

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Приборостроительный факультет

НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

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

(17–19 апреля 2019 г.)

Минск
БНТУ
2019

УДК 681.2.002 (063)

ББК 34.9я431

Н74

Редакционная коллегия:

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

Рецензенты:

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

Издание включает материалы 12-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, техносфера и менеджмент спорта, метрология и информационные системы; прикладные задачи приборостроения.

ISBN 978-985-583-371-1

© Белорусский национальный
технический университет, 2019

СЕКЦИЯ 1. ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 621

ПРИВОД УПРАВЛЕНИЯ ВИДЕОКАМЕРОЙ

Студент гр. 31303115 Алисиевич А. А.

Ст. преподаватель Ломтев А. А.

Белорусский национальный технический университет

Современные системы видеонаблюдения играют важную роль в обеспечении безопасности любых объектов. Поэтому специалисты уделяют повышенное внимание качеству оборудования и его настройке. Одна из основных проблем видеонаблюдения – наличие так называемых «слепых зон» (участков территории, не попадающих в угол обзора установленной камеры).

Существует два основных типа поворотных устройств. Первый – это привод поворотного устройства с закрепленным на нем гермокожухом для обычной корпусной камеры. Все основные функциональные модули такой системы смонтированы отдельно и находятся в собственных корпусах. Недостатком такой компоновки является большая громоздкость всей конструкции. Как правило, отдельный привод поворотного устройства для видеокамеры не развивает большой угловой скорости, имеет отдельную линию коммуникации и питания (потребляет много энергии). Его подключение довольно сложная задача, так как к механизму ведет много проводов, для размещения которых нужен вместительный короб или гофра.

Второй вариант – более современные и технически совершенные модели устройств, в которых все исполнительные и вспомогательные приводы интегрированы в единую систему. Они представляют собой купольную скоростную поворотную камеру, заключенную в кожух из светопроницающего, ударопрочного материала в виде полусферы или купола.

Для дистанционного управления параметрами камеры и оперативных регулировок диафрагмой объектива служат панели дистанционного управления (ОСР), а для контроля и регулировки параметров группы камер – блок установки параметров.

Основные технические характеристики разработанного привода управления видеокамерой: две оси поворота, четыре зоны охраны, светодиодная индикация (5 светодиодов), интерфейс приёма-передачи данных RS-485, средний срок службы - не менее 5 лет, средняя наработка на отказ - не менее 8000 ч, степень защиты IP67, максимальные габариты 130x130x75 мм, диапазон рабочих температур от -20 до +40 °С.

Конструкция всех блоков устройства обеспечивает их простое и надежное крепление к конструктивным элементам, простой доступ к регулировочным элементам. Конструкция крепления элементов устройства предусматривает возможность быстрой и легкой замены.

РОЛЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ В ЧЕТВЕРТОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ

Студент гр. ПГ-пб1 Кобзарь В. В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

С наступлением четвертой промышленной революции роботы занимают все больше места, как при производстве товаров, так и в повседневной жизни. На данный момент все больше стран концентрирует свое внимание на модернизации собственных производственных мощностей, что позволяет оставаться конкурентоспособными на мировом рынке.

Особое внимание стоит уделить промышленным манипуляторам. Использование данных манипуляторов имеет свои плюсы и минусы.

Преимущества манипуляторов:

- повышение качества продукции, что значительно повышает уровень конкурентоспособности;
- производство может продолжаться почти непрерывно в три рабочие смены;
- более быстрое выполнение запрограммированных задач, позволяет в короткие сроки изготовить больше продукции, чем при использовании человеческих ресурсов;
- адаптивность, один тип манипулятора можно приспособить ко многим типам задач, изменив его исполняющий элемент и алгоритм действия.

Несмотря на все это преимущества есть и недостатки, а именно:

- высокая стоимость, на данный момент для роботизации всей производственной линии необходимы значительные капиталовложения, однако они осуществляются только один раз и окупаются за несколько лет;
- дефицит персонала, который может работать с данными технологиями, особенно это касается стран с развивающейся экономикой;
- уменьшение рабочих мест для людей, что повлияет на повышение уровня безработицы, однако эту проблему можно решить, переквалифицировав часть персонала для работы с новыми линиями производства товара, что решит вторую проблему внедрения промышленных манипуляторов.

Применение роботов, взаимодействующих между собой может положительно сказаться на экономике целого ряда стран. Эти глобальные изменения приведут к новому этапу взаимодействия человек-робот. Для более комфортного перехода на новый этап промышленного производства стоит данный вопрос поставить на государственный уровень, а также привлекать иностранные инвестиции.

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ КОЖИ

Студент гр. ПБ-82мп (магистрант) Копищик В. В.

Кандидат техн. наук, доцент Терещенко Н. Ф.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

Влияние на патологические процессы и состояние организма в физиотерапии и фармакологии в большинстве случаев выполняется трансдермально. Сегодня известно много факторов влияющих на проницаемость кожи [1].

Нами разработан метод, позволяющий усовершенствовать существующие методы измерения и оценки функционального состояния биологических образцов [2]. Используя такой критерий, как оценка эффективности действия ультразвука, повышается точность измерения параметров проникновения: глубина и скорость проникновения лекарственного средства в биологическую ткань.

