоваться как начинающими, так и квалифицированными спортсменами. СМПП разработана таким образом, чтобы обеспечить естественную биомеханику движений. Также устройство позволяет точно и без труда подобрать нужную нагрузку.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ КОНФЕРЕНЦ-ЗАЛА НА 100 ЧЕЛОВЕК

Студентка гр. 11902112 Кочерова В. А.

Доцент Забурьянова Г. В.

Белорусский национальный технический университет

Наличие конференц-зала в современном спортивном сооружении обусловлено тем, что при проведении соревнований по различным видам спорта большое внимание отводится интервью со спортсменами, собраниям по планированию и проведению мероприятия. Для этого в зале должно быть все необходимое оборудование. Конференц-зал – это совокупность систем: дискуссионной, аудиосистемы, средств отображения информации и системы управления (рисунок).



Пример современного конференц-зала

Конференц-система включает в себя следующее оборудование:

- для озвучивания;
- для отображения информации;
- для синхронного перевода;
- для документирования;
- коммутационное и вспомогательное.

Функции конференц-систем в современных конференц-залах:

- визуализация и аудиосопровождение в высоком качестве;
- документирование информации, архивация данных;
- удобное управление источниками воспроизведения информации, возможность быстрой и эффективной работы с презентациями, докладами;
- видеоконференцсвязь;
- синхронный перевод на один или несколько языков.

Разработанный нами проект зала может быть реализован на любом спортивном (или иной сферы) объекте вследствие своей универсальности и соответствия всем современным требованиям, предъявляемым к конференц-залам.

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗВИТИЯ СИЛЫ И ПОДВИЖНОСТИ ГОЛЕНОСТОПНЫХ СУСТАВОВ СПОРТСМЕНОВ**

Студент гр. 11901212 Кудренюк Д. А.

Доцент Барановская Д. И.

Белорусский национальный технический университет

Сила и гибкость по своей структуре являются качествами-антагонистами. То есть, увеличивая силу спортсмена, ухудшается его гибкость, и наоборот. Это существенно усложняет процесс подготовки спортсмена к соревнованиям. В некоторых видах спорта эти два качества оказывают одинаковое влияние на соревновательный результат, а, следовательно, должны развиваться одинаково. Существуют различные устройства, которые в полной мере способны улучшить одно отдельное качество. Применяя комплекс упражнений с набором устройств, можно добиться нужного результата, однако не существует возможности развить силу и гибкость одновременно и в полной мере с применением одного тренировочного устройства.

Разработанный нами тренажер работает следующим образом. Спортсмен становится ногами на педали тренажера. Специалист задает на блоке управления определенную программу тренировки. В зависимости от введенной программы начинают работать гидравлические двигатели, поворачивая педаль для совершения супинации-пронации, либо гидравлические цилиндры, подымая педаль для сгибания и разгибания. Спортсмен за счет силы нижних конечностей и подвижности голеностопных суставов выполняет упражнение, опуская педаль либо наклоняя ее влево и вправо. Сопротивление, необходимое для задания нагрузки, создается за счет работы гидравлических двигателей и гидравлических цилиндров.

Устройство предназначено для развития силы мышц ног и подвижности голеностопного сустава. В результате перемещений педалей спортсменом совершаются такие движения, как супинация, пронация и сгибание, разгибание стопы, благодаря чему развивается подвижность голеностопного сустава. Также тренажер позволяет развивать сил, когда спортсмен опускает педали, преодолевая сопротивление, создаваемое гидравлическим мотором и гидравлическим цилиндром.

УДК 796.022

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОСТУРАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

Студент гр. 11901212 Нициевский А. Д.

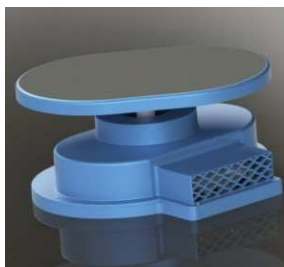
Канд. пед. наук, доцент Васюк В. Е.

Белорусский национальный технический университет

Процесс удержания равновесия является бессознательным. Лучшая координация действий, быстрая реакция и хорошее запоминание каких-либо новых механических действий зависит от способности организма удерживать равновесие. Один из способов совершенствования равновесия – тренировки с использованием балансировочных устройств.

Балансировочные устройства позволяют укрепить мышцы-стабилизаторы, которые слабо задействованы при обычных тренировках, улучшить осанку, развить гибкость, координацию и мускулатуру. Благодаря этим устройствам возможно тренировать проприоцептивные рецепторы, расположенные в мышцах, сухожилиях и связках.

Нами было разработано устройство для совершенствования постральной устойчивости, представленное на рисунке.



Устройство для совершенствования постральной устойчивости

Принцип тренировки на разработанном устройстве заключается в балансировании на верхней платформе, соединенной с шаровым шарниром, свободно расположенным в чашке. Габаритные размеры верхней платформы выбирались исходя из антропометрических данных европейского человека. Шарнир возможно фиксировать в любом положении при помощи гидравлических цилиндров, а его подвижность возможно регулировать при помощи пульта дистанционного управления. Для обеспечения безопасности занимающегося на верхнюю платформу устанавливается противоскользящее резиновое покрытие Регупол Мидл. Конструктивно обеспечена простота сборки и разборки устройства путем использования разъёмных соединений.



## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЛОКИРОВАНИЯ МЯЧА В ВОЛЕЙБОЛЕ**

Студент гр. 11901212 Петрович Д. А.

Доцент Барановская Д. И.

Белорусский национальный технический университет

В волейболе наиболее эффективным способом атакующих действий команды являются нападающие удары. Для противодействия атакующим ударам соперника используется технический прием игры – блокирование. Выполняется этот технический элемент в прыжке у сетки.

Для достижения высоких результатов не обойтись без использования технических средств. Наиболее эффективными являются тренажеры и устройства, которые повторяют или моделируют условия соревнований.

Нами модифицирован тренажер, принцип действия которого состоит в следующем: до выполнения упражнения при использовании блока управления с помощью реверсивного двигателя мяч устанавливается в определенное положение в зависимости от того, какое соревновательное действие будет выполняться. Высота мяча регулируется с помощью телескопического устройства. Спортсмен занимает позицию, соответствующую фазе блокирования. Далее мяч перемещается вдоль волейбольной сетки за счет реверсивного двигателя, который накручивает трос на шкив. Занимающийся перемещается за мячом, а затем, поворачиваясь лицом к сетке, выполняет выпрыгивание, выносит руки над сеткой и касается мяча. После выполнения блокирования мяча спортсмен принимает исходное положение. Возврат в исходное положение мяча происходит при помощи реверсивного двигателя, после чего устройство готово к дальнейшему использованию.

Преимущества устройства заключаются в том, что оно позволяет учитывать индивидуальные особенности спортсмена: легко регулируется высота подвеса мяча, конструкция является сборно-разборной, детали легко заменяются, что обуславливает простоту в использовании. Применение данного технического средства дает возможность выполнять имитационные упражнения, не затрачивая время на подбор мяча, благодаря чему повышается моторная плотность занятия и соответственно его эффективность. Использовать устройство для обучения и совершенствования техники блокирования мяча в волейболе можно как в подготовке начинающих волейболистов, так и высококвалифицированных спортсменов.

## **АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ РЫВКА В ТЯЖЕЛОЙ АТЛЕТИКЕ**

Студент гр. 11903113 Савченко А. А.

Ст. преподаватель Семенюк М. В.

Белорусский национальный технический университет

Разработка алгоритма оценки биомеханических параметров техники выполнения рывка в тяжелой атлетике имеет особое значение, позволяя решать важнейшие задачи современной спортивной подготовки – поиск оптимальных вариантов и резервов совершенствования техники выполнения тяжелоатлетических упражнений.

Для определения эффективных средств и методов контроля подготовленности в тяжелой атлетике были использованы аппаратно-программный комплекс (АПК) захвата движений компании Qualisys и аппаратно-программный комплекс F-Scan компании Tekscan. Аппаратно-программный комплекс захвата движений компании Qualisys – это комплекс, который позволяет определять кинематические параметры движения спортсмена и снаряда. АПК F-Scan компании Tekscan – комплекс, состоящий из программной и составной части, позволяющий определить распределение давления по подошве стопы.

С помощью этих аппаратно-программных комплексов оценивалась техника выполнения рывка и контролировались следующие параметры. Для АПК захвата движений компании Qualisys: изменение от фазы к фазе величины углов в суставах тела спортсмена, горизонтального положения штанги, скорости, ускорения, пути ЦТ штанги в трех направлениях (продольном, поперечном и передне-заднем), суммарного пути ЦТ штанги, траектории ЦТ штанги в трех плоскостях (горизонтальной, фронтальной и сагиттальной), суммарной траектории ЦТ штанги. Для АПК F-Scan компании Tekscan: характер распределения давления по подошве стопы, траектории ЦД стоп.

К преимуществам использования АПК захвата движений компании Qualisys перед другими методиками можно отнести следующее: данные обрабатываются на компьютере, что существенно ускоряет процесс получения данных, АПК калибруется, что сводит погрешности к минимуму, АПК позволяет создавать трехмерные модели движущегося объекта, с помощью нанесения маркеров точно определяется анатомический центр сустава. Параметры, которые мы получаем с помощью АПК F-Scan, не позволяют получить другие методики. В связи с этим использование данных аппаратно-программных комплексов имеет преимущества в применении для оценки техники тяжелоатлетов.

## **ТРЕНАЖЕР ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ЕДИНОБОРЦЕВ**

Студент гр. 11901212 Степанович Ю. В.

Канд. пед. наук, доцент Васюк В. Е.

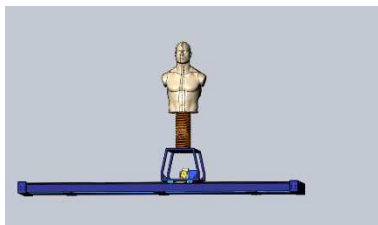
Белорусский национальный технический университет

Для достижения высоких результатов не обойтись без технических средств. Наиболее эффективными являются тренажеры, которые повторяют или моделируют условия соревнований, а также обладают обратной связью для определения правильности и эффективности выполняемого упражнения.

В современных единоборствах чаще всего используются лишь тренировочные устройства для обучения тем или иным двигательным действиям спортсменов. В основном делается упор на заучивание двигательных действий в строго регламентированных условиях.

Выполнение упражнений на тренировочных устройствах и тренажерах позволяет, с одной стороны, сохранить высокую степень сопряженности с основным соревновательным движением, а с другой – избирательно воздействовать на развитие необходимых физических качеств.

Нами был разработан тренажер для совершенствования технической подготовленности единоборцев (рисунок).



Тренажер для совершенствования технической подготовленности единоборцев

Принцип действия тренажера для совершенствования технической подготовленности единоборцев состоит в следующем. На дистанционном блоке управления задается требуемый скоростной режим. Двигатель приводит в движение зубчатое колесо, движущееся по зубчатой рейке, установленной снизу по всей длине конструкции, размер зубьев которой соизмерен шагу звеньев. За счет этого перемещается каретка с платформой, на которую установлен манекен. Движение каретки осуществляется по металлическим направляющим, выполненным в виде рельсов.

## **ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СКАЛОЛАЗОВ**

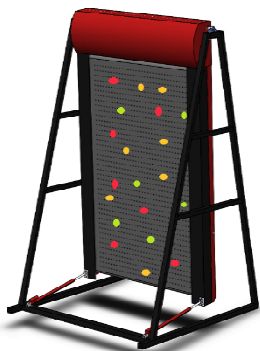
Студент гр. 11901212 Стрекач П. В.

Канд. пед. наук, доцент Васюк В. Е.

Белорусский национальный технический университет

Скалолазание – сложнокоординационный вид спорта, требующий хорошей общей физической подготовленности, высокого уровня развития таких физических качеств, как выносливость, сила, гибкость, координация, а также качеств, присущих непосредственно скалолазам: умение ориентироваться на маршруте, запоминать сам маршрут и характер зацепок, умение проходить его самым рациональным способом, не тратя бессмысленно свои силы.

Нами разработан тренажер для обучения и совершенствования специальной подготовленности скалолазов, представленный на рисунке.



Тренажер для обучения и совершенствования специальной подготовленности скалолазов

Устройство для обучения и совершенствования специальной подготовленности спортсменов, специализирующихся в скалолазании, обеспечивает комплексную нагрузку на все группы мышц, способствует развитию силы и выносливости, тренирует дыхательную и сердечно-сосудистую системы. Работа тренажера осуществляется под действием веса человека. Устройство позволяет регулировать скорость движения полотна. Наклон поверхности может быть выставлен с отрицательным значением угла, что позволяет имитировать свесы и выступы скал. Возможно множество вариантов установки захватов для рук.

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МНОГООБОРОТНЫХ ПРЫЖКОВ И ВРАЩЕНИЙ В ФИГУРНОМ КАТАНИИ НА КОНЬКАХ**

Магистрант гр. 51950116 Шейкина Т. В.  
Белорусский национальный технический университет

Основу современного как одиночного, так и парного фигурного катания составляют многооборотные прыжки и элементы вращения.

Для улучшения многооборотных прыжков в фигурном катании и правильного проектирования разрабатываемых технических средств необходимо знать и учитывать различного рода параметры: динамические, энергетические и кинематические, четко представлять правильное положение тела спортсмена при обучении и совершенствовании конкретных спортивных движений.

Важную роль в освоении техники движений новых элементов прыжков играет сила отталкивания, точность приземления и время (высота) полета. В фигурном катании чаще всего используются лишь тренировочные устройства для обучения тем или иным двигательным действиям спортсменов. Однако практически отсутствуют специальные тренажеры, при помощи которых спортсмен смог бы отрабатывать многооборотные прыжки и вращения вне льда, чтобы тренер имел возможность наблюдать за качеством выполнения прыжка. В связи с этим возникает необходимость разработки устройства, с помощью которого тренер смог бы отслеживать количественные значения биомеханических параметров, совершаемых спортсменами двигательных действий.

Нами разработана механическая часть устройства для оценки биомеханических параметров многооборотных прыжков и вращений фигуристов, которая состоит из основного тренажера, включающего в себя вращающуюся платформу, неподвижное основание, расположенное на пружинах, исполняющих роль амортизаторов, вал, который расположен между подвижной и неподвижной частями платформы для обеспечения вращения и предотвращения сдвига платформ, и стационарной лонжи, используемой для страховки. Конструкция лонжи спроектирована таким образом, чтобы спортсмен мог свободно выполнять многооборотные прыжки и вращения.

Электрическая часть устройства включает в себя тензоплатформу, расположенную на верхней платформе основного тренажера, и блок управления, на котором задается скорость вращения и отражаются регистрируемые параметры. В качестве исследуемых параметров выступают скорость вращения, время (высота) полета, сила отталкивания и точность приземления.

УДК 796.022

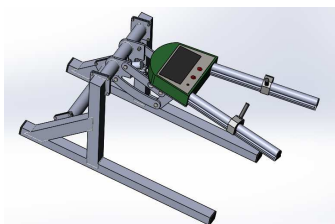
## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗВИТИЯ СИЛЫ МЫШЦ ПЛЕЧЕВОГО ПОЯСА ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ**

Студент гр. 11901212 Шпак Ю. Н.

Канд. биол. наук, доцент Парамонова Н. А.

Белорусский национальный технический университет

Нами разработано устройство для развития силы мышц плечевого пояса лиц с ограниченными возможностями, представленное на рисунке.



Устройство для развития силы мышц плечевого пояса лиц с ограниченными возможностями

Разрабатываемое устройство используется в реабилитации после травм, болей в плече, растяжений, вывихов и т. п. Также тренажер может использоваться в тренировочном процессе спортсменов, имеющих нарушения в функционировании опорно-двигательного аппарата, поскольку его конструкция позволяет регулировать высоту рукояток для удобства занимающегося, а также задавать нагрузку и получать всю необходимую информацию на экране блока управления.

Разрабатываемое устройство состоит из 5 основных частей: основание, актуатор, две магнитные трубы, два подшипника закрытого типа и блок управления тренажером.

Принцип работы устройства заключается в следующем: пациент подъезжает к тренажеру на инвалидной коляске, фиксируя колеса в неподвижном состоянии. Специалист в области реабилитации регулирует высоту устройства для удобства занимающегося, для чего используется актуатор. После этого посредством блока управления включается устройство. Начинают работать магнитные трубы, мощность которых также регулируется через блок управления. Так как в основе работы устройства задействованы магниты, то перед занятием следует снять все металлические предметы. Пациент берется за рукоятки, начинает совершать поочередные, поступательные движения каждой рукой, на основе режима «тяги-толкай». Дозирование тренировочной нагрузки осуществляется в автоматическом либо ручном режиме.