Путем нанесения лекарственного средства на биологическую ткань и использования серии измерений глубины и скорости проникновения лекарственного средства в биологическую ткань при воздействии на этот участок биологической ткани ультразвуком различной интенсивности, частоты и формы, мы можем достигнуть необходимой цели.

На рис. 1 представлена блок-схема установки.

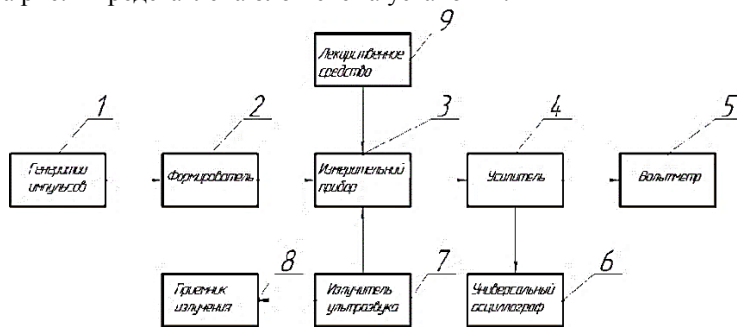


Рис.1. Блок-схема установки: 1 – генератор сигналов; 2 – формирователь сигнала с комбинированными электродами; 3 – измерительное устройство (ячейка для биологической структуры); 4 – усилитель; 5 – вольтметр; 6 – универсальный осциллограф; 7 – излучатель ультразвука; 8 – приемник излучения; 9 – лекарственное средство

Лекарственное средство 9 наносится на биологическую ткань, образец которой размещен в измерительном приборе 3. С генератора импульсов 1 подается электрический сигнал (для примера, используя частоты 100 Гц, 1 кГц,

10 кГц, 22 кГц) на формирователь сигнала 2, с помощью которого мы можем задать необходимый вид сигнала. Далее ток подается на измерительный прибор 3, где находится исследуемая биологическая ткань, и производится замер параметров тока. После чего сигнал усиливается усилителем 4 и подается на вольтметр 5, что позволяет снять значения сопротивления и напряжения. Затем снимаются значения амплитуды с осциллографа 6, где так же фиксируется форма сигнала, замеряется глубина и скорость проникновения лекарственного средства в биологическую ткань от времени.

Следующие замеры выполняются при включенном действии излучателя ультразвука 7. Для измерения мощности ультразвукового излучения используется приемник излучения 8.

Так же при проведении исследования с биологической ткани снимают значение глубины и скорости проникновения в зависимости от интенсивности ультразвука, частоты, формы ультразвуковых колебаний. С помощью данных значений возможно оценить, как физиологическое состояние биологических тканей, так и эффективность результирующего воздействия ультразвука на глубину и скорость проникновения лекарственного средства в биологическую ткань, что позволяет расширить функциональные возможности.

Литература

1. Цапенко, В.В. Комплексный излучатель ультратонотерапии / В.В. Цапенко, Н.Ф. Терещенко, Н.В. Чухраев // Приборостроение-2015: материалы 8-й международной научно-технической конференции: в 2 т. // Белорусский национальный технический университет; редкол.: О.К. Гусев [и др.]. – Минск, 2015. – Т. 1. – С. 158–159.
2. Tymchik G., Vysloukh S., Tereshchenko N., Matvienko S. Investigation thermal conductivity of biological materials by direct heating hermistor method. 2018 IEEE 38th International Conference on ELECTRONICS AND NANOTECHNOLOGY (ELNANO) (Kyiv, 24.04.2018). Kyiv, 2018. P. 429-434.

УДК 681.200

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАТЧИКОВ ДВИЖЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ОХРАННЫХ СИСТЕМАХ

Афзель С. С.

Кандидат техн. наук Пивторак Д. А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

Датчики движения нашли широкое применение в различных системах. В частности, в системах сигнализации охраняемых объектов, для обнаружения проникновения на территорию посторонних лиц, а также для управления источниками освещения. Датчики движения могут быть как активными, так и пассивными. Активные датчики движения регистрируют результат

преднамеренного воздействия на контролируемую зону механическими или электромагнитными волнами (радио, ультразвуковыми, оптическими). Пассивные датчики основаны на регистрации изменения параметров среды, вызванных движением объектов в пределах контролируемой зоны (емкостные, индуктивные, барометрические, оптические без дополнительной подсветки).

В охранных системах используются следующие виды датчиков: инфракрасные, ультразвуковые, радиоволновые и комбинированные.

В работе показано, что наиболее часто используемым видом в жилых помещениях являются инфракрасные и ультразвуковые датчики. Инфракрасные – имеют невысокую стоимость, не вредны для здоровья, возможность точной регулировки работы и угла обнаружения объектов. Из недостатков возможны ложные срабатывания, низкая точность работы на улице, небольшой диапазон рабочих температур, не оказывает влияния на объекты, покрытые материалами, которые не пропускают излучение. В свою очередь, ультразвуковые датчики имеют небольшую стоимость, работают в любой среде, определяют движение объекта независимо от материала. К недостаткам можно отнести небольшой радиус действий, может вызывать дискомфорт у домашних животных.

Для помещений большой площади чаще всего используются датчики радиоволнового и комбинированного типа. Они имеют высокую точность срабатывания и способность обнаруживать объекты сквозь преграды и могут иметь несколько зон обнаружения. Из недостатков таких датчиков – высокая стоимость, радиоизлучения вредны для здоровья.