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИКО-ТАКТИЧЕСКИХ ДЕЙСТВИЙ В ФУТБОЛЕ**

Студент гр. 11901212 Якута С. Д.

Доцент Барановская Д. И.

Белорусский национальный технический университет

В футболе в последнее время предъявляются высокие требования к выполнению удара с помехой. При совершении различных двигательных действий в игровых взаимодействиях спортсменов необходим высокий уровень развития ловкости, реакции, техничности. Очень важно для спортсмена улучшить момент и реализовать его, ведь бывает, что один момент (один точный удар) решает судьбу матча. Поэтому требуется еще более качественный подход к специальной подготовке спортсменов, основывающийся на принципах реализации моментов в постоянно изменяющихся игровых условиях.

Изучив имеющиеся технические средства, используемые для тренировки футболистов, были найдены существенные недостатки. С учетом всех недостатков было разработано устройство для совершенствования технико-тактических действий в футболе, а также создана методика его использования.

Работает тренажер следующим образом. Микропроцессор, а через него фонари и датчики вибрации, радиоприемник и радиопередатчик подключаются к блоку питания, в качестве которого может быть использован элемент питания. Тренируемый игрок располагается по заданию тренера у ворот в 12–15 метрах от них. Тренер, держащий в руках пульт, включает его питание – тренажер готов к работе. Тренер по разработанной программе или в хаотичном порядке нажимает одну из кнопок блока зон ворот. При этом сигнал поступает в микропроцессор, который включает радиопередатчик, а радиосигнал с последнего поступает в радиоприемник, приводя в действие исполнительный механизм. Тренирующийся игрок, глядя на мяч, а периферическим зрением и на ворота, старается, ударив по мячу, попасть в заданную ему зону. В момент удара мяча в одну из зон срабатывает датчик вибрации этой зоны, и сигнал от него через микропроцессор поступает в радиопередатчик, а оттуда радиосигнал принимается радиоприемником и поступает в микропроцессор, а далее – в индикатор суммы набранных очков и индикатор процента точности индикаторного блока. По окончании серии ударов тренер, нажав на кнопку пульта, видит в индикаторе суммы набранных очков тренируемого игрока.

## **СЕКЦИЯ 8. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ В ОБЛАСТИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

УДК 330.342.3

### **ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ КНР**

Аспирант Ци Ци

Канд. техн. наук, доцент Алексеев Ю. Г.

Белорусский национальный технический университет

Китайское правительство уделяет огромное внимание развитию научно-технической деятельности, особенно функционированию объектов инновационной инфраструктуры. С середины 1990-х гг. власти Китая проводят системную работу по достижению и реализации общезначимых целей в научно-технической сфере страны. Это позволило государству достичь интенсивного инновационного совершенствования экономики, опираясь на ресурсы, которые имелись либо сформировались в течение последних 20 лет. В 1996 г. Госкомитетом КНР по экономике и торговле была развернута Программа технологических новаций. На практике была разработана и осуществлена модель политики, при которой решения принимались на высших уровнях управления, а затем доводились до нижних. Законодательно были определены основные цели, принципы, направления и способы воздействия государства на субъекты НИС, обозначен порядок взаимоотношений между данными сторонами. Базисом стали принципы открытости, развития конкуренции и ориентации на результат. Современный этап развития законодательства Китая в области науки и технологий начался в 1993 году, когда был принят Закон КНР «О научно-техническом прогрессе». Китайская законодательная база, регулирующая научно-техническую сферу, регулярно обновляется. Так, в 2007 году был пересмотрен Закон КНР «О научно-техническом прогрессе». Среди причин назывались: неполнота законодательства КНР в отношении стимулирования инвестиций частных компаний в исследования; необходимость увеличения финансирования науки, создания условий для реализации творческого потенциала научных работников; потребность в широком распространении технологий, их внедрении в практику.



## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ МАРКЕТИНГОВЫХ СИСТЕМ**

Студент гр. 11308114 Комолов М. В.

Канд. экон. наук, доцент Мелюшин П. В.

Белорусский национальный технический университет

Проектирование интегрированных маркетинговых систем (ИМС) сложная проблема, требующая учета предметной направленности системы, большой по размеру распределенной БД, объединения различных структур данных (неформатированные элементы, мультимедийные, гипертекстовые, распределенные данные и др. ) и новые операции над данными. Учет рассмотренных выше проблем для различных типов распределенных ИМС существенно сказывается на количественных и качественных показателях работы системы. Оценка параметров для конкретного типа ИМС должна содержать не только собственно базы данных (запоминающее устройство со всеми атрибутами аппаратной и программной поддержки и его внутренним наполнением данными), но и систему управления.

Все это привело к модификации известных технологий проектирования БД (в частности, с применением CASE-систем), а также к поиску новых, сочетающих в себе перспективные направления и методы построения средств искусственного интеллекта. Как показал анализ современных и перспективных ИМС систем, параметры базы данных и ИМС систем взаимосвязаны: конкретные значения параметров ИМС систем могут быть получены только при наличии конкретного типа системы управления данными. В технологии ЕМР выделились три направления проектирования ИМС 4 поколения.

Направление Postgres. Основная характеристика: максимальное следование (насколько это возможно с учетом новых требований) известным принципам организации СУБД (если не считать коренной переделки системы управления внешней памятью).

Направление Exodus/Genesis. Основная характеристика: создание собственно не системы, а генератора систем, наиболее полно соответствующих потребностям приложений. Решение достигается путем создания наборов модулей со стандартизованными интерфейсами, причем идея распространяется вплоть до самых базисовых слоев системы.

Направление Starburst. Основная характеристика: достижение расширяемости системы и ее приспособляемости к нуждам конкретных приложений путем использования стандартного механизма управления правилами.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАЛОГОВОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Студентка группы 11308114 Тунч Э. Х.

Канд. экон. наук., доцент Гурина Е. В.

Белорусский национальный технический университет

Стимулирование инновационной деятельности осуществляется в соответствии с основополагающим законодательным актом Республики Беларусь – Законом «О государственной инновационной политике и инновационной деятельности в Республике Беларусь» от 10 июля 2012 г. № 425-3.

Задача повышения эффективности экономики страны тесно связана с ускоренным развитием инновационной сферы. В Республике Беларусь при разработке нормативных правовых актов ключевое место занимает создание эффективного механизма правового регулирования инновационной деятельности, в котором особое внимание должно уделяться правовым инструментам государственного стимулирования и поддержки инновационной деятельности, осуществляемым через экономически обоснованную систему налоговых льгот и иных преференций.

В целях создания действительно выгодных условий для инновационной деятельности меры стимулирования следует реализовывать, прежде всего, на начальных этапах НИОКР. В мировой практике к таким мерам относятся налоговые кредиты, увеличение налоговых вычетов из налогооблагаемой базы по прибыли в текущем налоговом периоде. Введение таких льгот должно основываться на тщательном анализе последствий от них с позиции достаточной эффективности для организаций, осуществляющих инновационную деятельность, и объемов потерь для бюджетной системы. Также необходимо считаться с возможными налоговыми злоупотреблениями, связанными с использованием данных преференций. Комплексное решение этих задач позволит сформировать стимулирующую налоговую среду для создания и внедрения инноваций.

На данном этапе развития экономики Республики Беларусь целесообразно использовать несколько уровней налоговых льгот: от максимальных льгот или полного освобождения от всех видов налогов и других обязательных платежей, до минимальных льгот для разработок, не являющихся приоритетными для государства.

## **РОЛЬ И СПЕЦИФИКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ**

Студентка гр. 11308113 Нехай Ю. И.

Ст. преподаватель Макарская М. М.

Белорусский национальный технический университет

В современных условиях повышения эффективности деятельности организации можно достичь преимущественно за счет развития инновационных процессов, получающих конечное выражение в новых организационных и технологических решениях, новых видах конкурентоспособных услуг. Поиск и использование инноваций непосредственно является комплексной проблемой.

Под влиянием внешних и внутренних факторов происходят такие инновационные изменения, которые кардинально меняют структуру организации. Наряду с этим сегодня явно недооценивается роль организационно-экономической составляющей инновационной деятельности. Именно эта составляющая является катализатором в развитии современных видов техники и технологий. Только в рамках новых организационных и экономических моделей возможно интенсивное, целенаправленное и экономически оправданное развитие других направлений инновационной деятельности. Организационно-экономические инновации, помимо создания общих условий для развития организации, являются основой эффективного проведения инновационной политики в области создания новых продуктов и технологий.

В целях повышения эффективности функционирования фирмы организационно-экономические инновации должны обеспечивать:

- полное и своевременное удовлетворение потребностей клиентов;
- конкурентоспособность по показателям качества обслуживания и эффективности деятельности;
- достижение устойчивости на рынке. Сохраняя традиционные эффективные технологии, необходимо часть ресурсов одновременно направлять на внедрение новых технологий, диверсифицируя тем самым набор услуг;
- оптимальное соотношение радикальных нововведений и эволюционных, постоянно реализуемых инноваций. При этом следует гибко подстраивать организационную структуру под характер тех или иных инноваций, используя при этом программно-целевой подход;
- организацию взаимодействия внутренних и внешних элементов системы инновационного развития, главными факторами которого являются система маркетинга нововведений, отбор инновационных проектов из числа альтернатив и правильная мотивация персонала.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА

Студентка гр. 11308113 Шпак Е. А.

Канд. экон. наук, доцент Гурина Е. В.

Белорусский национальный технический университет

Одна из глобальных проблем современного риск-менеджмента состоит в недооценке трудностей восприятия риска лицами, принимающими решения, и в недостаточно формализованных процедурах целеполагания и определения критериев для систем управления рисками, которые учитывали бы иррациональность предпочтений. Западные технологии пытаются применять в отсутствие четкой системы внутрифирменного управленческого учета, очищающего данные от огромных искажений бухгалтерской отчетности и фиктивных сделок, связанных с налоговой оптимизацией и коррупцией. Стандарты управления рисками стали базой для определения некоторых необоснованных и противоречивых ключевых параметров надзорных органов в области банковского, страхового и пенсионного дела. Интерес к управлению рисками беспорядочно и неадекватно насаждается «сверху». В целом все это приводит к мифологизации риск-менеджмента, к восприятию технологий управления рисками, как к панацее, а значит чего-то нереального и неэффективного. Другими важными факторами низкого уровня управления экономическими рисками является отсутствие развитого и стабильного рынка финансовых инструментов, отсутствие подготовленных кадров и общий низкий уровень культуры риск-менеджмента.

Следует отметить, что современные технические проблемы риск-менеджмента тесно связаны с развитием электронной коммерции и необходимостью ускорения расчетов в режиме он-лайн, и ростом требований к обеспечению сохранности и достоверности передаваемой через Интернет информации. Увеличение систематических рисков провоцируется глобализацией экономики и, порой, некоторым сокращением направлений диверсификации (например, при объединении европейских валют в одну).

В целом, можно прогнозировать усиление роли управления рисками, скачкообразное развитие технологий риск-менеджмента. Это можно связать с развитием иррационального подхода в научно-техническом прогрессе и соответствующей эволюцией в эконометрике и оптимизационных методах риск-менеджмента.

## **СОДЕРЖАНИЕ И ПОКАЗАТЕЛИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНА ПРЕДПРИЯТИЯ**

Студентка гр. 11308114 Терешенок К. Д.

Ст. преподаватель Лубчинская И. П.

Белорусский национальный технический университет

Стратегия – это долгосрочное качественно определенное направление развития организации, касающееся сферы, средств и формы ее деятельности, системы взаимоотношений внутри организации, а также позиции организации в окружающей среде, приводящее организацию к ее целям.

Стратегия выбирается с учетом:

- конкурентной позиции фирмы в данной стратегической зоне хозяйствования;
- перспектив развития самой стратегической зоны хозяйствования;
- в некоторых случаях с учетом технологии, которой располагает фирма.

Стратегическое планирование – это одна из функций стратегического управления, которая представляет собой процесс выбора целей организации и путей их достижения.

Система стратегического планирования дает возможность акционерам и менеджменту компаний определиться с направлением и темпом развития бизнеса, очертить глобальные тенденции рынка, понять, какие организационные и структурные изменения должны произойти в компании, чтобы она стала конкурентоспособной, в чем ее преимущество, какие инструменты необходимы ей для успешного развития.

Оценка выбранной (реализуемой) стратегии заключается в ответе на вопрос, приведет ли выбранная стратегия к достижению фирмой своих целей.

Примерный перечень показателей, которые необходимо разрабатывать при планировании стратегии в области организации производства новой продукции или совершенствования и модернизации действующего производства, может быть следующим:

- возможные уровни объемов выпуска продукции на предприятии, издержки на производство продукции при разных объемах и структуре ее выпуска;
- затраты на мероприятия по увеличению выпуска и снижению издержек производства продукции, в том числе на новые технологии отдельно по активной части фондов, по зданиям и сооружениям;
- затраты на повышение квалификации персонала и, кроме того, собственные финансовые средства и материальные ресурсы.

## **ФОРМИРОВАНИЕ КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ**

Студентка гр. 11308114 Карташевич Н. Л.

Канд. экон. наук, доцент Гурина Е. В.

Белорусский национальный технический университет

Успех фирмы зависит от умения реагировать на факторы внешней среды и создавать конкурентные преимущества по отношению к конкурентам отрасли. Формирование конкурентных преимуществ – важная и многоаспектная проблема, т. к. зависит от времени, от сил конкурентов, от жизненного цикла продукции. Конкурентные преимущества – это такие характеристики и свойства товаров (услуг), которые создают фирме определенные превосходство над своими конкурентами.

Впервые концепцию конкурентных преимуществ обосновал М. Портер. Его концепция «пяти сил», сформировала у фирмы понимание факта воздействия факторов внешней среды, требующих ответной реакции. В ответ на влияние сил конкуренции фирма создает различные конкурентные преимущества, позволяющие ей добиться успеха. М. Портер сформулировал детерминанты конкурентного преимущества.

1) Преимущества низкого ранга (сырье, дешевая рабочая сила, масштабы производства) придают фирме недостаточную конкурентоспособность, так как они легкодоступны конкурентам и широко распространены.

2) Преимущества высокого порядка (репутация фирмы, связи с клиентами, инвестиционная привлекательность фирмы).

Исходя из сущности конкурентных преимуществ, можно разработать следующую технологию формирования конкурентных преимуществ:

1. Сбор и анализ факторов, влияющих на конкурентоспособность;
2. Оценка конкурентных сил и ситуации в отрасли;
3. Разработка альтернативных вариантов концепции повышения конкурентоспособности предприятия;
4. Разработка механизма и инструментария формирования конкурентных преимуществ;
5. Оценка результативности выбранной концепции конкурентных преимуществ;
6. Разработка программы для каждой подсистемы по составляющим концепции;
7. Организация реализации задач, контроль и мотивация;
8. Оценка результативности действия конкурентных преимуществ в конкретном сегменте рынка.

## **ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Студенты гр. 11306116 Завацкая Д. С., Чайка Л. А.

Канд. экон. наук, доцент Гурина Е. В.

Белорусский национальный технический университет

Подходы к обеспечению предприятием устойчивых конкурентных преимуществ меняются в процессе перехода от одной стадии своего развития к другой. Отсутствие внимания к этой проблеме со стороны руководства предприятия приводит к неэффективности применяемых стратегий поддержания конкурентоспособности и несоответствию предприятия рыночным условиям конкуренции. Стремление руководства предприятия к улучшениям, новшествам и переменах во всех аспектах хозяйственной деятельности предприятия, совершенствование и увеличение количества источников конкурентных преимуществ, применение системного подхода к формированию конкурентных преимуществ – основные принципы формирования и поддержания конкурентных преимуществ.

Уровень конкурентного преимущества фирмы определяется ее конкурентным статусом. Повышение конкурентного статуса предприятия является предпосылкой достижения фирмой конкурентного преимущества, а также достижению сбалансированности интересов потребителей и предприятия.

Процесс повышения конкурентного статуса предприятия связан с необходимостью согласования связей систем управления качеством продукции, товаров, услуг на уровне хозяйствующих субъектов с экономической и конкурентной политикой на региональном уровне. В настоящее время обеспечение конкурентоспособности предприятия главным образом зависит от деловой восприимчивости ее сотрудников к малейшим изменениям предпочтений потребителей, а также их способности своевременно удовлетворять собственные потребности. Однако необходимо помнить, что вектор обеспечения конкурентоспособности все более смещается в сторону повышения эффективности использования интеллектуальных ресурсов предприятия, способных решить не только вопросы повышения качества или снижения издержек и цен.

Стратегии повышения конкурентных преимуществ предприятия необходимо определять исходя из имеющихся возможностей предприятия, его целей и конкретных условий деятельности, постоянно проводить комплексные исследования по определению путей достижения его конкурентоспособности и укрепления конкурентного статуса.

## **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Студенты гр. 11306114 Урбанович В. Р., Матюта О. А.

Ст. преподаватель Серченя Т. И.

Белорусский национальный технический университет

Современные условия хозяйствования требуют от предприятий максимальной эффективности при минимально возможных затратах. Одним из способов оптимизации затрат и повышения рентабельности бизнеса является применение принципов энергетической эффективности. Статистика говорит о том, что, в случае продуманного и последовательного использования принципов энергоэффективности, затраты в этом сегменте могут снизиться до 40%.

Энергопотребление – ключевой показатель энергоэффективности современных производственных предприятий. В любом потреблении энергии присутствуют полезная составляющая и потери. Под полезно потребленной энергией понимается та часть израсходованного энергоресурса, которая непосредственно направлена на осуществление поставленной цели. Долю полезно потребленной энергии в расходе первичного природного энергоресурса определяет значение коэффициента полезного использования (КПИ), который определяется значениями частных коэффициентов полезного действия (КПД) на разных этапах процесса энергоснабжения. По соотношению частных КПД судят об энергетической эффективности каждого этапа производства. Энергетические потери делятся на невозвратные и возвратные. К невозвратным относятся потери, которые невозможно устранить существующими ныне способами и технологиями. К возвратным относятся потери, которые возможно устранить, осуществляя те или иные мероприятия в области технического перевооружения производства. По их величине судят о технически достижимом потенциале энергосбережения.

В целом, факторы, влияющих на энергоэффективность производственного предприятия, можно объединить в три группы: 1. организационные и эксплуатационные факторы (соблюдение персоналом требований по эксплуатации оборудования, уровень технологической дисциплины, качество проводимых ремонтов, наличие современных приборов учета и автоматизированных систем); 2. сырьевые факторы (качество поставляемого в производство сырья, материалов и веществ); 3. технологические факторы (техническое состояние оборудования, внедрение новых технологических процессов и результатов научно-технического прогресса).



## **ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ПРИБЫЛЬЮ ОРГАНИЗАЦИИ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ**

Студентка гр. 11306114 Родионова О. В.

Ст. преподаватель Серченя Т. И.

Белорусский национальный технический университет

Согласно законодательству Республики Беларусь, прибыль представляет собой сумму финансовых результатов от реализации продукции, товаров, работ, услуг, основных средств, материальных ценностей, нематериальных и прочих активов и прибыли (убытков), полученных от внереализационных операций. Прибыль до налогообложения в Республике Беларусь складывается из таких показателей прибыли, как прибыль от текущей деятельности, прибыль от инвестиционной деятельности, прибыль от финансовой деятельности.

В зарубежных странах для расчета прибыли используются такие системы, как «директ-костинг», «таргет-костинг», «стандарт-костинг». Сущность системы «директ-костинг» состоит в расчете маржинального дохода как разницы между выручкой от реализации продукции и переменными затратами. Директ-костинг позволяет выявить продукцию с большей рентабельностью, чтобы перейти в основном на ее выпуск, так как разница между продажной ценой и суммой переменных затрат не скрывается в результате списания постоянных затрат на себестоимость отдельных изделий. Система обеспечивает возможность быстрого реагирования производства на меняющиеся условия рынка.

Основная задача, которую ставит перед собой система «стандарт-костинг», – учет потерь и отклонений в прибыли организации. В ее основе лежит четкое, твердое установление норм всех видов расходов. На основе установленных стандартов можно заранее исчислить себестоимость единицы изделия для определения цен, а также составить отчет об ожидаемых доходах будущего периода.

Система «таргет-костинг» предусматривает расчет себестоимости изделия, исходя из предварительно установленной цены реализации. Затраты на производство и реализацию продукции изначально должны предопределяться рынком, а не производственными возможностями организации. Лишь в таком случае продукция будет гарантированно востребована потребителем, а само предприятие сохранит преимущества перед конкурентами.

Таким образом, внедрение международного опыта меняет отечественную концепцию учета и расчета финансовых результатов, а также позволяет проводить эффективную политику в области управления затратами.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФИНАНСОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЛИЗИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

Магистранты Бондаренок А. А., Уляй О. В.

Канд. экон. наук, доцент Аносов В. М.

Белорусский национальный технический университет

Как показывает опыт, активизации инвестиционной деятельности во многих случаях способствует развитие, расширение лизинга. Например, в странах ЕС до 40% машин, оборудования, транспортных средств приобретается в лизинг.

В РБ также активное расширение объема лизинговых операций происходит при приобретении подвижного состава железнодорожного транспорта, грузового транспорта организаций, занимающихся международными перевозками, строительной техники.

Представляется такое положение объективно сопряжено, с одной стороны, с опережающим ростом объемов производства, появлением и развитием логистических центров, необходимостью соблюдения европейских технических и экологических стандартов, предъявляемых к транспортным средствам, а с другой – дефицитом собственных источников финансирования инвестиций (прибыль, амортизация), трудностями реализации возможностей долгосрочного кредитования.

Высокая изношенность основных средств, ограниченность собственных финансовых ресурсов, обострившаяся в условиях кризиса, вызывают необходимость развития лизинговых отношений и в других отраслях экономики, в первую очередь, в машино- и приборостроении.

Эффективность реализации лизинговых проектов во многом определяется организацией планирования, рациональностью аккумулирования и использования финансовых ресурсов на эти цели. Тем не менее, принятая в настоящее время форма финансового плана (баланса «Доходов и расходов») в силу ряда объективных и субъективных причин не предусматривает использование лизинга в качестве источника формирования активов организаций.

В связи с этим нами предлагается внести следующие изменения в структуру финансового плана. Статью 2.1 раздела 2 Капитальные вложения дополнить статьей 2.1', Приобретение основных средств в лизинг (справочно: в итог раздела 2 не включается) и статью 2.11", Платежи по лизингу основных средств. Раздел 1 статью 1.6 дополнить статьей 1.6' Начисление лизинговых платежей (из себестоимости).

По нашему мнению, предложенные направления совершенствования управления лизинговой деятельностью создадут предпосылки расширения этой деятельности, достижения желаемых результатов от ее осуществления.

## **РОЛЬ ОТКРЫТОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В УСИЛЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ**

Аспирант Лукьяненко А. Ю.

Канд. экон. наук, доцент Гурина Е. В.

Белорусский национальный технический университет

В современных условиях процесс успешного функционирования и экономического развития белорусских предприятий во многом зависит от обеспечения ими своей экономической безопасности.

Во многом экономическая безопасность предприятия зависит от того, как в целом организована работа в этом направлении на предприятии. Но важную роль играет и правильно подобранный инструментарий. В практически любой современной организации немало работы ведется в информационном поле с помощью программного обеспечения (ПО).

Основные направления, по которым открытое ПО может повысить экономическую безопасность организации заключаются в следующем:

- уменьшение рисков, связанных с использованием взломанного проприетарного программного обеспечения, которым пользуются практически все организации в Республике Беларусь, нарушая при этом закон и рискуя в один момент получить фатальный экономический удар;

- подбор ПО под нужды и требования организации вместо слепой установки ПО, которое будут использоваться на 10–25 %, но оплачено или взломано (со всеми вытекающими рисками) оно будет на все 100 %;

- существует и закрытое ПО, удовлетворяющее вышеописанному, однако дешевое или бесплатное закрытое ПО нередко содержит в себе рекламные и шпионские модули, выполняет вредоносные действия, и когда это вскрыется, может быть уже слишком поздно; причем, достоверно выяснить, чем занимается программа не всегда представляется возможным, в отличие от ПО с открытым исходным кодом;

- именно открытый исходный код позволяет быстрее находить уязвимости и ошибки в программе, а в случае свободной лицензии – потенциально быстрее исправлять их;

- жизненный цикл программы с открытым исходным кодом не так сильно зависит чьих-либо прихотей и при желании и определенных усилиях может продолжаться практически вечно или на худой конец завершиться правильно подготовленным переходом на другой продукт.

Использование в разумных пределах открытого (и свободного) ПО может повысить экономическую безопасность сразу по нескольким направлениям: уменьшение рисков, уменьшение расходов, следование закону, повышение гибкости и улучшение возможностей выбора.

## **РОЛЬ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В РАБОТЕ С ПЕРСОНАЛОМ**

Студентка гр. 11306113 Матяш В. А.

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.

Белорусский национальный технический университет

Психологические методы играют очень важную роль в работе с персоналом, т. к. направлены на конкретную личность рабочего или служащего. Главной их особенностью является обращение к внутреннему миру человека, его личности, интеллекту, чувствам, образам и поведению с тем, чтобы направить внутренний потенциал человека на решение конкретных задач предприятия.

Отрасли психологии и знание их методов исследования позволяют сделать правильный анализ душевного состояния людей, построить их психологические портреты, разработать способы устранения психологического дискомфорта и формировать хороший климат коллектива. Именно поэтому тема психологических методов управления очень актуальна в наше время.

Цель психологических методов – создание морально-психологического климата, способствующего активизации деятельности индивида и повышения степени удовлетворенности процессом труда в коллективе, на предприятии.

Чтобы воздействие на коллектив было наиболее результативным, необходимо не только знать моральные и психологические особенности отдельных исполнителей, но и осуществлять управляющее воздействие. Для этих целей применяются психологические методы. К способам психологического воздействия относятся внушение, убеждение, подражание, вовлечение, принуждение, побуждение, осуждение, требование, запрещение, плацебо, порицание, командование, обманутое ожидание, "взрыв", метод Сократа, намек, комплимент, похвала, просьба, совет.

Выбор методов во многом определяется компетентностью руководителя, организаторскими способностями, знаниями в области социальной психологии.

Психологические методы управления сложны по своему содержанию. Они основаны на глубоком познании психологической природы человека, структуры его потребностей. Чтобы применять эти методы, надо знать психологические особенности отдельных работников, социально-психологические особенности отдельных групп и коллективов.

## **ОЦЕНКА ПЕРСОНАЛА КАК ВАЖНЕЙШИЙ ЭЛЕМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Студенки гр. 11306113 Болтрукевич А. О., Карпинович К. Б.

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.

Белорусский национальный технический университет

На рубеже веков в эволюции взглядов на оценку персонала произошло важное событие. Отказавшиеся в начале 90-х от процедуры аттестации (или совсем ее не имевшие) компании вдруг снова стали к ней обращаться. Все дело в том, что система управления персоналом, как и любая другая система, вообще возможна только тогда, когда регулярно проводится оценка эффективности и результативности ее работы. Регулярная оценка эффективности работы персонала на Западе получила название Performance appraisal, и когда подобные процедуры стали вводить у нас, для них подошло привычное название «аттестация».

Заглядывая в будущее, можно прогнозировать все большее распространение так называемых мягких способов оценки в ходе тренингов и деловых игр, а также своего рода сращивания процессов оценки и процессов обучения. Данные тенденции требуют повышения профессионализма людей, занимающихся оценкой, а также расширения их компетенций, по крайней мере, до базовых тренерских навыков.

Важнейший тренд, который определяет будущее сферы оценки, – постоянное развитие информационных и компьютерных технологий.

Для компании система оценки персонала имеет первостепенное значение. Когда у менеджеров есть эффективная система, и они правильно ее применяют, это идет на пользу и каждому сотруднику, и организации в целом. Чтобы нейтрализовать возникающие в процессе оценки трения, процедура должна отслеживаться и по возможности корректироваться.

Как показывает не только зарубежный, но и современный опыт, именно персонал становится сегодня долгосрочным фактором конкурентоспособности и выживания предприятия. В условиях нестабильности экономики, неустойчивости финансового рынка, откровенной слабости и неразвитости отечественного рынка труда для организации одной из наиболее сложных, но в то же время жизненно важных и необходимых задач является задача создания и обеспечения эффективного функционирования службы управления персоналом.

В связи с этим возникает объективная потребность в определении оценке персонала и степени ее соответствия постоянно растущим требованиям.

## **БИЗНЕС-ПЛАН КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Студентка гр. 4.25.01.07 Асимова А. Р.<sup>1</sup>

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Таджикский технический Университет им. акад. М. С. Осими

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

В современных условиях хозяйствования каждому предприятию необходимо разработать бизнес-план, который является рабочим инструментом, используемым во всех сферах производственной деятельности. Бизнес-план описывает процесс функционирования компании, показывает, каким образом будут достигнуты цели и задачи, в первую очередь максимизация прибыли. Качественно разработанный бизнес-план помогает предприятию развиваться, завоевывать новые позиции на рынке, составлять перспективные планы своего развития, концепции производства новых товаров и услуг и выбирать рациональные способы их реализации. Бизнес-план является постоянным документом; он систематически обновляется, в него вносятся изменения, связанные как с переменами, происходящими внутри компании, так и изменениями на рынке, где действует фирма. Бизнес-план увязывает внутрифирменный и макроэкономический анализ.

В начале бизнес-плана должно быть резюме, которое включает в себя краткое, но детальное описание всего проекта. Далее осуществляется сбор информации и анализируется рынок сбыта, собирается информация о конкурентах. Производственный план содержит расчет объема производства, себестоимости, цен на продукцию, производственной мощности и технология производства. Маркетинговый план - это важный раздел бизнес-плана, целью которого является проанализировать влияние производимого продукта на рынок и обеспечить предприятию сбыт товара. Организационный план должен показать какую организационную структуру управления имеет данное предприятие, насколько она эффективна, в нем дается характеристика персонала и администрации. Финансовый план относится к самому важному разделу, так как он содержит финансовую информацию по проекту, которая определяет его стоимость, данный раздел поможет инвесторам или деловым партнерам оценить способность предприятия и обеспечивать поступление денежных средств в объеме, достаточном для осуществления платежей по кредитным обязательствам. Таким образом, создается определенная модель деятельности компании, которая используется для планирования и эффективной деятельности предприятия, и самое главное для качественного обслуживания потребителя.

## **СЕЛЕБРИТИ КАК ИНСТРУМЕНТ МАРКЕТИНГА В СПОРТИВНОЙ ОТРАСЛИ**

Студентка гр. 11904114 Козловская И. Ю.

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.

Белорусский национальный технический университет

Селебрити (Celebrity-marketing) – это инструмент маркетинга, который позволяет сформировать имидж бренда, повысить его узнаваемость и лояльность, а так же увеличить продажи при вовлечении знаменитости в рекламную или PR-компанию.

В последние годы наметилась тенденция активного привлечения звезд к продвижению товаров средствами PR. Участие звезды в PR-акции всегда привлекает к ней внимание СМИ, является для них интересным информационным поводом. Знаменитости, являются лидерами мнений, что привлекает к ним внимание целевых аудиторий. Так, например, в спортивной индустрии селебрити используют не только для рекламы товаров и услуг, а так же для привлечения внимания человека к своей физической подготовленности и к спорту в целом. В городе размещают множество мотивирующих плакатов, которые подталкивают к саморазвитию и самодисциплине «Не кури», «Занимайся спортом» и так далее.

В настоящее время этот инструмент маркетинга очень распространен и развивается все больше. В ноябре 2016 года в Москве в рамках Russian Sponsorship Forum состоялась конференция Celebrity Marketing, на которой встретились множество представителей «звезд» спорта, музыки, кино, ТВ, селебрити-агентств, музыкальных лейблов, продюсеров со всего мира. Темой конференции была специфика взаимодействия брендов и селебрити – спортсменов, кинозвезд, музыкальных кумиров.

Существует много нюансов при выборе знаменитости для рекламы в спортивной отрасли. Главное – она должна гармонично ассоциироваться с брендом, люди должны интуитивно понимать, почему, на каком основании был выбран именно этот спортсмен. Яркими представителями звезд селебрити в Беларуси являются Алла Цупер, Дарья Домрачева, Виктория Азаренко и другие.

Возникает вопрос: «Оправдывает ли результат от рекламы деньги, которые заплатили селебрити?» В случае с предложением товара абсолютно оправдывает, даже с учетом гонорара и расходов на съемку. При мотивирующей рекламе государство преследует совсем другие цели, а деньги вложены в селебрити в надежде на получение новых олимпийских чемпионов.

## **ПЛАНИРОВАНИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ БЮДЖЕТА ОРГАНИЗАЦИИ**

Студент гр. 11308114 Беспанский М. А.