УДК 681.200

ПРИМЕНЕНИЕ БИБЛИОТЕК TOOLBOX ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ

Студент гр. ПГ-пб1 Березанская М. А.

Кандидат техн. наук Пивторак Д. А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

Toolbox является одним из основных средств профессионального расширения систем, а также её адаптации для решения определенных типов задач в математике, науке и технике.

Toolbox является специальным набором инструментов, который расширяет функциональность MATLAB. Инструменты состоят из коллекций функций и объектов, решающие задачи определенного класса.

Использование Toolbox значительно упрощает работу пользователя при разработке определенных классов задач, так как ему не нужно каждый раз

прописывать алгоритм вычисления потому, что для этого существуют уже готовый пакет инструментов.

В работе был проведен обзор библиотек Toolbox, показывающий, что они используются во многих областях. В работе описаны области применения библиотек Toolbox. В обработке сигналов и изображений используются Signal Processing Toolbox (проведение фильтрации и преобразования), Image Processing Toolbox (манипуляция изображениями), Wavelet Toolbox (сжатие и фильтрация без потери качества). В моделировании и проектировании систем управления используются Control System Toolbox (различные манипуляции с системами автоматического управления), Robust Control Toolbox (работа с устойчивыми системами), System Identification Toolbox (сформирование математических шаблонов динамических систем). В символьных вычислениях используется библиотека Symbolic Math Toolbox, которая предоставляет возможность решать задачи в аналитическом виде. В визуализации и представлении данных используется Virtual Reality Toolbox, позволяющий осуществить трехмерную анимацию. Для осуществления обмена информацией с разными базами данных через драйверы используют библиотеку Database Toolbox. А также, в разработке и визуализации нейронных сетей используют Neural Network Toolbox.

В работе были рассмотрены особенности каждого Toolbox и приведены примеры работы различных библиотек в разных областях. Наиболее распространёнными областями использования библиотек Toolbox являются обработка сигналов, моделирование и проектирование систем управления.

УДК 621.3.084.87

ДВУХКАНАЛЬНЫЙ ВОЛЬТМЕТР

Студенты гр.11312115 Беспалая М. А., Тихоновец Е. С.

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

Белорусский национальный технический университет

Двухканальные вольтметры в настоящее время широко используются в лабораторных условиях в качестве измерителей напряжений лабораторных блоков питания при их наладке, проверке, и эксплуатации. Область использования: промышленные предприятия, организации, лаборатории, где необходим контроль за аппаратурой.

Целью работы является разработка двухканального вольтметра на базе микроконтроллера, оптимизировать программу для микроконтроллера.

Двухканальный вольтметр позволяет измерять напряжение по двум каналам в диапазонах 5 до 24 В, с поочерёдным выводом информации на верхнюю и нижнюю строку двухстрочного ЖК индикатора. Фиксация значений

и смена на новое значение при последовательном опросе канала АЦП осуществляется благодаря хранению данных во внутренней памяти микроконтроллера.

Техническое задание на разработку предъявляло следующие основные требования: изготовление устройства на базе микроконтроллера типа AVR ATmega32, измерение напряжений постоянного тока в диапазонах 5 до 24 В. В процессе проектирования выполнен анализ и обзор средств измерения напряжений постоянного тока с использованием аналоговых цифровых преобразователей и микроконтроллеров. Рассмотрены средства выполнения вольтметров на базе отдельных узлов, включая: микроконтроллер со встроенными модулями АЦП, жидкокристаллическими индикаторами со встроенными контроллерами связи с последовательным интерфейсом и выходом со знакового генератора на экран, построение вторичных источников питания на базе импульсных преобразователей.

Областью возможного практического применения является измерение напряжений положительной и отрицательной полярностей при ремонте и настройке лабораторного блока питания. Такое устройство заменяет обычный мультиметр из-за универсальности и возможности перестройки его функциональных возможностей, например, добавления каналов измерения с различными диапазонами измерения, введения канала измерения тока.

УДК 621

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ СПИДОМЕТР

Студент гр. 31303115 Казаков Е. В.

Ст. преподаватель Ломтев А. А.

Белорусский национальный технический университет

Спидометр – измерительный прибор для определения модуля мгновенной скорости движения.

Впервые прибор появился в 1901 году в автомобилях Oldsmobile Curved Dash. Одна из первых моделей спидометра была сделана Николой Тесла и запатентована в 1916 г. До сегодняшних дней этот тип спидометров не претерпел существенных изменений и используется в автостроении.

Долгое время сигнал скорости движения снимался с элементов конструкции колеса или трансмиссии и механически, путём вращающегося троса в боуденовой оболочке, передавался на спидометр. С развитием электроники механическая передача уходит в прошлое.

Универсальный цифровой спидометр предназначен для индикации и контроля скорости автомобиля. В качестве датчика в спидометре используется датчик скорости автомобиля (шесть импульсов на метр пути).

Спидометр позволяет программно-ограниченно контролировать скорость до 300 км/час. Он также позволяет показывать скорость движения назад. С момента подачи питания запускаются часы работы двигателя, по которым можно контролировать время работы двигателя или их использовать для контроля времени движения. В спидометре предусмотрена функция рестарта времени. Встроен одометр пройденного пути за время работы, функция сброса одометра. Есть индикация средней скорости движения.