Ст. преподаватель Лубчинская И. П.

Белорусский национальный технический университет

Бюджет организации – количественное воплощение плана, характеризующее доходы и расходы за определенный период. В результате его составления становится ясно, какую прибыль получит предприятие при принятии того или иного плана развития.

Бюджетом называется расчетная и ограничительная смета доходов и расходов на определенный период. Являясь важнейшим инструментом организации и регулирования предстоящей деятельности, бюджет представляет собой результат свободно принятого решения, утверждаемый и подлежащий исполнению.

Сущность бюджетного метода заключается в том, что вся производственно-хозяйственная деятельность предприятия состоит в балансировании доходов и расходов, четком определении мест их возникновения и закреплении за индивидуальным или коллективным исполнителем. Финансовое планирование может быть эффективным только при правильной оценке всех категорий расходов и доходов, вносимых в бюджет.

В зависимости от того к какой категории расходов и доходов применяется бюджетный расчет на фирме составляются различные формы бюджета: операционный, финансовый, инвестиционный. Последовательность формирования бюджета определяется руководством фирмы.

Процесс бюджетирования на предприятии объединяет работу по составлению оперативного, финансового и общего бюджетов, управлению и контролю за выполнением бюджетных показателей.

Составляется бюджет с учетом уровня спроса на продукцию предприятия, географии сбыта, категории покупателей, сезонных факторов и т. п.

Планирование, как стратегическое, так и тактическое позволяет контролировать производственную ситуацию. Бюджет, являясь составной частью плана, содействует четкой и целенаправленной деятельности предприятия, служит основой для оценки выполнения плана центрами ответственности, что создает объективную основу для деятельности организации в целом и ее подразделений.



## **КОНФЛИКТЫ В СОВРЕМЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ**

Студенты гр. 13308114 Беспанский М. А., Комолов М. В.

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.

Белорусский национальный технический университет

Конфликт – наиболее острый способ разрешения противоречий, возникающих в процессе социального взаимодействия, заключающийся в противодействии участников этого взаимодействия и обычно сопровождающийся негативными эмоциями, выходящий за рамки правил и норм. Виды конфликтов: 1) внутриличностный; 2) межличностный; 3) внутригрупповой; 4) межгрупповой; 5) внутриорганизационный.

Внутриличностный конфликт – это состояние, в котором у человека есть противоречивые и взаимоисключающие мотивы, ценности и цели, с которыми он в данный момент не может справиться, не может выработать приоритеты поведения. Межличностный конфликт- это конфликты между отдельными индивидами в процессе их социального и психологического взаимодействия. Внутригрупповой конфликт – это столкновение, разногласие между личностью и группой, вызванное различиями индивидуальных и общих интересов, ослаблением сплоченности и совместных действий либо несоблюдением норм группового поведения. Межгрупповой конфликт – это столкновения между различными группами, подразделениями. За период конфликта в момент отставания общих интересов единство группы может быть достаточно велико. Внутриорганизационный конфликт – это противостояния и столкновения, возникающие на почве того, как были спроектированы отдельные работы или организация в целом, или как формально распределена власть в организации. Выделяются четыре разновидности этого конфликта: 1) вертикальный; 2) горизонтальный; 3) линейно-функциональный; 4) ролевой. В реальной жизни эти конфликты тесно переплетены друг с другом, но каждый из них имеет свои различные черты.

Вертикальный конфликт – это конфликт между уровнями управления в организации. Его возникновение и разрешение обусловлено теми сторонами жизни организации, которые влияют на вертикальные связи в организационной структуре. Горизонтальный конфликт вовлекает равные по статусу части организации и чаще всего выступает как конфликт целей. Развитие горизонтальных связей в структуре организации во многом помогает его разрешению. Линейно-функциональный конфликт чаще носит сознательный или чувственный характер. Его разрешение связано с улучшением отношений между линейным руководством и специалистами, например, путем создания целевых или автономных групп. Ролевой конфликт возникает тогда, когда индивид, выполняющий определенную роль, получает неподходящее его роли задание.

## **ПУТИ УСКОРЕНИЯ ОБОРАЧИВАЕМОСТИ ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ МАЛЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Студентка гр. 11306112 Бондаренко А. Г.

Ст. преподаватель Серченя Т. И.

Белорусский национальный технический университет

Оборотные средства представляют собой совокупность денежных средств, авансированных в оборотные активы предприятия, участвующие в сферах производства и обращения. Характерной особенностью оборотных средств является высокая скорость их оборота. Ускорить оборачиваемость оборотных средств можно путем проведения следующих мероприятий: снижения производственных запасов, уменьшения объема незавершенного производства, ускорения сроков реализации готовой продукции, сокращения дебиторской задолженности.

К основным путям сокращения производственных запасов относятся: рациональное использование сырьевых, материальных и топливно-энергетических ресурсов; ликвидация сверхнормативных запасов материалов; совершенствование системы материально-технического обеспечения производства, в том числе путем укрепления договорной дисциплины и установления четких договорных условий поставок, обеспечение их выполнения; совершенствование нормирования; эффективная работа транспортной системы, улучшение организации складского хозяйства.

Сокращение времени пребывания оборотных средств в незавершенном производстве достигается путем совершенствования организации производства, улучшения использования основных фондов, применяемой техники и технологии, экономии на всех стадиях движения оборотных средств. Для ускорения сроков реализации готовой продукции необходимо прежде всего соблюдение договорной и платежной дисциплины, эффективная маркетинговая стратегия предприятия, применение прогрессивных форм расчетов, своевременное оформление документации и ускорение ее движения.

Сокращение показателя дебиторской задолженности достигается путем ограничений в поставке товаров и услуг или полное приостановление поставки, формирование четких правил и стандартов по ведению кредитной деятельности, начисление штрафов, подача претензий, занесение в «черный список».

Ускорение оборачиваемости оборотных средств позволяет высвободить значительные суммы, благодаря чему можно увеличить объем производства без дополнительного финансирования, а высвобождающиеся средства использовать в соответствии с потребностями предприятия.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПОСРЕДСТВОМ ИННОВАЦИЙ**

Студентка гр. 11308114 Брановец А. А.

Ст. преподаватель Лубчинская И. П.

Белорусский национальный технический университет

В современных условиях повышения эффективности предприятия можно достичь преимущественно за счет развития инновационных процессов, получающих конечное выражение в новых технологиях, новых видах конкурентоспособной продукции.

Неотъемлемой частью повышения эффективности предприятия является внедрение инновационных процессов в охрану труда. Поэтому многие организации обращаются к инновационным решениям в сфере охраны труда, а именно к компьютерным технологиям.

Также в настоящее время, в стратегиях многих предприятий происходит определенная переориентация, т. е. переход от всемерного использования экономического эффекта крупномасштабного производства к более целенаправленной инновационной стратегии.

Экономическую эффективность предприятия можно достигнуть за счет повышения качества продукции, реализации политики ресурсосбережения, выпуска новых, конкурентоспособных проектов, освоения рентабельных бизнес-проектов. Безусловно, инновация опирается на удовлетворение определенных общественных потребностей, но вместе с тем повышение эффективности использования отдельных ресурсов, либо повышение эффективности предприятия в целом в результате внедрения новшества и получения нововведения происходит далеко не всегда. На конечный успех инновации, выражающийся в получении экономического эффекта или повышении эффективности функционирования предприятия, влияет совокупность разных факторов (экономических, юридических, технических, рыночных и др.), воздействие которых чрезвычайно сложно спрогнозировать.

Таким образом, можно утверждать, что инновация – это новшество, внедренное в деятельность предприятия с целью повышения его эффективности на основе лучшего удовлетворения определенной общественной потребности. При этом следует отметить, что под эффективностью следует понимать определенный экономический, производственный, социальный, экологический и иной результат, ожидаемый от внедрения новшества.

УДК 388.45

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ПРОВЕДЕНИЯ МАРКЕТИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Студент гр. 11308113 Вабишевич А. М.

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.

Белорусский национальный технический университет

Успешное функционирование организации в условиях рынка предусматривает тщательно разработанную товарную стратегию. Принимаемые стратегические решения по товару являются основой общей маркетинговой стратегии предприятия. Товар является эффективным средством влияния на рынок, основной деятельностью организации и источником получения дохода.

Инновационная продукция, положительно воспринятая на рынке, обеспечивает организации конкурентное преимущество в своей сфере деятельности на некоторое время. Эффективная инновационная деятельность позволяет компании уменьшить интенсивность ценовой конкуренции, связанной со сбытом традиционных товаров. Отсутствие товарной стратегии предприятия или недостаточное внимание, уделяемое ей, часто приводят к потере контроля над конкурентоспособностью, изменяющейся под воздействием внешних факторов, что, в конечном счете, негативно сказывается на общей эффективности деятельности предприятия. Задачи маркетинговой стратегии состоят в следующем - она дает возможность компании завоевать рынок, максимизировать прибыль и преследует установленные бизнесом цели. Не имея четкой стратегии маркетинга, компания не может удерживать и повышать конкурентоспособность своих товаров на рынке.

Таким образом, грамотно выстроенная товарная стратегия позволяет оптимизировать процесс обновления предложения и является координатором деятельности компании, активно используемым высшим менеджментом.

УДК 658.5:330.341

## **ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ И ВОСПРИИМЧИВОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Студентка гр. 11306116 Данилевич Е. Д.

Ст. преподаватель Серченя Т. И.

Белорусский национальный технический университет

В Беларуси инновационно активные предприятия в промышленности составляют 19,6 %. Оценка технологических инноваций показывает, что основная доля затрат на технологические инновации в промышленности Беларуси сконцентрирована в топливной промышленности, машиностроении и

металлургии, электроэнергетике. При этом основная доля затрат направлена на приобретение машин и оборудования – 54%, а не на исследования и разработки. Один из показателей, отражающих восприимчивость реального сектора экономики к инновационным изменениям – доля отгруженной инновационной продукции, также сокращается. (Доля отгруженной инновационной продукции в Беларуси в 2015 году сократилась до 13,1 %, а доля продукции, новой для мирового рынка – до 1,8%. Для сравнения: доля новой продукции в промышленности ЕС составляет 30%). Очевидно, что низкая доля высоких технологий в экспорте продукции не соответствует научному потенциалу Беларуси и негативно влияет на инновационную активность национальной экономики в целом. Незрелость высокотехнологичного экспорта Беларуси является реальной угрозой экономической и научно-технической безопасности Беларуси. Ориентация высокотехнологичного сектора в значительной мере на внутренний рынок не имеет перспективы, так как мировой рынок научно-технической продукции постоянно растет, а внутренний рынок Беларуси достаточной невелик.

Основными проблемами, противодействующими развитию высокотехнологичного сектора, являются: недостаточная интеграция в глобальную экономику; отсутствие развитой системы международного трансфера; недостаточная адаптация к новым тенденциям развития мирового рынка наукоемкой продукции. Еще одним отрицательным фактором является низкий уровень инновационной культуры, плохой доступ к информации об инновационных изменениях. По оценке значимости факторов, препятствующих повышению инновационной активности и восприимчивости промышленных предприятий Республики Беларусь, основными являются: недостаток собственных денежных средств (из экономических факторов), низкий инновационный потенциал предприятия (из производственных факторов), неразвитость рынка технологий (их прочих факторов).

УДК 388.45

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОТИВАЦИИ СОТРУДНИКОВ**

Студенка гр. 11306113 Ефимович Ю. И.

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.

Белорусский национальный технический университет

Для эффективного решения проблемы рационального использования трудовых ресурсов на предприятиях, улучшения корпоративной культуры и совершенствования стиля управления необходимо изучать внутренние побудительные силы каждого работника, разрабатывать и внедрять прогрессивные системы оплаты и стимулирования труда. Мотивация – процесс формирования у работников или коллектива заинтересованности в

достижении личных целей и организации в целом. В современных условиях хозяйствования для работодателей в любом секторе деятельности необходимо успешно мотивировать своих сотрудников, так как это имеет жизненно важное значение с точки зрения поддержания не только рабочей силы, но и здорового бизнеса. Многие предприятия прикладывают значительные усилия и ресурсы для найма лучших сотрудников. Однако следует помнить, что даже если собрана отличная команда и, казалось бы, есть все условия для работы, наступает момент, когда сотрудники теряют интерес к обязанностям или покидают компанию. Причины могут отличаться, но их суть одна – отсутствие мотивации. Создание сплоченной команды высококвалифицированных профессионалов, работающих на благо общей цели и собственного процветания, – это непрерывный процесс. Мотивация – это действия, направленные на повышение заинтересованности сотрудников в своей профессиональной жизни, которые могут быть как материальные, так и нематериальные основе.

Можно выделить следующие направления, которые помогают повысить мотивацию работников: проявление искреннего интереса к карьере каждого сотрудника; тренировка и дополнительное обучение; перепланировка рабочего места; проявление гибкости (современный работник ценит свое личное время, поэтому можно позволить сотрудникам в некоторой степени контролировать свои собственные часы работы) и т. д.

Неважно, насколько велика или мала Ваша компания, команда высококвалифицированных и мотивированных сотрудников имеет решающее значение для успеха Вашего бизнеса. Немотивированные работники являются менее продуктивными и менее творческими, и это делает их менее ценными для бизнеса.

УДК 338.3

## **ПРОБЛЕМЫ ВЕНЧУРНОГО ИНВЕСТИРОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Студент гр. 11308114 Комолов М. В.

Канд. экон. наук, доцент Гурина Е. В.

Белорусский национальный технический университет

В Беларуси, по мнению экспертов-экономистов, венчурных фондов, ни крепких, ни слабых нет вообще. Об их создании идут многолетние споры с дискуссиями в среде банкиров и государственных экономистов, но воз и ныне там.

Однако смельчаки-одиночки, частные лица, сумевшие ранее сколотить приличные капиталы, в нашей стране есть. И эти люди время от времени, заинтересовавшись какой-нибудь новенькой идеей в бизнесе, охотно на-

чинают свои денежные вложения. В кругу узких специалистов этих отзывчивых, не боящихся экспериментов «благодетелей», именуют бизнес-ангелами. Но их спонсорской помощи развивающемуся бизнесу в Беларуси всегда препятствуют разные негативные факторы.

Аналитики называют следующие проблемы:

1. Вложение денег в проект спонсоры основывают исключительно на доверии, но точной и конкретной схемы распределения прибыли между финансирующей стороной, бизнес-ангелом, и исполнителями они не дают.

2. Другой ошибкой многих спонсоров из Беларуси является то, что проекты, оказавшиеся убыточными, они не могут и не хотят «заморозить», руководствуясь старой, еще советской привычкой, добиваться положительного успеха любой ценой.

3. Проблемы с подбором персонала, менеджерами, принятыми на работу для внедрения бизнес-проекта в жизнь, тоже глобальная проблема для инвестора. .

4. Отсутствие четко выработанной линии поведения венчурных спонсоров, отсутствие точного пошагового плана вкладывания денег в проекты, где были бы четко разграничены.

По такой схеме работают многие венчурные инвесторы из Западной Европы, но в Беларуси подобная схема взаимодействия между обеими сторонами пока еще не прижилась и не утвердилась. Виной всему отсутствие единого фонда венчурных инвестиций и наличие разрозненных заинтересованных групп и бизнес-ангелов одиночек.

УДК 338.3

## **УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ЗАПАСАМИ**

Студентка гр. 11308114 Кузнецова О. А.

Ст. преподаватель Лубчинская И. П.

Белорусский национальный технический университет

Производственные запасы – это средства производства, поступившие на склады предприятия, но еще не вовлеченные в производственный процесс.

Создание таких запасов позволяет обеспечивать отпуск материалов в цехи и на рабочие места в соответствии с требованиями технологического процесса. Уменьшение запасов сокращает расходы по их содержанию, снижает издержки, ускоряет оборачиваемость оборотных средств, что в конечном счете повышает прибыль и рентабельность производства. Управление производственными запасами на предприятии предполагает выполнение следующих функций:

1. разработку норм запасов по всей номенклатуре потребляемых предприятием материалов;

2. правильное размещение запасов на складах предприятия;
3. организацию действенного оперативного контроля за уровнем запасов и принятие необходимых мер для поддержания нормального их состояния;
4. создание необходимой материальной базы для размещения запасов и обеспечения количественной и качественной их сохранности.

Нормирование производственных запасов – это определение их минимального размера по видам материальных ресурсов для бесперебойного обеспечения производства.

При нормировании производственных запасов сначала определяются нормы производственных запасов в днях, а затем в натуральном и денежном выражении.

Общая норма производственных запасов по видам материальных ресурсов в днях определяется суммированием всех видов запасов.