При соответствующих настройках доступна функция индикации пиковой скорости. В спидометре можно задавать контрольный порог скорости автомобиля для сигнализации максимальной скорости. Предусмотрен выход для управления внешней сигнализацией. Питание осуществляется от бортовой сети с напряжением от 8 до 20 вольт. Встроена функция калибровки скорости.

УДК 681.515

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ И ПИД-РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ МИКРОКЛИМАТОМ В ЗЕРНОХРАНИЛИЩЕ

Студент гр. 461 (магистрант) Вершинин М. Н.

Доктор техн. наук, профессор Юран С. И.

Ижевская государственная сельскохозяйственная академия

Для регулирования параметров микроклимата в зернохранилищах используются различные регуляторы, в том числе и ПИД-регуляторы. Данные регуляторы обладают высокой точностью, низкой колебательностью и небольшим временем регулирования, однако такие регуляторы сложны в настройке и имеют сложности при дальнейшей эксплуатации. Конкуренцию таким регуляторам могут составить нечеткие регуляторы. Регуляторы, принцип действия которых основан на теории нечетких множеств (нечеткие регуляторы), имеют ряд преимуществ, таких как меньшая динамическая ошибка, простота настройки и дальнейшая эксплуатация, высокая степень адаптации к различным условиям.

В работе для сравнения эффективности работы, использовались термостат, ПИД-регулятор и регулятор, основанный на нечеткой логике.

Моделирование производилось в прикладном программном комплексе MATLAB Simulink. В качестве поддерживаемой температуры, была взята температура в 20 °С. Возмущающим фактором являлась температура окружающей среды с изменением в течение суток от -5 до 25 °С. Исполнительным устройством являлся кондиционер. Кроме этого в схеме моделирования использовался счетчик электрической энергии, позволяющий оценить эффективность использования различных регуляторов в денежном эквиваленте.

Результатом моделирования являлись графики поддержания оптимальной температуры и стоимости электроэнергии на ее поддержание.

По полученным графикам видно, что термостат потребляет больше всего электроэнергии. Самым экономичным оказался регулятор, основанный на нечеткой логике. По графику поддержания оптимальной температуры видно, что ПИД-регулятор является самым точным в поддержании температуры. Регулятор, основанный на нечеткой логике, немного проигрывает ПИД-регулятору в точности регулирования, что может быть исправлено увеличением числа правил регулирования (в данном случае используется 9 правил регулирования). Однако увеличение числа правил регулирования увеличивает точность регулирования и электропотребление.

Использование нечеткой логики является более предпочтительным направлением в регулировании сложных технологических процессах.

УДК 681.2

ТЕРМОМЕТР–ТЕРМОСТАТ

Студент гр.11303115 Волошко Д. В.

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

Белорусский национальный технический университет

Несмотря на то, что в настоящий момент существует большое количество термометров, различного применения, вопрос о разработке таких устройств до сих пор актуален. Целью данной работы является разработка термометра-термостата на базе микроконтроллера, последовательное использование которого возможно в бытовых, промышленных и научно-исследовательских целях.

В ходе выполнения работы было разработано устройство термометра-термостата на базе микроконтроллера семейства AVR ATtiny 2313, который осуществляет работу с термодатчиком, индикатором и нагрузкой. Разработан алгоритм работы устройства, осуществлён выбор элементной базы в соответствии с требованиями технического задания, и на их основе разработана принципиальная схема. В качестве датчика температуры, с помощью которого производится измерение температуры, а также передача этой информации на микроконтроллер, используется цифровой датчик DS18B20 со встроенным цифровым выходом с интерфейсом 1-Wire. В качестве дисплея системы используется 4-хразрядный семисегментный индикатор CA56-12SRWA с объединёнными выводами сегментов и отдельными выводами анодов и катодов. Для управления нагрузкой используется биполярный транзистор. В качестве нагрузки используется реле SLA-05VDC-SL-C с напряжением катушки +5В. Также разработано программное обеспечение для устройства термометра-термостата, на языке программирования C++.

Разработанный термометр-термостат имеет следующие характеристики:

- Позволяет измерять температуру от -50 до $+120$ °С;
- Точность измерения – ± 0.5 °С в интервале от -10 до $+85$ °С;
- Максимальный диапазон регулируемой температуры: $0 \dots 40$ °С;
- Внутренняя настройка разрешающей способности преобразования температуры в пределах от 9 до 12 бит;
- Возможность нахождения всего устройства в месте регулирования, при условии, что температура в месте работы устройства не превышает пределы работы схемы ($-35 \dots +75$ °С).

Устройство работает от блока питания (+5В).

УДК 629

ИСТОЧНИК РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ ПКП СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ ИМС L200C

Студенты гр. 11301116 Габец В. А., Кондратьева Н. К.

Ст. преподаватель Василевский А. Г.

Белорусский национальный технический университет

Любая система безопасности должна работать непрерывно, вне зависимости от того есть электричество или нет. Какой бы важный, или совсем не важный, объект находился под охраной, с использованием технических средств охраны, совершенно точно понятно, что при внезапном отключении питания, средства охраны должны продолжать работать. Для реализации такой бесперебойной работы систем безопасности используются специализированные, вторичные источники низковольтного питания, а также резервный источник питания в самом приемно-контрольном приборе. Важнейшими функциями источника резервного питания являются проверка уровня заряда аккумулятора и его остаточной ёмкости, а также при необходимости его подзарядка. На рисунке 1 представлена структурная схема источника резервного питания на базе ИМС L200C.

Данная схема использует регулируемый линейный стабилизатор тока и напряжения типа L200C. Ток регулируется в пределах до 2 ампер, и при этом напряжение на его выходе может составлять $2,85 \dots 40$ вольт. Характерной чертой стабилизатора L200C является защита от возможного перегрева, защита от нежелательного перенапряжения на входе до 60 вольт, защита от случайного короткого замыкания. Программное обеспечение совместно с примененным стабилизатором обеспечивает зарядку, подзарядку и контроль аккумуляторной батареи источника питания в буферном режиме.

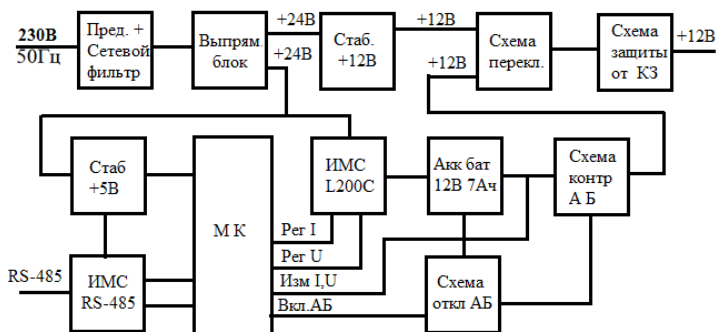


Рис. 1. Структурная схема источника питания ПКП СБ

УДК 681.2.08

ЛЮКСМЕТР

Студент гр.11312115 Гаврош А. О.

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

Свет и освещение играют важную роль в повседневной жизни человека. На работе – в офисах, в любых других производственных помещениях, хорошее освещение повышает производительность труда, обеспечивает комфорт и безопасность создает настроение для сотрудников. В магазинах и общественных местах, освещение создает нужную атмосферу и помогает подчеркнуть архитектурную среду. А в домашних условиях, свет не только освещает пространство, но создает уют и теплую домашнюю атмосферу

Для того, чтобы правильно расположить осветительные приборы и соблюсти нормы освещенности необходимо измерить инсоляцию в данном помещении. Для этого используют люксметры.

Целью работы является проектирование люксметра на базе микроконтроллера. Разрабатываемое устройство должно быть простым в эксплуатации, обеспечивать измерение освещенности в помещении, на рабочих местах, иметь низкое энергопотребление.

В ходе работы обоснован выбор способа измерения освещенности с использованием фотометрических методов и реализации на базе микроконтроллера ATmega328P, разработан алгоритм работы устройства, осуществлён выбор элементной базы в соответствии с требованиями технического задания, и на их основе разработана принципиальная схема. В качестве датчика освещенности выбран модульный датчик ВН1750, так как его спектральная характеристика наиболее соответствует световой чувствительности глаза человека,

требуемым габаритным размерам и удовлетворяет требованиям по точности при измерениях освещенности. Разработана схема устройства, выполненная на базе отладочной платы Arduino Nano 3.0. Программа для микроконтроллера в люксметре разработана в среде «Arduino Software (IDE) 1.6.9», она занимает 230 строк кода и 12880 байт памяти устройства. Глобальные переменные используют 1336 байт динамической памяти, оставляя 712 байт для локальных элементов. Люксметр на базе отладочной платы Arduino Nano 3.0 может измерять текущую инсоляцию, минимальное, максимальное и среднее значение освещенности. Примененный ЖКИ дисплей имеет большой технологический разброс параметров и контрастность может отличаться от идеального значения. Для устранения этого недостатка предусмотрена программная настройка контрастности.

УДК 621.396

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ЛЮКСМЕТР

Студент гр.11303115 Гаврош А. О.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Люксметры применяются для измерения интенсивности светового потока, а также рассеянного излучения светового спектра и широко применяются при измерении освещённости рабочих и учебных мест, в жилых помещениях и т.д. освещения.

Целью работы является разработка конструкции многофункционального люксметра климатического исполнения УХЛ 2 и степень защиты IP 55.

Для обеспечения ремонтпригодности конструкции корпус выполнен разъёмным. Оптимальным материалом корпуса является АБС-пластик марки 2802-30. Для обеспечения герметизации устройства устанавливается уплотнительная прокладка из резиновой смеси марки 2462. Произведены расчёты усилия затяжки уплотнительного элемента. Усилие затяжки составляет $P_{сж}=150$ Н. Согласно расчётам вибропрочность печатной платы обеспечивает её эксплуатацию при перегрузке не более 8g.

При помощи САПР SolidWorks разработана твердотельная модель люксметра (рис.1) и проведены исследования механической прочности разработанной конструкции при действии распределённой силы $F=100$ Н. Возникающие напряжения не превышают допусковых (рис.2).

Таким образом подтверждена работоспособность разработанной конструкции люксметра в требуемых условиях эксплуатации.