Норматив производственных запасов в натуральном выражении по каждому виду материальных ресурсов определяет произведение норматива в днях на их однодневный расход в натуральном выражении.

Норматив в денежном выражении, т. е. норматив собственных оборотных средств на сырье, основные материалы, покупные полуфабрикаты, есть произведение стоимости среднесуточного расхода сырья, основных материалов и полуфабрикатов на норматив в днях.

Стоимость среднесуточного расхода рассчитывается путем умножения среднесуточного расхода в натуральном выражении на цену материальных ресурсов, включая заготовительные расходы и стоимость отходов по плановым нормам.

УДК 338.3

### **СРЕДСТВА РАСПРОСТРАНЕНИЯ РЕКЛАМЫ**

Студенты гр. 11308114 Кузнецова О. А., Брановец А. А

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.

Белорусский национальный технический университет

Рекламу обычно делят на информирующую, напоминающую и увещательную.

Информирующая реклама преследует цель оповещения потребителя о какой-либо новинке или изменении качества или технологий производства уже существующего товара или услуги.

Напоминающая реклама. Главной целью данного вида рекламы является внушить и напомнить потребителю, что потребность в данном товаре может возникнуть в ближайшее время.

Увещательная реклама. У такого вида рекламы целью является развить благожелательное отношение к предмету рекламы, изменить воспри-



ятие и установку в пользу рекламируемого товара или услуги.

Средства и каналы рекламирования можно условно разделить на несколько видов, таких как: все виды прессы, аудиовизуальная реклама, прямая рассылка почтой, наружная реклама, система Интернет, паблик рилейшнз и другое.

Наиболее традиционный и сравнительно недорогой вариант рекламы в прессе. Вся пресса подразделяется на общепопулярную и специализированную, так и направленность рекламы может быть либо на все слои населения, либо на отдельную его категорию.

Реклама на телевидение очень дорогое удовольствие, цены во время «прайм» увеличиваются в 2, а то и в 3 раза. Достоинства телевизионной рекламы в том, что она производит визуальное воздействие и слуховое влияние одновременно.

Прямая почтовая реклама или директ-мейл это почтовая рассылка рекламы для особенной категории потенциальных покупателей или потребителей. Это сравнительно дешевый способ распространения рекламы.

Наружная реклама включает в себя световую рекламу, щиты, афиши, транспаранты, биллборды и другое. Этот вид рекламы нельзя назвать дешевым, но главный плюс ее в том, что она привлекает как пешехода, так и водителя и воздействует на потребителя целые сутки.

Подводя итог можно сказать, что реклама это неотъемлемая часть нашей жизни она окружает нас по всюду. Реклама влияет на наш выбор, на наше отношение к различным товарам и услугам. Компании производящие товары тратят огромные деньги на рекламу своего продукта для того, чтобы мы, потребители, были оповещены о его наличии в магазине и купили этот товар.

УДК 330.322

## **ОСОБЕННОСТИ ФИНАНСИРОВАНИЯ МАЛЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ: ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ**

Студентка гр. 11308113 Лавринец Е. А.

Ст. преподаватель Серченя Т. И.

Белорусский национальный технический университет

Мировой практикой накоплен достаточный опыт действенных мер по стимулированию инновационной активности хозяйствующих субъектов. В их числе можно назвать разработку и реализацию правительственных программ поддержки инновационного предпринимательства, развитие инновационной инфраструктуры, предоставление фирмам налоговых льгот и кредитов, страхование риска для инвесторов, систему гарантий частичной компенсации финансовых потерь и другие.

Одним из показателей, характеризующих отношение государства к научно-техническому прогрессу, является объем финансирования науки. Так, расходы государства на финансирование инновационной деятельности: в США 2,9 % от ВВП, в Японии 3,0 % от ВВП, в Германии 2,35 % от ВВП, во Франции 2,25 % от ВВП, в Швеции 4,0 % от ВВП. Следует отметить, что Евросоюз рекомендует всем своим членам довести уровень вложений в инновации до 2,5 % от ВВП. Поддержка научно-технической деятельности, имеющей инновационную направленность, осуществляется государствами ЕС в соответствии с общими для всех стран рыночной экономики принципами.

Во Франции поддержка инновационной деятельности сосредоточена в сфере малых и средних предприятий. Финансовая, организационная и информационная поддержка инновационных проектов, рассчитанных на промышленное внедрение, осуществляется государственным агентством, учредителями которого являются три министерства (промышленности, национального образования, науки и технологий, малых и средних предприятий). В Германии непосредственная финансовая поддержка проектов из федерального бюджета осуществляется в рамках целевых программ федерального Министерства образования, науки, исследований и технологии (BMBWF).

Поддержку получают исследования и разработки повышенной значимости для страны в целом, имеющие целью поднять до мирового уровень отечественной науки и техники в избранных областях. Преимущество отдается НИОКР долгосрочного характера, сопряженным со значительным риском, требующим серьезных затрат, в финансировании которых участвует также и частный капитал. Сюда относятся, в частности, межотраслевые разработки в области критических технологий.

УДК 338.518

## **МЕХАНИЗМЫ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ БЕЛАРУСИ**

Студент гр. 11306112 Ладутько М. М.

Ст. преподаватель Серченя Т. И.

Белорусский национальный технический университет

Единого, общепризнанного определения конкурентоспособности как в экономической литературе, так и мировой практике, не выработано. Существует широкий разброс представлений, однако почти во всех определениях конкурентоспособность зависит не столько от экономического потенциала страны, сколько от способности удовлетворить конкретную рыночную потребность, а также от способности оперативно и гибко реагировать на изменение этой потребности. Одним из спорных вопросов, возникающих при обсуждении сущности конкурентоспособности, является вопрос о

влияющих на нее факторах и степени их важности. Для того чтобы определить, в какой степени отдельные факторы влияют на уровень конкурентоспособности, используем корреляционно-регрессионный анализ. С этой целью были отобраны 40 стран из рейтинга глобальной конкурентоспособности 2016-2017 гг. С помощью регрессионного анализа определим влияние на результирующий показатель конкурентоспособности индекса инноваций, индекса экономики знаний, индекса экономической свободы, индекса эффективности логистики и уровня налоговой нагрузки.

Расчеты показали что коэффициент детерминации множественной регрессии равен 0,8554, из чего следует, что в факторную модель включено 85,54 % факторов, влиявших на изменение индекса глобальной конкурентоспособности. Уравнение многофакторной регрессии имеет следующий вид:

$$Y = 1,344 + 0,032 * X_1 - 0,097 * X_2 + 0,019 * X_3 + 0,409 * X_4 - 0,0009 * X_5$$

Проведенный анализ позволил выявить следующие тенденции: 1) при росте индекса инноваций на 1% индекс глобальной конкурентоспособности увеличивается на 0,032%; 2) при увеличении индекса экономики знаний на 1% индекс глобальной конкурентоспособности снижается на 0,097%; 3) при росте индекса экономической свободы на 1% индекс глобальной конкурентоспособности увеличивается на 0,019%; 4) при росте индекса эффективности логистики на 1% индекс глобальной конкурентоспособности увеличивается на 0,409%; 5) при увеличении уровня налоговой нагрузки на 1% индекс глобальной конкурентоспособности снижается на 0,0009%.

Таким образом, настоящий двигатель конкурентоспособности страны – это инновации, наука и технологии, экономическая свобода.

УДК 658.12

## **ИСТОЧНИКИ И ФАКТОРЫ РОСТА РЕНТАбельНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА**

Студентка гр. 11306116 Михновец Д. Л.

Ст. преподаватель Серченя Т. И.

Белорусский национальный технический университет

Важнейшими показателями конечных результатов и совокупной эффективности производства в условиях рыночной экономики являются прибыль и рентабельность (прибыльность). Рост рентабельности связан как со снижением затрат на производство и реализацию продукции, так и с увеличением абсолютной величины прибыли.

Для определения основных направлений поиска резервов увеличения прибыли факторы, влияющие на ее получение, классифицируют на внутренние и внешние. Внутренние факторы – факторы, которые осуществ-

влияют воздействие на размер прибыли предприятия через увеличение объема выпуска и реализации продукции, улучшение качества продукции, повышение отпускных цен и снижение издержек производства и реализации продукции. Внешние факторы – факторы, которые не зависят от деятельности предприятия, но могут оказывать значительное влияние на величину прибыли (конъюнктура рынка, уровень цен на потребляемые материально-сырьевые и топливно-энергетические ресурсы; природные условия; государственное регулирование цен, тарифов, процентных ставок, налоговых ставок и др.).

Внутренние факторы в свою очередь делятся на: производственные и непроизводственные. Производственные факторы – на экстенсивные и интенсивные. Экстенсивные факторы воздействуют на процесс получения прибыли через количественные изменения: объема средств и предметов труда, финансовых ресурсов, времени работы оборудования, численности персонала, и др. Интенсивные факторы воздействуют на процесс получения прибыли через «качественные» изменения такие, как повышение производительности оборудования; использование прогрессивных видов материалов и совершенствование технологии их обработки; ускорение оборачиваемости оборотных средств; повышение квалификации и производительности труда персонала; совершенствование организации труда и более эффективное использование финансовых ресурсов и др. Внепроизводственные факторы связаны со снабженческо-сбытовой и природоохранительной деятельностью, социальными условиями труда и быта.

Перечисленные факторы влияют на прибыль не прямо, а через объем реализуемой продукции и себестоимость. При осуществлении производственно-хозяйственной деятельности предприятия все эти факторы находятся в тесной взаимосвязи и взаимозависимости.

УДК 339.18:658.7 (075.8)

## **ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫМИ ПОТОКАМИ**

Студентка гр. 11306112 Николайчик В. И.

Ст. преподаватель Серченя Т. И.

Белорусский национальный технический университет

Логистические затраты – затраты, связанные с выполнением логистических операций, – входят в состав себестоимости готовой продукции и существенно влияют на ее цену. К способам снижения уровня логистических затрат относятся: 1) улучшение взаимодействия предприятия с его поставщиками и потребителями в цепи поставок (координация деятельности снижает уровень затрат на складские операции, управление запасами,

хранение и доставку готовой продукции); 2) компенсация роста затрат в одном звене цепи поставок за счет сокращения затрат в другом; 3) использование прогрессивных методов работы для повышения производительности труда; 4) исключение видов деятельности, которые не создают добавленной ценности, путем анализа и пересмотра цепи поставок; б) обновление наиболее затратных звеньев цепи поставок и др.

Значительная доля экономического эффекта достигается за счет сокращения и минимизации затрат, связанных с хранением и контролем запасов на всем пути движения материального потока. По данным Европейской промышленной ассоциации, сквозной мониторинг материального потока обеспечивает сокращение материальных запасов на 30-70%. Экономический эффект возникает также от снижения транспортных расходов. Применение системы спутникового мониторинга транспорта ГЛОНАСС/GPS обеспечивает мониторинг транспортных средств и контроль расхода топлива в реальном времени, определяет местонахождение автомобиля, маршрут поездки, график движения, скоростной режим. Экономическая эффективность: сокращение пробега до 20%; сокращение потребления ГСМ до 20%; сокращение расходов на телефонные переговоры с водителями до 70%; сокращение затрат на техническое обслуживание до 20%. Функциональная эффективность: выполнение максимального объема перевозок минимальным числом автомобилей и водителей и рост заказов на перевозки из-за повышения качества оказываемых предприятием услуг для существующих клиентов, сохранность имущества

Таким образом, логистический подход при оптимизации управления материальными потоками открывает большие возможности для минимизации общих затрат в цепях поставок. Это приведет к уменьшению себестоимости конечного продукта и увеличению его привлекательности для клиента.

УДК 388.45

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОДБОРА И ПОИСКА ПЕРСОНАЛА**

Студент гр. 11306113 Петрашко В. В.

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.

Белорусский национальный технический университет

Современные руководители понимают, что кадры решают все. Каждый элемент в системе должен работать по назначению и на полную мощность. Для этого нужно подбирать ответственных и профессиональных работников, которые будут проявлять интерес к работе в компании. Сегодня существует только четыре способа подбора персонала, и они уже давно стали главным оружием для HR-менеджеров всех современных компаний. Рассмотрим их в этом пункте детальнее:

Рекрутинг – процесс, подразумевающий подбор персонала низшего и среднего звена. И поиск осуществляется, как правило, из тех кандидатов, которые на данное время уже ищут для себя работу.

Exclusive search (прямой, эксклюзивный поиск) – это целенаправленный подбор нужных кадров, которые подходят на высшее управленческое звено, а также он применяется для редких специалистов. Этот метод используется в том случае, если нужно подобрать людей, которые будут иметь ключевое воздействие на бизнес, а также реализовать стратегии по его развитию. Поиск происходит как среди занятых, так и среди свободных специалистов.

Head hunting – это разновидность прямого поиска, который подразумевает «охоту» за конкретным специалистом, а также его переманивание в определенную компанию. Это довольно сложная работа, которая требует большой практики, но она необходима, когда ищут руководителей высшего звена, а также ключевых специалистов в определенных областях и редких сотрудников. Это может относиться и к специальности, так и по уровню профессионализма. Эта технология сложна и интересна тем, что предварительно нужно заниматься сбором информации об определенном специалисте, а также тщательной подготовкой «вербовки». «Охота за головами» нужна в том случае, если в заказчика нет определенного специалиста, который мог бы работать у него и «охотнику» нужно самому найти, анализируя огромное количество информации.

Preliminary (прелиминаринг) – при помощи производственной практики и стажировки, осуществляется привлечение молодых специалистов, которые являются еще студентами или уже выпускниками вузов. Они являются залогом того, что компания будет успешной.

УДК 338.262.7

## **НАПРАВЛЕНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЛОГИСТИКИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Магистрант Соломко М. В.

Канд. экон. наук, доцент Мелюшин П. В.

Белорусский национальный технический университет

На сегодняшний день, адресная система хранения (АСХ) является наиболее эффективным методом снижения затрат в организации складского хозяйства предприятий. Под адресной системой логистики предприятий следует понимать автоматизированный процесс оптимизации размещения товара на складе с учетом основных критериев характеристик склада и товара (размера, типа, условия хранения, системного управления и т. д. ). В современных условиях, существует ряд нерешенных вопросов касаю-

щиеся усовершенствования разработки, проектирования и реализации АСХ. Основные решения этих вопросов направлены на рассмотрение достоинств и недостатков современных методов организации адресного склада, формализованного комплексного алгоритма на основе ERP-системы Ахарта 3. 0 в виде отдельного модуля.

Функционирование современного адресного склада организуется на основе методов динамического и статистического хранения. Основными достоинствами представленных методов являются: прозрачность размещения товаров на складе, простота и системность в использовании, минимальные затраты на обучение персонала, максимальная эффективность в использовании складских площадей. Недостатками являются: усложненность технологии размещения, существенная зависимость от владения информацией и возникновения ошибок учета. По-нашему мнению, собственный метод отдельно взятого предприятия комбинированного хранения позволяет эффективно и гибко организовать АСХ. Осуществление данного метода происходит таким образом: зоны хранения реализуются на основе метод статистического хранения, а размещения товара – методом динамического хранения.

Таким образом, используя комбинированного метода адресного системного хранения, предприятия с особыми только ему свойственными характеристиками, приспособляясь к постоянно изменяющейся конъюнктуре рынка, разрабатывает свою автоматизированную алгоритмизацию размещения товара на складе при комплектации заказа.

Предложенная система помогает снизить предприятий при истечении срока годности товаров и наиболее эффективно использовать складское пространство. Единственной последующей проблемной областью в данных разработках будет являться учет товара в разрезе складской аналитики, что и будет требовать комплексных исследований в этом направлении.

УДК 388.45

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ МАРКЕТИНГОМ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

Магистрант Третьяков-Савич Е. С.<sup>1</sup>

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Каунасский технологический университет

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

В современных условиях хозяйствования неотъемлемой успешной составляющей деятельности любого предприятия является управление маркетингом, которое представляет собой анализ, планирование, претворение в жизнь и контроль за проведением мероприятий, рассчитанных на успешное продвижение товаров на рынок и получении максимальной прибыли.

Каждое предприятие заинтересовано в эффективном управлении своей маркетинговой деятельностью. Для этого необходимо: проведение анализа рыночных возможностей; отбор целевых рынков; разработка комплекса маркетинга и осуществление маркетинговых мероприятий. Объединение вышеперечисленного и характеризует процесс управления маркетингом, которое может осуществляться с позиций следующих альтернативных подходов: концепции совершенствования товара, концепции совершенствования производства и концепции интенсификации коммерческих усилий. Следует исходить из того, что главное в маркетинге - целевая ориентация (означает, что маркетинг ориентирован на потребителя, его истинные нужды и потребности) и комплексность (применение маркетинга обеспечивает эффект только в том случае, если он используется как система). Необходимо слияние в один поток всех составляющих элементов управления маркетингом (соединение предпринимательской, хозяйственной, производственной и сбытовой деятельности). Управление маркетинговой политикой требует перестройки всей системы управления производством, повышения эффективности деятельности всех подразделений. Благодаря этому предприятия выявляют потребности покупателей (как потенциальные, так и реально существующие), их требования к качеству, обеспечивают превращение покупательной способности в конкретный спрос на данный товар, добиваются того, чтобы связи покупателя с продавцом (производителем) товара были долговременными. Все вышеизложенное свидетельствует о том, что в современных условиях маркетинг должен интегрироваться в общую систему управления предприятием и эффективное управление маркетинговой деятельностью является необходимым условием успешной деятельности предприятия.

УДК 388.45

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ ПЕРСОНАЛА НА ПРЕДПРИЯТИИ**

Студенка гр. 11306113 Шматова Н. И.

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.

Белорусский национальный технический университет

В современном менеджменте вопрос мотивации персонала приобретает наибольшую актуальность. Любой руководитель, желающий добиться высокой производительности труда с помощью эффективной деятельности своих подчиненных, должен позаботиться о наличии для них стимулов трудиться, поэтому главной задачей современного менеджмента является создание таких условий труда, при которых потенциал работников будет использован наилучшим образом. Чтобы система мотивации была более эф-



фактивной она должна отвечать следующим требованиям: комплексность (применение всех видов материального и нематериального стимулирования в их оптимальном сочетании); научно обоснованная дифференциация (установление прямой связи размера вознаграждения с показателями деятельности работника и предприятия в целом); любое вознаграждение должно быть ощутимым (порог 10–15%); гласность; гибкость системы поощрения (предполагает ее пересмотр в связи с изменениями условий производства); оперативность (любое вознаграждение или наказание должно следовать сразу); избирательность (дополнительный вклад должен быть замечен и вознагражден); справедливость; учет психологических особенностей восприятия поощрения или наказания. На сегодняшний день существует условное разделение стимулов на материальные и нематериальные. К формам материальной мотивации персонала можно отнести: должностной оклад, его размер и соответствие сложности работы; перспективы увеличения должностного оклада; постоянные надбавки за квалификацию, стаж работы, заслуги перед организацией; участие в собственности предприятия (процент от прибыли, дивиденды по акциям); дополнительный доход в организации (участие в проектах, хоздоговора, гранты и др.). К нематериальной мотивации персонала традиционно относят: социальные льготы, дополнительное пенсионное обеспечение, медицинская страховка, оплата проезда, обедов, мобильной связи, абонемента в бассейн и т. д., так как сотрудник не получает на руки «живые» деньги, хотя компания и тратит на все это средства. В общем можно сделать вывод, что материально-денежные стимулы – двигатель «прогресса», но все же не единственный фактор, побуждающий специалиста работать. Важную роль в управлении персоналом играет и нематериальная мотивация, которая, несомненно, является мощнейшим стимулом к труду.

УДК 338.3

### **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА МЕДИАПЛАНИРОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

Студентка гр. 11308114 Шнырко Т. В.

Ст. преподаватель Лубчинская И. П.

Белорусский национальный технический университет

Медиапланирование – это совокупность решений и действий, направленных на эффективное доведение рекламных сообщений до потребителей, подразумевающая выбор оптимальных каналов размещения рекламы, формирование календарного графика размещения рекламных сообщений, продолжительность рекламной кампании. Одной из важнейших частей медиапланирования является разработка медиаплана. Медиаплан – это целевой, программный документ, определенным образом структурирован-

ный, и представляющий собой систему расчетов, обоснований, описание мер и действий по работе со средствами массовой информации с учетом. Качественно разработанный медиаплан позволяет:

- разработать последовательный план работы со средствами массовой информации для того чтобы максимально эффективно использовать СМИ для реализации обозначенных целей и задач;
- оценить потенциальные ресурсные и финансовые возможности;
- оценить эффективность выбранных методов работы со СМИ, выделить наиболее результативные из них;
- обеспечить мобильность и быстрое реагирование на изменения информационного рынка в результате воздействия внешних факторов.

Цели рекламной кампании заключаются в продвижении товара на рынок, увеличении продаж, повышении узнаваемости товара или услуги, рост посещаемости сайта или торговой сети.

Эффективность медиапланирования предприятия можно повысить: путем предварительной оценки рекламных сообщений, с тем, чтобы определить предполагаемое воздействие на аудиторию и эффективность сообщений; с помощью контроля хода проведения рекламной кампании и внесения в медиаплан необходимых корректив; пересмотрев выбор медианосителей, количество размещений и графиков выхода сообщений; включая в медиаплан наряду с рекламной кампанией мероприятия по стимулированию сбыта и созданию положительного имиджа магазина.

Следовательно, эффективным медиапланированием можно назвать то, которое имеет комплекс положительных решений, которое предусматривает размещение рекламного сообщения в самое выгодное время, наиболее подходящем для целевой аудитории рекламодателя, в выигрышном месте, оптимальным размером, необходимое количество раз при минимальном бюджете.

УДК 330.341.1

## **ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАЛОГО ИННОВАЦИОННОГО БИЗНЕСА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Студент гр. ДУП-2 (магистрант) Юран М. В.

Д-р экон. наук, профессор Нехорошева Л. Н.

Белорусский государственный экономический университет

Стремительный характер научно-технологического развития, непрерывная смена технологий диктует необходимость Республике Беларусь использование инновационной модели, основанной на прорывных научно-технологических разработках и малом инновационном бизнесе. Один из важнейших показателей – внутренние затраты на исследования и научные разработки. В Беларуси на данный момент наукоемкость составляет

0,6–0,7 %. В развитых странах этот показатель достигает 2,5–3,0% и более. Наукоёмкость же ВВП в размере 1% и ниже оценивается как критическая. Начиная с 2011 года, число инновационно-активных предприятий снижается в среднем на 5%. Основным фактором, препятствующим инновационной деятельности являются: недостаток собственных денежных средств, длительные сроки окупаемости нововведений, их высокая стоимость, высокий экономический риск и недостаток квалифицированного персонала, низкая эффективность субъектов инновационной инфраструктуры в сфере коммерциализации результатов научной и научно-технической деятельности, недостаточное использование прямых иностранных вливаний. Наиболее перспективными отраслями для технологического и инновационного развития в Беларуси являются приборостроение, химическое производство, производство транспортных средств и оборудования.

С целью решения данных проблем следует: обеспечить подготовку кадров для экономики знаний; концентрировать государственные финансы на прорывных научно-технических направлениях, внедрить персонализированную систему оплаты труда, механизм лицензионных отчислений разработчикам интеллектуального продукта. С этой точки зрения принятие решения о создании совместных венчурных фондов Беларуси и России, а также Беларуси и Китая является очень важным шагом для развития наукоемкого бизнеса и высоких технологий в Республике Беларусь, а также активизации инновационной активности в целом.

### **Литература**

Наука и инновационная деятельность в Республике Беларусь: статистический сборник / Национальный статистический комитет РБ. – Минск, 2016.

УДК 388.46

## **СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Магистрант Чернов Д. С.

Канд. экон. наук, доцент Мелюшин П. В.

Белорусский национальный технический университет

Маркетинговые социо-технологии в современной системе высшего образования представляют собой совокупность коммуникационных способов и средств в целях формирования положительного имиджа вуза в интернет-сетях для осуществления деятельности по привлечению целевой аудитории абитуриентов, что является особенно актуальным с учетом сложившейся конкурентной позиции на рынке образовательных услуг. Эффект синергии коммуникационного проекта акцентируется за счет достижения узнаваемости вуза целевой аудиторией и обеспечения набора слушателей

согласно целевым показателям, а в долгосрочной перспективе происходит формирование положительного конкурентоспособного имиджа вуза. Маркетинговые коммуникации вуза через социо-технологии возможны благодаря основным социальным каналам: непосредственно сами социальные сети, блог, видеохостинг, фотохостинг и микроблог.

Синергетический эффект маркетинговых социо-технологий, применимый в системе высшего образования, рассматривает образовательное учреждение как открытую самоорганизующуюся систему, обладающую эмерджентными свойствами, для управления которой необходимо знание и правильное применение принципов синергетики с целью продуктивного использования информативного потенциала вуза.

К наиболее важным принципам синергетического подхода в результате исследовательской работы следует отнести: принцип открытости образовательной среды для коммуникации инновационного характера и преобразований; иерархичного построения и организации образовательного процесса; ситуационности и социального резонанса; последовательности уровней трех динамичных компонентов маркетинговых социо-технологий, а именно: стадия привлечения (формирование базовой охвата), вовлечение (формирование целевого охвата, т. е. выделение целевой аудитории потенциальных абитуриентов) и конверсия (формирование продуктивного охвата).

Ключевая позиция маркетинговых социо-технологий как основной составляющей в повышении конкурентоспособности вуза и роль синергетического подхода в проведенном исследовании обеспечивает возможности проектирования новых путей достижения качественной информации и улучшения образовательного процесса в целом.

УДК 658 (075)

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОДВИЖЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

Магистранты Филипп К. Д., Соломко М. В.

Канд. экон. наук, доцент Гурина Е. В.

Белорусский национальный технический университет

На современном этапе развития рыночных отношений важное место занимают инновации. Инновации способствуют развитию предприятий, увеличению их конкурентных преимуществ, а также влияют на экспортную активность организаций. Ключевым средством создания, развития и продвижения инноваций является маркетинг. Маркетинг инноваций оказывает активное влияние на рынок путем внедрения новых продуктов или услуг.

Рынок инноваций обладает определенной спецификой, которая кардинально отличает его от остальных. Отличительные черты рынка иннова-

ций заключаются в следующем: чаще всего рынок инноваций является новым и для продавца, и для покупателя; низкое влияние цены на спрос;

исключительная степень неопределенности результата (риска), вызванной непредсказуемостью реакции потребителей на инновационный продукт; достаточно узкий по сравнению с другими рынками.

Маркетинг наряду со сбытом непосредственно участвует в продвижении инновационного продукта, а также осуществляет непосредственный контроль над этим процессом, выполняя различного рода исследования, такие как:

- выявление потребительских запросов и предпочтений в инновационном продукте и прогноз его потребительских свойств;
- проведение комплексного изучения рынка и анализ сложившейся экономической конъюнктуры;
- оценка инновации с точки зрения производственных и финансовых возможностей предприятия;
- разработка маркетингового плана коммерциализации инновации;
- проведение мероприятий по внедрению разработанного плана;
- анализ эффективности проведенных мероприятий и выявление узких мест и коррекция маркетингового плана по мере необходимости.

Управление маркетингом – это координирование разнообразных его элементов, определение целей, которые должны быть достигнуты этими элементами, составление смет затрат, достаточных для реализации этих целей, разработка специальных программ (например, рекламных кампаний, презентаций, демонстраций), оценка работы и принятие корректирующих мер в случае, если результаты не согласуются с целями.

УДК 535.317

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭКОНОМИКИ КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ БЕЛАРУСИ**

Студентка гр. 11306114 Прикота Е. С.

Канд. экон. наук, доцент Гурина Е. В.

Белорусский национальный технический университет

Реальным инструментом повышения конкурентоспособности экономики и качества жизни населения стала реализация инновационных программ. Эффективная инновационная политика основана на активной роли государства, выступающего в качестве посредника между участниками инновационных процессов. Основным инструментом реализации государственной инновационной политики в РБ выступает Государственная программа инновационного развития (ГПИР).

В результате выполнения мероприятий Государственных программ инновационного развития за последние годы в РБ проведена значительная работа по формированию основных элементов НИС и ее институтов, созданы благоприятные стартовые условия и разработаны меры по стимулированию инновационной деятельности. Сформировано законодательство в сфере инновационной деятельности. Разработаны и приняты нормативные правовые акты, регулирующие научную, научно-техническую и инновационную деятельность. Законодательством в целом предусмотрены различные формы поддержки инновационной деятельности в виде налоговых и иных стимулирующих инструментов. Проведена работа по формированию и развитию инновационной инфраструктуры. Устойчиво растет количество резидентов технопарков. Основными направлениями деятельности резидентов технопарков являются такие направления как: приборостроение, машиностроение, электроника; оптика и лазерные технологии; энергетика и энергосбережение; информационные технологии, разработка программного обеспечения; медицина, фармацевтика, производство медицинского оборудования; био- и нанотехнологии.

Проблемными вопросами инновационного развития являются:

- 1) Низкий уровень инвестирования в инновационные проекты и отсутствие единого механизма координации и контроля за данным процессом.
- 2) Невысокая доля бюджетного финансирования науки.
- 3) Ряд научно-исследовательских и опытно-конструкторских работы оказываются недостаточно эффективными.

Подводя итог, нужно сказать, что базисом современного этапа инновационного развития должны стать не революционные изменения, а поэтапная реструктуризация и модернизация белорусской экономики, которая, приблизившись к передовому уровню технологического развития, должна стать основным потребителем прорывных инноваций.

УДК 621.9.06-027.3(476)

## **ОЦЕНКА УРОВНЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ В ОАО «МЗОР», КАК ВОЗМОЖНОСТЬ ВЫЯВЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОИЗВОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Студент гр. 13ДКП-2 Кривицкая К. А.

Д-р экон. наук, профессор Нехорошева Л. Н.

Белорусский государственный экономический университет

Качество продукции относится к числу важнейших показателей деятельности предприятия. Повышение качества продукции в значительной мере определяет выживаемость предприятия в условиях рынка, темпы технического прогресса, реализация инноваций, рост эффективности производства, эконо-

мию всех видов ресурсов, используемых на предприятии. Следует отметить, что от выпуска высококачественной продукции выигрывает и национальная экономика, поскольку в этом случае увеличиваются экспортный потенциал и доходная часть платежного баланса страны, повышается авторитет государства в мировом сообществе [1].

ОАО «МЗОР» является производителем тяжелого металлообрабатывающего и балансировочного оборудования различных уровней автоматизации, оснащенного устройствами числового программного управления, а также командоконтроллерами. Нацеленность коллектива предприятия на повышение надежности станков и их потребительских свойств позволяет ОАО «МЗОР» постоянно оставаться конкурентоспособным на рынке и продавать свою продукцию как в ближнее, так и в дальнее зарубежье.

Целью настоящей статьи является оценка уровня качества путем сравнения специального продольного фрезерно-расточного станка с подвижным порталом МС655ГМФ4-16К (Производитель: ОАО «МЗОР», Беларусь) с образцом-эталоном: станок SMM5080GWMF4-40 (Производитель: ООО «Stanexim», Россия).

Для оценки уровня качества были выбраны основные характеристики станков: мощность главного двигателя, нагрузка на погонный метр стола, крутящий момент шпинделя и др.

По результатам оценки, полученный уровень качества составил  $0,97 < 1$ , что говорит о том, что по своим качественным характеристикам (мощность главного двигателя, расстояние между стойками, крутящий момент шпинделя) станок ОАО «МЗОР» уступает станку ООО «Stanexim», что позволяет не только оценить уровень качества, но и выявить основные направления технологического совершенствования оцениваемого станка.

### **Литература**

Теория и практика экономики и управления инновациями: учебно-методическое пособие / Л. Н. Нехорошева [и др.]; под ред. Л. Н. Нехорошевой – Минск: УО «БГАТУ», 2013. – 608 с.

УДК 658.5

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ РИСКОВ**

Студентка гр. 313711 Киселева Д. А.

Ст. преподаватель Козленкова О. В.

Белорусский национальный технический университет

Ни один даже самый успешный проект не обходится без неприятных неожиданностей и кризисов. Проблема оптимизации проектных рисков стала очень актуальна для нынешних предпринимателей, т. к. условия и тенденции рынка меняются очень быстро и для того, чтобы получить мак-

симальную прибыль, требуется быстро оценить ситуацию и принять наиболее выгодное решение.

Проектные риски – это опасность потенциально возможной или вероятной потери ресурсов, по сравнению с первоначально задуманным вариантом, который рассчитан на рациональное использование ресурсов в данной сфере деятельности, а с другой стороны – это вероятность получения дополнительной прибыли. Определение успешности или неуспешности проекта зависит от точки зрения оценивающего. Согласно определению одного из крупнейших в мире специалистов по внедрению информационных систем Э. Йордона, проект, который на 50 % отклоняется от первоначальных планов по срокам и бюджету, может считаться неудачным. Причины, порождающие такие отклонения, относятся к категории проектных рисков.