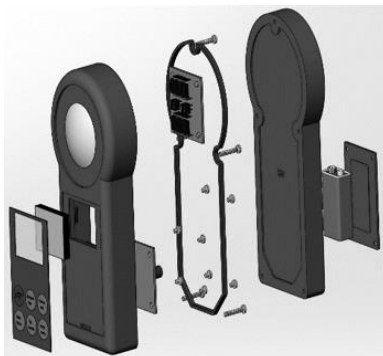


Рис. 1. Твёрдотельная модель многофункционального люксметра

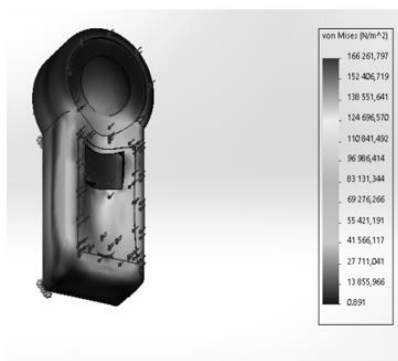


Рис. 2. Диаграмма эквивалентных напряжений

УДК 621

РАЗРАБОТКА ФОТОПЛЕТИЗМОГРАФА

Студент гр. 11902116 Гладкий А. В.

Ст. преподаватель Ломтев А. А.

Белорусский национальный технический университет

Фотоплетизмограф – это устройство, используемое для измерения частоты сердечных сокращений. В основе его работы лежит метод регистрации кровяного потока с помощью источника светового или инфракрасного излучения и фоторезистора. Целью работы является разработка высокоточного фотоплетизмографа.

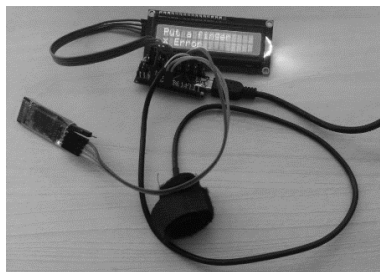


Рис. 1. Внешний вид разработанного фотоплетизмографа

Для удобства разработки за основу прототипа была взята плата Arduino Nano на базе микроконтроллера Atmega 328P. Для создания светового излучения был выбран светодиод с длиной волны 525 нм, а также датчик освещённости модели APDS-9008, который состоит из фотодиода и операционного усилителя. Таким образом, данный датчик сразу выполняет трансимпедансное усиление сигнала, что позволяет проводить наиболее точные измерения в рамках поставленной задачи. Для отображения информации об измерении пульса

используется LCD дисплей формата 1602, подключённый через I2C преобразователь для упрощения передачи данных. Также в устройстве используется Bluetooth-модуль модели HC-06 для организации беспроводной передачи данных. Это значительно упрощает работу с устройством, так как позволяет управлять фотоплетизмографом и выводить данные об измерениях на мобильное устройство. В мобильном приложении можно не только выводить значение частоты сердечных сокращений в реальном времени, но и отслеживать его изменение в виде графика. Кроме того, соединение по Bluetooth возможно не только с телефоном, но и с ПК, что позволяет синхронизировать работу устройства с другим специализированным оборудованием. Важным преимуществом является отсутствие проводов, так как измерение пульса часто проводят во время физической активности. При использовании USB-соединения данные можно выводить в компьютерную программу. Всего для просмотра доступны два графика: сигнал с датчика без обработки (фотоплетизмограмма) и график изменения уже рассчитанного значения частоты сердечных сокращений.

УДК 629

МОДУЛЬ КОНТРОЛЯ И СОГЛАСОВАНИЯ СИГНАЛОВ КОМБИНИРОВАННОГО СЧИТЫВАТЕЛЯ СКУД

Студент гр. 11301114 Голубев А. А.

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

ст. преподаватель Исаев А. В.

Белорусский национальный технический университет

Разработанное устройство представляет собой модуль, объединяющий в себе возможность подключения и согласования считывателей с различными способами идентификации, а именно:

- считывателей с биометрической идентификацией по отпечатку пальцев;
- считывателей с радиочастотной идентификацией (RFID) по стандарту

EM-Marine.

Для считывания биометрического идентификатора используется оптический датчик. Биометрические данные поступают в цифровом виде в микроконтроллер по UART.

Помимо этого, в устройство заложен ряд дополнительных возможностей таких как:

- поддержка работы с картами MIFARE;
- работа по интерфейсу Wiegand26(34);
- поддержка полноценного USB OTG;
- работа с периферией по интерфейсу SPI;

- оптоизолированный дискретный вход;
- транзисторный выход.

Функциональная схема устройства представлена на рис. 1

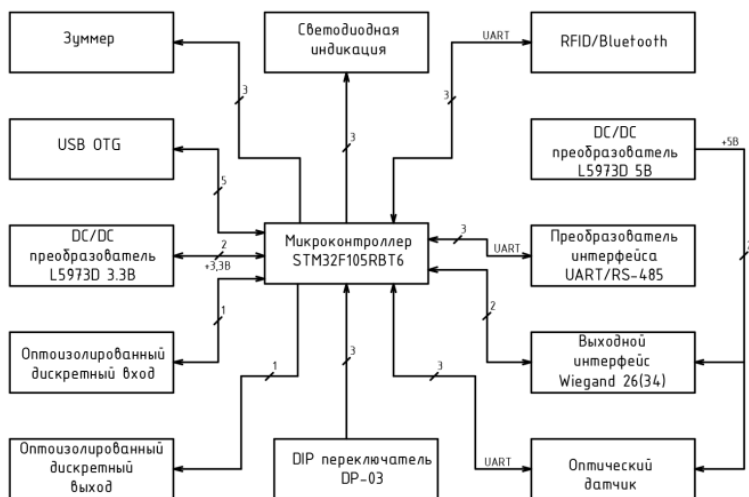


Рис. 1. Функциональная схема модуль контроля и согласования сигналов комбинированного считывателя СКУД

УДК 004.771

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ GPS-ТРЕКЕРОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

Студент гр. ПГ-51 Григорьев А. С.

Кандидат техн. наук, доцент Павловский А. М.

Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского

С развитием информационных технологий, систем беспроводной передачи данных, а также расширением покрытия мобильной сети, все чаще для слежения за конкретными подвижными объектами используют GPS-трекеры. GPS-трекер – это устройство, обычно состоящее из приемника GPS+Глонас сигналов, GSM-модуля, необходимого для оперативной связи с мобильной сетью, вычислительного и коммутационного блока, в качестве которого обычно выступает микроконтроллер и системы автономного питания. При необходимости, трекер комплектуется устройствами ввода/вывода информации, средствами связи Bluetooth/Wi-Fi/NFC, а также проводными интерфейсами для подключения к системам внешнего питания и/или дополнительным датчикам.

Таким образом, использование GPS-трекеров позволяет определить текущее положение подвижного объекта, построить пройденный маршрут, а также использовать полученную информацию в целях личной и материальной безопасности.

Однако в большинстве случаев GPS-трекер используется как независимая автономная единица, не позволяющая оценить взаимное положение других подвижных объектов. Примером использования системы GPS-трекера является коммунальный транспорт в крупных городах, однако полученная информация имеет исключительно сервисный характер (нахождение текущего положения транспорта, расчёт пройденного расстояния, затраченного топлива и др.), и не раскрывает всего потенциала.

Комплектация GPS-трекерами всех участников дорожного движения позволит реализовать универсальную систему дорожного движения с возможностью автоматической корректировки маршрутов транспорта, перераспределения нагрузки на основные транспортные артерии города, своевременно сообщать о аварийных ситуациях и т.д. Накопленная статистическая информация также позволит более точно рассчитывать количество транспорта на маршрутах, их интервал движения, и может быть учтена при ремонтно-строительных работах, при проведении плановых мероприятий. Таким образом, реализация и введение в эксплуатацию сети взаимного позиционирования подвижных объектов на основе GPS-трекеров в целом позволит повысить безопасность, как дорожного движения, так и населения в целом.

УДК 616.12

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ СЕРДЦА

Студент гр. ПБ-82мп (магистрант) Грузинская А. Т.

Кандидат техн. наук, доцент Терещенко Н. Ф.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

Данные ВОЗ (WHO) свидетельствуют, что сердечно-сосудистые заболевания являются причиной смерти около 48% европейцев. Среди европейских стран, Украина имеет одну из самых неблагоприятных динамик. Основными факторами риска болезней сердца и инсульта являются неправильное питание, отсутствие физической активности, употребление табака и употребление алкоголя [1].

Неутешительная статистика показывает, что усовершенствование ЭКГ-аппаратов является одной из главных задач современной медицины. Для

правильной трактовки ЭКГ необходимо иметь четкие представления о пространственных процессах формирования электрического поля в клетках миокарда и сердца в целом [2].

Нами предложен и исследован способ комплексной диагностики и визуализации тканей сердца человека, который включает контроль состояния миокарда с помощью электрокардиографии, регистрацию в процессе кардиоцикла характеристик электрокардиограммы и ее анализ, а также регистрацию циклической частоты вращения интегрального электрического вектора в трех взаимноперпендикулярных плоскостях: при регистрации электрокардиограммы размещают поочередно в зонах запястья на сигнальных точках канала перикарда и сердца, что позволяет получать сигналы напрямую с перикарда и сердца [3].

Литература

1. Сердечно-сосудистые заболевания. Официальный сайт Всемирной организации здравоохранения. – [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)).
2. Ультразвукові фізіотерапевтичні апарати та пристрої: монографія / Терещенко М.Ф., Тимчик Г. С., Чухраєв М.В., Кравченко А.Ю. – Київ.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. –184 с.
3. Tymchik G. Investigation Thermal Conductivity of Biological Materials by Direct Heating Thermistor Method / G. Tymchik, S. Vysloukh, N. Tereshchenko, S. Matvienko. – 2018 IEEE 38th International Conference on ELECTRONICS AND NANOTECHNOLOGY (ELNANO), April 24-26, 2018, – Kyiv, Ukraine. – pp. 429–434.

УДК 621

ШИФРОВАНИЕ В СИСТЕМАХ БЕЗОПАСНОСТИ

Жилкин И. А., Кухарев И. А.

Ст. преподаватель Исаев А. В.

Белорусский национальный технический университет

В эру развития цифровых технологи, актуальными являются способы передачи информации, в которых одним из основных требований является конфиденциальность передачи итих данных. Не зависимо от того, какая информация передаётся она, всё равно имеет аналоговый или цифровой вид. Сутью данной работы является разработка организация передачи информации в защищённом виде по сигналам охранной (пожарной) сигнализации, защита информации методом шифрования для систем охранной сигнализации. Целью работы является, попытка разработать алгоритм и метод шифрование информации для систем безопасности.