Существует множество проектов, реализация которых была остановлена или совсем не начиналась в связи с большими проектными рисками. При анализе очень важно определить источник возникновения рисков в ситуации, что практически очень трудно сделать без разделения рисков по видам. Современная методология управления проектными рисками предполагает активный подход в работе с источниками и последствиями выявляемых угроз и опасностей в отличие от недавнего прошлого, когда реагирование носило пассивный характер. Под управлением рисками следует понимать совокупность взаимосвязанных процессов, основанных на идентификации, анализе рисков, разработке мер по снижению уровня негативных последствий, возникающих при наступлении рискованных событий. Рисками проектов можно и нужно управлять.

Так как стратегические решения не принимаются за полчаса, наиболее правильным решением будет составить четкий проектный план. Любой проектный план должен содержать контрольные точки, позволяющие оценить отклонения от намеченных параметров – сроков, объемов и параметров. Контрольные точки, определяющие критерии наступления риска должны сигнализировать о риске не постфактум, а тогда, когда есть еще время исправить положение.

УДК 339. 92

## **ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ ВНЕШНЕТОРГОВЫХ ОТНОШЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ С КАНАДОЙ**

Студентка гр. 11306114 Урбанович В. Р.

Ст. преподаватель Минько М. В.

Белорусский национальный технический университет

В современных условиях для Республики Беларусь актуальна проблема развития экспорта. Беларусь располагает серьезным потенциалом по производству и экспорту азотных удобрений, позволяющим удовлетворить



внутренние потребности и поставлять значительные объемы на внешний рынок. Канада же является одним из крупнейших производителей минеральных удобрений в мире. Ее доля в мировом рынке составляет 8%. Однако большая часть производимых удобрений идет на собственное потребление, в то время как Беларусь большую часть не потребляет, а экспортирует. Следовательно, для нашей страны Канада могла бы стать одним из самых крупных потребителей азотных удобрений, а Канада, в нашем лице, могла бы найти хорошего и надежного поставщика.

Однако договорно-правовая база белорусско-канадского сотрудничества не сформирована. Правительство Канады ввело против Беларуси ограничительные меры, исключив нас из канадского режима общих преференций и введя лицензирование на экспорт канадских товаров в Беларусь. Из-за чего потенциал наших с Канадой товарных отношений не реализован в должной мере.

Выполненный анализ торгового оборота по товарной субпозиции «Удобрения азотные» показал, что экспорт азотных удобрений из РБ в Канаду стабилен на протяжении последних трех лет. Импорт из Канады уменьшился. Однако и то, и другое остается на низком уровне, в сравнении с потенциалом. Изменение договорных отношений между нашей страной и Канадой (в т. ч. снятие санкций) будет взаимовыгодным решением. После этого наши страны могли бы начать процесс по увеличению товарооборота в области азотных удобрений, а также наращивать научный потенциал в этой области. Работа в этом направлении уже ведется. Согласно статистическим данным товарооборот в двусторонней торговле между Беларусью и Канадой в 2016 г. превысил 35,4 млн. долларов США, что составило 239,2 процента к аналогичному периоду 2015 года. Изменение условий работы позволит улучшить эти показатели в дальнейшем.

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ 4. ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

<i>Донодин А. И.</i> Исследование зависимости частоты повторения импульсов от мощности накачки в волоконном кольцевом эрбиевом лазере с синхронизацией мод .....	3
<i>Устинов Д. В.</i> Селекция продольных мод $\text{Cr}^{2+}:\text{ZnSe}$ лазера.....	4
<i>Ийд Кусай Мохамед, Альмахмуд Шуаиб Хассан.</i> Методы повышения функциональной надежности узлов дневно-ночного прицела DNS-1.....	5
<i>Альмахмуд Шуаиб Хассан, Ийд Кусай Мохамед.</i> Разработка критериев оценки оптических характеристик схемы ночного канала прицела DNS-1.....	6
<i>Альхимович М. А.</i> Отражательная способность тонкопленочного германия на полупроводниковых подложках.....	7
<i>Силиэ Куэнка Алехандро Рафаель</i> Обоснование выбора типа монтировки для оптического телескопа .....	8
<i>Луис Джейсоннт.</i> Определение коэффициента трения при обработке оптических деталей .....	9
<i>Власовец Н. С.</i> Двухспектральный панорамный прибор видеонаблюдения.....	10
<i>Свибович И. В.</i> Лазерная система дистанционного управления роботом ....	11
<i>Березкин Д. С.</i> Симулятор звездного неба.....	12
<i>Першин Д. И.</i> Стенд для юстировки коллиматора.....	13
<i>Дейнека Р. В.</i> $\text{Er}, \text{Yb}:\text{Ca}_3\text{Y}_2(\text{VO}_3)_4$ – Новая активная среда для лазеров, излучающих в спектральном диапазоне 1.5–1.6 мкм .....	15
<i>Карпенко И. В.</i> Методы оптимизации тепловизионных прицелов.....	16
<i>Сокол Б. В.</i> Методы обнаружения беспилотных летательных аппаратов....	17
<i>Chavchenko K. B.</i> Universalization of laser doppler flowmeter's sensors.....	18
<i>Dernovich O. P.</i> Growth and spectroscopy of $\text{Er}_{0.01}:\text{KGd}_{0.2}\text{Yb}_{0.15}\text{Y}_{0.64}(\text{WO}_4)_2$ epitaxial layer.....	19

<i>Helich I. V.</i> Features of aberrational analysis of ellipsoidal reflectors to optical biomedical diagnostic.....	20
<i>Samilyak A. B.</i> Light scattering of human skin at ellipsoidal photometry.....	21
<i>Virychenko A. A.</i> Modeling of light scattering in thick biological samples.....	22
<i>Zadumov I.</i> Influence the anisotropy factor of biological media on scattering indicatrix.....	23
<i>Андріяш А. С., Кипарин А. І.</i> Метод улучшения пространственного разрешения рамановских микроскопов.....	24
<i>Астраух А. Н.</i> Методики изготовления оптических деталей из полимерных материалов .....	25
<i>Бондарь К. В.</i> Оптико-электронные системы обнаружения дефектов клеевых соединений оптических деталей.....	26
<i>Бруслик М. О.</i> Обнаружение объектов с помощью систем компьютерного зрения.....	27
<i>Варопай Е. Н., Харитончик А. Д.</i> Лазерный дальномер.....	28
<i>Василевич А. В.</i> Система стабилизации оптической оси ОЭП .....	29
<i>Викторов И. А., Нупрейчик А. О.</i> Блок модулятора дальномера.....	30
<i>Вилейшикова Е. В.</i> Спектры поглощения ионов двухвалентного никеля в стеклокерамике с нанокристаллами $ZnAl_2O_4$ .....	31
<i>Вилейшикова Е. В.</i> Эффективность АП-конверсии в оксифторидной стеклокерамике с нанокристаллами $Eu, Yb: PBF_2$ .....	32
<i>Вилейшикова Е. В.</i> Параметры джадда-офельта и вероятности переходов ионов трехвалентного европия в стеклокерамике с нанокристаллами $EuNbO_4$ .....	33
<i>Воронцов А. И.</i> Установка автоматического контроля микроразмеров.....	34
<i>Глазунов И. В.</i> Метод «Возбуждение-зондирование» для измерения времени релаксации просветленного состояния оптических материалов в субмикросекундном диапазоне.....	35
<i>Глазунов И. В.</i> Спектроскопические свойства ионов $CO^{2+}$ в галлийсодержащей стеклокерамике.....	36

<i>Грищенко А. Н., Судникевич В. В.</i> Световые фонтаны с согласованием цвета и формы водных фигур .....	37
<i>Дарган Г. А.</i> Интерферометр для контроля крупногабаритных зеркал.....	38
<i>Диас Рафаэль</i> Устройство для формообразования шаровидных деталей широкого диапазона диаметров.....	39
<i>Кипарин А. И., Андрияш А. С.</i> Метод двухимпульсного возбуждения образца при лазерно-плазменной спектроскопии.....	40
<i>Кипцевич М. А.</i> Клеевые соединения в приборостроении.....	41
<i>Кожевников Д. А., Старосотников Н. О.</i> Задание параметров электронного тест-объекта для геометрической калибровки оптико-электронных приборов.....	42
<i>Колобродов Н. С.</i> Когерентный оптико-электронный процессор.....	43
<i>Колос С. С., Нупрейчик А. О.</i> Система построения лидара для управления беспилотными автомобилями.....	44
<i>Котов Е. В.</i> Разработка многозональных интерференционных фильтров для съемочных систем дистанционного зондирования земли.....	46
<i>Крат А. В.</i> Термостабилизация диоптрических объективов инфракрасной техники.....	47
<i>Ле Д. В.</i> светодиоды на основе наноструктурированного пористого кремния.....	48
<i>Лира М. В.</i> Дифракционные оптические элементы для интерферометрического контроля асферических поверхностей.....	49
<i>Лира М. В., Дейнека Р. В.</i> Формирование асферических волновых фронтов с помощью синтезированных голограмм.....	50
<i>Луцок Н. М.,</i> Оценка эффективности работы субдискретных тепловизоров.....	51
<i>Мышкевич М. А.</i> Физические основы лидарного зондирования атмосферы.....	52
<i>Пероса Лаура, Самбрано Лус</i> Исследование зеркальных афокальных систем с незранированным вхоным зрачком .....	53

<i>Пероса Лаура, Самбрано Лус</i> Расчет диаграммы виньетирования в двухзеркальных зафокальных системах.....	54
<i>Пинчук Б. Ю.</i> Зависимость характеристик тепловизионных систем наблюдения летательных аппаратов от угла визирования.....	55
<i>Рабий Мухаммад, Володько Е. Э.</i> Многоканальные приборы ночного видения (МПНВ).....	56
<i>Рау А. Ю.</i> Автоматизированный прицел-дальномер для стрелкового оружия.....	57
<i>Романчик М. О., Фуфаев А. В.</i> Повышение функциональной надежности узлов оптического снайперского прицела 12×50 MSP.....	58
<i>Рыбаченко В. Ю.</i> Прицел ночного видения.....	59
<i>Рыжков С. А.</i> Влияние конструктивных параметров коллиматорного прицела на величину параллакса.....	60
<i>Стадничук В. М.</i> Кольцевой светодиодный осветитель на базе RGB светодиодов с ШИМ.....	61
<i>Старосотников Н. О., Кожевников Д. А.</i> Анализ влияющих аберраций на точность в ОЭП с определением координат энергетического центра тяжести изображений.....	62
<i>Степанова Ю. А., Грищенко А. Н.</i> Очки ночного видения.....	63
<i>Фильчук А. С., Чернавциц Д. А., Дубатовка А. Г.</i> Оптические системы дальнего ик диапазона.....	64
<i>Шиманович А. А.</i> Нефелометр для автоматического измерения метеорологической оптической дальности .....	65
<i>Юрченко О. А.</i> Методы контроля и измерения концентрации загрязняющих веществ в атмосфере.....	66
<i>Песецкий М. С.</i> Четырехкратный оптический прицел по 4х24П .....	67

## **СЕКЦИЯ 5. СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

<i>Клевитская Е. Д.</i> Современные тенденции развития измерений с использованием виртуальных мер .....	69
---	----

<i>Астапчик О. С.</i> Выбор оптимальной стратегии измерений на координатно-измерительной машине .....	70
<i>Мовламов В. Р.</i> Контроль толщины слоя огнезащитных покрытий строительных конструкций.....	71
<i>Сацукевич А. А.</i> Нормативно-методическое обеспечение разработки инновационных технологий.....	72
<i>Солодухо Ю. А.</i> О возможностях подтверждения соответствия продукции директивам ЕС и нанесения маркировки знаком CE для предприятий Республики Беларусь.....	73
<i>Моняк Д. М.</i> Метрологические аспекты антропометрических измерений, основанных на воксельной график.....	74
<i>Войнич К. Э.</i> Алгоритм сбора и анализа информации при формировании проекта государственного стандарта Республики Беларусь.....	75
<i>Хведченя О. Н.</i> SWOT Анализ как метод установления контекста организации .....	76
<i>Чувашева Е. В., Лобко Ю. А.</i> Вопросы перехода на новую версию стандарта ISO 13485:2016 для производителей медицинских изделий.....	77
<i>Матюш И. И.</i> Системы технического зрения как перспективные средства оптического контроля, анализа и исследований.....	78
<i>Клевитская Е. Д.</i> Современные подходы к метрологической прослеживаемости путем ссылки на стандартные.....	79
<i>Пастор А. В.</i> Генератор качающейся частоты миллиметрового диапазона.....	80
<i>Кирикович И. А.</i> Векторный анализатор цепей КВЧ диапазона .....	81
<i>Матющенко Е. А.</i> Скалярный анализатор цепей КВЧ диапазона .....	82
<i>Кухаренко А. И.</i> Обнаружение рассеиваемой энергии электронными компонентами по их инфракрасному излучению.....	83
<i>Архипенко П. Р., Борис В. С., Буцура Н. И.</i> Особенности контроля параметров измерительных сигналов с помощью осциллографа.....	85
<i>Астапчик О. С.</i> Информационно-методическое обеспечение контроля остаточного количества антибиотиков тетрациклинового ряда в продуктах питания.....	86

<i>Борис В. С., Павлюченко З. С.</i> Исследование погрешностей измерений с применением систем автоматизированного проектирования .....	87
<i>Боровицкая Т. В.</i> Самооценка СМК в ОАО «2566 завод по ремонту радиоэлектронного вооружения».....	88
<i>Бояровская К. С.</i> Особенности внедрения интегрированных систем менеджмента.....	89
<i>Бояровская К. С.</i> Совершенствование СМК ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии».....	90
<i>Дмитерчук Е. А.</i> Особенности нормирования и контроля изъянов поверхностей деталей как особых элементов их текстуры.....	91
<i>Жиженко Е. О.</i> Подход к описанию шкал свойств посредством функциональных пространств.....	92
<i>Малиновская С. Л.</i> Анализ новой версии международного стандарта, определяющего требования к СМК организаций автомобильной промышленности.....	93
<i>Матюш И. И.</i> Система менеджмента знаний как средство повышения качества продукции и оказания услуг.....	94
<i>Матюш И. И.</i> Моделирование градуировочных зависимостей путем зонирования цветового пространства .....	95
<i>Матюш И. И.</i> Перспективы развития оптических методов контроля объектов.....	96
<i>Микулич Е. С.</i> Особенности развития энергоменеджмента в Республики Беларусь.....	97
<i>Миргород Ю. С.</i> Расширение диапазона оптических измерений в системах технического зрения методом интерполирования.....	98
<i>Мовламов В. Р.</i> Важность контроля толщины слоя огнезащитных строительных конструкций.....	99
<i>Моняк Д. М.</i> О нормативном обеспечении 3D моделирования.....	100
<i>Павлюченко З. С.</i> Применением систем автоматизированного проектирования для визуализации погрешностей измерений.....	102
<i>Разумный А. И.</i> Разработка мви для контроля показателей качества воды....	103

<i>Разумный А. И.</i> Особенности внедрения системы менеджмента измерений в рамках СМК организаций.....	104
<i>Савчук Т. В.</i> Совершенствование системы менеджмента ООО «РНТ-менеджмент».....	105
<i>Сальников Ю. А.</i> Современное состояние нормативного обеспечения испытаний бумажно-картонной продукции.....	106
<i>Сальников Ю. А.</i> Проблемы аккредитованных испытательных лабораторий занимающихся испытаниями бумажно-картонной продукции.....	107
<i>Солодухо Ю. А.</i> Особенности СЕ маркировки строительной продукции...	106
<i>Войнич К. Э.</i> Метод фокус-групп как эффективный инструмент формирования проекта государственного стандарта Республики Беларусь.....	108
<i>Дубицкий Д. В.</i> Современные подходы к совершенствованию качества продукции и процессов с позиций методологии TQM.....	110
<i>Дубицкий Д. В.</i> Автоматизация метрологического обеспечения аналоговых искробезопасных модулей гальванической развязки.....	111
<i>Ткаличева У. Ю., Клевец О. С., Терешко К. И.</i> Модуль контроля температуры.....	112
<i>Дурдымурат Хемракулыев</i> Нормативно-методическое и метрологическое обеспечение производства нефтепродуктов на сейдинском НПЗ.....	113
<i>Чувашева Е. В., Лобко Ю. А.</i> Вопросы подтверждения соответствия при экспорте продукции в Европейский союз.....	114
<i>Чувашева Е. В.</i> Обеспечение качества изделий медицинского назначения в рамках Европейского союза.....	115
<i>Чувашева Е. В.</i> Применение СУБД ACCESS в работе инженера по сертификации .....	116
<i>Чурак Н. В.</i> Модуль контроля частоты вращения.....	117
<i>Ермолаева К. И., Атрещенко В. А.</i> Разработка информационного ресурса cv.bsu.by и приложения «РФиКТ win» на сайте www.rfe.bsu.by.....	118