Проблемы передачи информации заключается в том, что данные транслируемые в сети всегда можно перехватить, а если у вас есть определённый временной промежуток, которым вы сможете воспользоваться, то из этого

промежуток можно выделить определённую закономерность или формулу алгоритма шифрования. Например, эмпирическую или функциональную псевдослучайность в конечном итоге всё равно удастся расшифровать.

На сегодняшний момент существует много принципов и алгоритмов шифрования, например, симметричные алгоритмы (AES, CAST, DES, Blowfish) и асимметричные (RSA, El-Gamal). Но у всех алгоритмов есть один общий массовый недостаток т.е. на системах безопасности на постоянно расположенном объекте, т.е. не перемещаемое оборудование где информация постоянно транслируется на центральные пульта, где любой специалист может провести сканирование эфира, отследить передачу данных и вычислить методом подбора алгоритм, а если вы знаете алгоритм то всегда может закрыть или отправить ложный сигнал на централь пульт управления.

А с нашей стороны мы предлагаем систему решения алгоритм аппаратного шифрования где имеется приёмник и передатчик или два устройства которые синхронизированы во времени с помощью внутреннего таймера, которые расположены в любом приборе и через определённые промежутки времени мы можем снимать сигнал и можем использовать как ключ шифрования, при этом если будет попытка снять сигнал, но ошиблись на мили секунды, то уже данный сигнал не будет верным т.к. ключ не совпадёт, а так как у нас работа происходит не в секунда, а в мили секундах и то даже может микро-секундах, то попасть мы не в состоянии. Отсюда следует, что данный сигнал не изменить.

УДК 621.396

ПОРТАТИВНЫЙ ДВУХКАНАЛЬНЫЙ ОСЦИЛОГРАФ

Студент гр.11312115 Тихоновец Е. С.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Осциллографы предназначены для исследования амплитудных и временных параметров электрического сигнала. С помощью осциллографов устанавливают и устраняют неисправности электрических и электромеханических систем, электронных и промышленных управляющих устройств не только в лабораторных условиях, но и непосредственно на объекте установки аппаратуры.

Целью данной работы является разработка конструкции мобильного портативного двухканального осциллографа, климатического исполнения О1 и степени защиты IP55.

На первом этапе выполнения работы разработано техническое задание, в котором были определены технические и конструктивные требования к изделию.

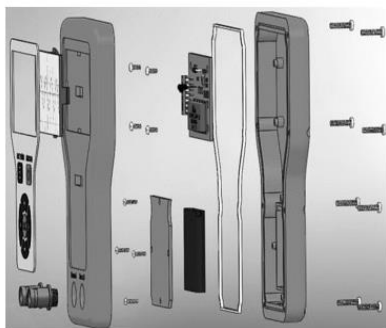


Рис. 1. Твёрдотельная модель портативного осциллографа

ется винтами. Расчётным методом подтверждена правильность назначенной посадки H8/f8, для установки печатной платы на опоры корпуса. Для подключения измерительных щупов и коммутации осциллографа с компьютером применяются разъёмы USB и BNC влагозащищённого исполнения.

При помощи САПР SolidWorks разработана твёрдотельная модель портативного двухканального осциллографа (рис. 1). При помощи САПР AutoCAD 2017 разработаны рабочие чертежи основания, втулки, крышки, уплотнителя и сборочный чертёж конструкции.

УДК 535

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В УМНЫХ ДОМАХ

Жилкин И. А., Кухарев И. А.

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

Белорусский национальный технический университет

В результате развития и создания новых технологий появляются системы, позволяющие осуществлять контроль всего дома без участия человека, тем самым улучшая качество жизни. Эти системы принято называть "Умный дом". В связи с этим существует необходимость в организации обеспечения безопасности человека в таких системах. Анализ и предотвращение пожара может являться одной из подсистем, которая будет интегрирована в систему "Умный дом". Целью данной работы является разработка системы, которая позволит эффективно анализировать состояние окружающей среды, а при нештатной ситуации использовать алгоритмы для обеспечения путей эвакуации и минимизации финансовых потерь.

В настоящее время, с учетом развития современной электроники выпускается большая номенклатура таких устройств. Это и различные газоанализаторы (на природный газ, угарный газ, различные соединения хлора) и ин-

дидуальные пожарные извещатели. Но их особенность, а, следовательно, и недостатки, в том, что это – отдельные устройства, которые в общую систему, по крайней мере в пределах одного корпуса, невозможно. Были разработки систем, в которых извещатель содержит два датчика, измеряющих концентрацию различных газов. У таких устройств есть существенный недостаток: газы, на которые реагирует сигнализатор, имеют разную плотность. Из-за этого более тяжёлые газы, располагаются ниже, а более лёгкие – выше. Разработанное устройство состоит из двух и более измерительных элементов: например, датчики газа, датчики дыма и центральный пульт. Датчики устанавливаются в помещении на разной высоте и способны измерять концентрацию определённых веществ в воздухе. Данные с датчиков поступают на центральный пульт для обработки, в результате которой центральный пульт принимает решение о дальнейших действиях – передачи информации в соответствующие службы, включение систем оповещения, включение или выключение вентиляции, управление запирающими устройствами (например, подачи газа).

УДК 535.317

СИСТЕМА ОХРАННОЙ И ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ЗДАНИЯ РАЙОНА ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ НАСЕЛЕНИЯ

Студент гр. 31301113 Завадский В. С.

Ст. преподаватель Владимирова Т. Л.

Белорусский национальный технический университет

Здание