## СЕКЦИЯ 6. ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

<i>Абдыев А. Д.</i> Моделирование траектории движения спутника вокруг земли.....	120
<i>Аксеник А. С.</i> Оптимизация полетных параметров радиоуправляемых мультикоптеров.....	121
<i>Альхимович М. А.</i> Метод золотого сечения для решения задач минимизации.....	122
<i>Власовец Н. С.</i> Двухспектральный панорамный прибор видеонаблюдения .....	123
<i>Галузов М. М., Шон Р. А.</i> Алгоритмы распознавания человека на видео.....	124
<i>Гапанович О. М.</i> Использование солнечной энергии в энергосбережении.....	125
<i>Голуб М. В.</i> Технологии анализа биометрических данных.....	126
<i>Зикеев К. А.</i> Применение магнитоэлектрического привода в функциональных схемах считывания/записи информации.....	127
<i>Иванов А. И.</i> Математическая обработка результатов измерения микротвердости диффузионно-легированной нержавеющей колотой дроби.....	128
<i>Короткова А. Р.</i> Полиномиальная регрессия.....	129
<i>Канашевич А. Ю.</i> Выбор фотоприемной матрицы тепловизора.....	130
<i>Кузьменков М. В., Шашок А. В.</i> Расчет исхода футбольного матча с помощью распределения пуассона.....	132
<i>Одарченко В. И.</i> Математическая обработка результатов исследования микротвердости диффузионных слоев стальной колотой дроби.....	133
<i>Петров В. А.</i> Анализ и макетирование схем инвертора.....	135
<i>Позняк С. Г.</i> Разработка приложения в DELPHI для работы с базой данных «Рейтинговая таблица».....	136
<i>Потапенко Е. В.</i> Математическое моделирование колебаний маятника...	137
<i>Прихач И. В.</i> Повышение контрастности с использованием статистических характеристик изображения.....	138

<i>Роговцова А. С., Янкина Я. В.</i> Методы обработки данных электрических параметров полупроводниковых сенсоров.....	139
<i>Селицкий Л. Н.</i> Распознавание символов методом сверточных нейронных сетей.....	140
<i>Фильчук А. С.</i> Анализ свойств ретроотражателей.....	141
<i>Шевель Н. А.</i> Конструктивные особенности моментных электродвигателей..	142
<i>Русевич О. А.</i> Неприводимые полиномы шестой степени в кольце $Z/2Z$ ...	143
<i>Коваленко Ю. А.</i> Анализ методов диагностики болезни Паркинсона.....	144
<i>Vakulenko V. S., Zayets S. S.</i> The method of swarf removal when drilling deep holes.....	145
<i>Анейчик А. Л., Анкуда Н. О.</i> Физические основы фототерапии.....	146
<i>Анищук А. А., Жуков В. И.</i> Волоконно-оптические элементы.....	147
<i>Барандич Е. С.</i> Комплексное влияние качества поверхностного слоя деталей на их циклическую долговечность.....	148
<i>Бельская В. С.</i> Графические изображения в Delphi .....	149
<i>Бичель М. Ю.</i> Измерения момента инерции маятника Максвелла.....	150
<i>Бобко А. Н.</i> Исследование емкости светодиодов на основе нитрида галлия.....	151
<i>Буравель Е. В., Третьякевич М. Г.</i> Связь между теплопроводностью и электропроводностью металлов.....	152
<i>Волошко О. В.</i> Моделирование технологических параметров процесса обработки деталей.....	153
<i>Денисов А. А.</i> Моделирование процесса распределения температуры в печатной плате при электромагнитном воздействии в программном комплексе COMSOL MULTIPHYSICS.....	154
<i>Дроздова А. А., Сикирицкий Я. И.</i> К Расчету КПД теплового насоса.....	155
<i>Жерносеков Р. А.</i> Генератор коротких импульсов радиочастотных идентификаторов.....	156

<i>Ильчук С. В.</i> Алгоритмы инерциальной ориентации на основе уравнения Пуассона.....	157
<i>Кадышев К. И.</i> EMDRIVE и его реальность.....	158
<i>Клинецвич А. В.</i> Оптическое волокно – среда для передачи информации...	159
<i>Клянченко И. А.</i> Принцип работы колориметра.....	160
<i>Кондраков В. В.</i> Особенности движения маятника Максвелла.....	161
<i>Куземко М. М., Запартыко А. М.</i> Новейшие открытия в использовании солнечной энергии.....	162
<i>Лешок С. А.</i> Моделирование в BORLAND DELPHI 7.....	163
<i>Лобаневская А. А.</i> Изменение электрических и оптических свойств светодиодов на основе нитрида галлия в процессе их длительной эксплуатации.....	164
<i>Лукиша М. А., Тричев А. В.</i> Выбор тактики в баскетболе для разных типов команд с точки зрения интегральных функций.....	165
<i>Матвеевко В. Ю.</i> Измерение периода колебаний маятника Максвелла....	166
<i>Метлицкий А. И., Добрияник В. М.</i> Цифровой автоколлиматор.....	167
<i>Митина А. С.</i> Моделирование физических процессов в Delphi.....	168
<i>Млечко В. С.</i> Технологии 3D-печати.....	169
<i>Моторин С. А.</i> Схема контроля рабочих параметров светодиодов.....	170
<i>Нездоля Н. А.</i> Влияние радиуса округления режущей кромки на прочность твердосплавного инструмента.....	171
<i>Олешкевич А. А.</i> Бутылка Клейна.....	172
<i>Пивторак Д. А.</i> Влияние процесса локального управления экспозиции комбинированным способом на модуляционно-передаточную функцию.....	173
<i>Погребенко Д. Н.</i> Создание конструкции устройства для пассивной реабилитации голеностопного сустава.....	174
<i>Погребенко Д. Н.</i> Использование механизированных автоматических устройств для реабилитации голеностопного сустава.....	175
<i>Полещук А. А.</i> Моделирование и создание анимации в 3DS MAX.....	176

<i>Рожанская И. В.</i> Возможности применения манипуляторов при неразрушающем контроле объектов сложных форм.....	177
<i>Рожанская И. В.</i> Использование роботов-манипуляторов в неразрушающем контроле.....	178
<i>Розин Д. А.</i> Анализ инноваций в области 3D-печати.....	179
<i>Рыжук Я. А.</i> Построение адаптивных систем для механической обработки .....	180
<i>Селицкий Л. Н.</i> Разработка сайта на движке WORDPRESS.....	181
<i>Селицкий Л. Н., Серeda Д. А.</i> Реабилитационные элементы.....	182
<i>Смирнова А. В., Редько М. С., Король Р. В.</i> Научно-методические основы применения технических средств в обучении.....	183
<i>Соболев Д. Е.</i> Использование интерференции для анализа изменения оптических свойств полимерных пленок, облученной гамма-квантами....	184
<i>Ткаченко В. С.</i> Нанотранзисторные структуры.....	185
<i>Триваишевич Е. В.</i> Элементы наноэлектроники.....	186
<i>Урбанович Е. С.</i> Использование сильноточных импульсов для выявления потенциально ненадежных светоизлучающих диодов.....	187
<i>Хаткевич В. А.</i> макетирование и исследование схем «длинного» оптрона...	188
<i>Ходневич С. В.</i> Возможность создания малогабаритного кроулера для контроля бурильных труб.....	189
<i>Цыбульник С. А.</i> Алгоритмическое обеспечение подсистемы визуализации системы функциональной диагностики.....	190
<i>Шелевер В. М.</i> Калибровка блока лазерных гироскопов на неподвижном основании.....	191
<i>Шестокович Е. С., Рубинштейн А. Ю.</i> Применение 3D печати в медицине.....	192
<i>Юхновская А. В.</i> влияние поляризационных эффектов на распространение светового сигнала в оптическом волокне .....	193
<i>Кольчевская М. Н., Кольчевская И. Н.</i> Исследования механической прочности колеблющихся струн при протекании электрического тока.....	194

## СЕКЦИЯ 7. СПОРТИВНАЯ ТЕХНИКА

<i>Барановский С. И.</i> Проектирование информационных систем конференц-зала.....	195
<i>Белоус П. А.</i> Использование аппаратно-программных мобильных комплексов в оценке техники спортсменов, специализирующихся в стрельбе из лука.....	196
<i>Бобко А. Н.</i> Устройство для силовой подготовки спортсменов.....	197
<i>Быков Д. Ю.</i> Технологии и спорт.....	198
<i>Веевник И. С.</i> Тренажер для реабилитации лиц с нарушением опорно-двигательного аппарата.....	199
<i>Жизневский К. В.</i> Разработка алгоритма оценки биомеханических параметров выстрела в стрельбе из лука.....	200
<i>Ищутин Д. О.</i> Проектирование стационарной системы светодиодных экранов для проведения мероприятий в МКСК «Минск-Арена».....	201
<i>Ковалева В. В.</i> Устройство для совершенствования прямого удара в боксе .....	202
<i>Лукашевич Д. А.</i> Проблема оценки силовой выносливости гребцов и пути ее решения.....	203
<i>Муравейко М. Н.</i> Тренажер для совершенствования силовых способностей лыжников.....	204
<i>Самохвал П. М.</i> Использование технологии «MOTION CAPTURE» в оценке кинематических параметров нарушений осанки....	205
<i>Хохолко А. А.</i> Разработка методики электромиографической оценки качества движений спортсменов в тестовых заданиях со сложной двигательной структурой.....	206
<i>Адамович А. С.</i> Тренажер для совершенствования силовой подготовленности пловцов.....	207
<i>Бриль А. И.</i> Алгоритм оценки биомеханических параметров техники имитации бега по прямой в конькобежном спорте.....	208
<i>Галькевич П. Т.</i> Устройство для развития скорости реакции у баскетболистов при выполнении броска в прыжке.....	209

<i>Гребенек А. Д.</i> Тренажер для тренировки техники прыжка с шестом.....	210
<i>Кандюрина М. А.</i> Тренажер для тренировки согласованности движений рук и ног в академической гребле.....	211
<i>Коротянская Т. А.</i> Устройство для совершенствования силовых способностей спортсмена.....	212
<i>Кочерова В. А.</i> Проектирование технического оснащения конференц-зала на 100 человек.....	213
<i>Кудренко Д. А.</i> Устройство для развития силы и подвижности голеностопных суставов спортсменов.....	214
<i>Ницневский А. Д.</i> Устройство для совершенствования поструральной устойчивости.....	215
<i>Петрович Д. А.</i> Устройство для обучения и совершенствования техники блокирования мяча в волейболе.....	216
<i>Савченко А. А.</i> Алгоритм оценки биомеханических параметров техники выполнения рывка в тяжелой атлетике.....	217
<i>Степанович Ю. В.</i> Тренажер для совершенствования технической подготовленности единоборцев.....	218
<i>Стрекач П. В.</i> Тренажер для обучения и совершенствования специальной подготовленности скалолазов .....	219
<i>Шейкина Т. В.</i> Устройство для оценки биомеханических параметров многооборотных прыжков и вращений в фигурном катании на коньках...	220
<i>Шпак Ю. Н.</i> Устройство для развития силы мышц плечевого пояса лиц с ограниченными возможностями .....	221
<i>Якута С. Д.</i> Устройство для совершенствования технико-тактических действий в футболе.....	222

## **СЕКЦИЯ 8. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ В ОБЛАСТИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

<i>Ци Ци</i> История развития законодательств инновационной инфраструктуры КНР.....	223
<i>Кололов М. В.</i> Совершенствование проектирования интегрированных маркетинговых систем .....	224

<i>Тунч Э. Х.</i> Совершенствование налогового стимулирования инновационной деятельности.....	225
<i>Нехай Ю. И.</i> Роль и специфика организационно-экономических инноваций.....	226
<i>Шпак Е. А.</i> Современные проблемы риск-менеджмента .....	227
<i>Терешенок К. Д.</i> Содержание и показатели стратегического плана предприятия.....	228
<i>Карташевич Н. Л.</i> Формирование конкурентных преимуществ.....	229
<i>Завацкая Д. С., Чайка Л. А.</i> Проблемы формирования конкурентных преимуществ предприятия.....	230
<i>Урбанович В. Р., Матюта О. А.</i> Энергоэффективность на производственных предприятиях.....	231
<i>Родионова О. В.</i> Подходы к управлению прибылью организации: международный опыт .....	232
<i>Бондаренок А. А., Уляй О. В.</i> Совершенствование финансового планирования лизинговой деятельности в машиностроении.....	233
<i>Лукьяненко А. Ю.</i> Роль открытого программного обеспечения в усилении экономической безопасности организации.....	234
<i>Матяш В. А.</i> Роль психологических методов в работе с персоналом.....	235
<i>Болтрукевич А. О., Карпинович К. Б.</i> Оценка персонала как важнейший элемент управления предприятия.....	236
<i>Асимова А. Р.</i> Бизнес-план как эффективный инструмент управления деятельностью предприятия.....	237
<i>Козловская И. Ю.</i> Селебрити как инструмент маркетинга в спортивной отрасли.....	238
<i>Беспанский М. А.</i> Планирование и формирование бюджета организации..	239
<i>Беспанский М. А., Комолов М. В.</i> Конфликты в современных организациях .....	240
<i>Бондаренко А. Г.</i> Пути ускорения оборачиваемости оборотных средств малых инновационных предприятий.....	241

<i>Брановец А. А.</i> Повышение экономической эффективности предприятия посредством инноваций.....	242
<i>Вабищевич А. М.</i> Совершенствование деятельности организации на основе проведения маркетинговых исследований.....	243
<i>Данилевич Е. Д.</i> Показатели оценки инновационной активности и восприимчивости промышленных предприятий Республики Беларусь.....	243
<i>Ефимович Ю. И.</i> Современные методы мотивации сотрудников.....	244
<i>Комолов М. В.</i> Проблемы венчурного инвестирования в Республике Беларусь .....	245
<i>Кузнецова О. А.</i> Управление производственными запасами.....	246
<i>Кузнецова О. А., Брановец А. А.</i> Средства распространения рекламы.....	247
<i>Лавринцев Е. А.</i> Особенности финансирования малых инновационных предприятий: зарубежный опыт.....	248
<i>Ладутько М. М.</i> Механизмы повышения конкурентоспособности национальной экономики Беларуси.....	249
<i>Михновец Д. Л.</i> Источники и факторы роста рентабельности производства.....	250
<i>Николайчик В. И.</i> Логистический подход в оптимизации управления материальными потоками.....	251
<i>Петрашко В. В.</i> Современные методы подбора и поиска персонала.....	252
<i>Соломко М. В.</i> направление совершенствования логистики на предприятиях.....	253
<i>Третьяков-Савич Е. С.</i> Современные подходы к управлению маркетингом на предприятии.....	254
<i>Шматова Н. И.</i> Современные методы стимулирования персонала на предприятии.....	255
<i>Шнырко Т. В.</i> Пути повышения эффективности процесса медиапланирования на предприятии.....	256
<i>Юран М. В.</i> Проблемы и перспективы развития малого инновационного бизнеса в Республике Беларусь.....	257



<i>Чернов Д. С.</i> Синергетический подход в системе высшего образования.....	258
<i>Филипп К. Д., Соломко М. В.</i> Особенности продвижения инновационной продукции на предприятии.....	259
<i>Прикота Е. С.</i> Модернизация экономики как необходимое условие эффективного инновационного развития Беларуси.....	260
<i>Кривицкая К. А.</i> Оценка уровня качества продукции в ОАО «МЗОР», как возможность выявления основных направлений технологического совершенствования производимого оборудования.....	261
<i>Киселева Д. А.</i> Оптимизация проектных рисков.....	262
<i>Урбанович В. Р.</i> возможности развития внешнеторговых отношений Республики Беларусь с Канадой.....	263

Научное издание

**НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ  
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

Материалы

10-й Международной научно-технической конференции  
молодых ученых и студентов

26–28 апреля 2017 г.

В 2 томах

Том 2

Ответственный за выпуск *А. К. Тявловский*  
Оформление и компьютерная верстка *Г. А. Костиной*

Подписано в печать 17.04.2017. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 16,28. Уч.-изд. л. 12,73. Тираж 160. Заказ 283.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск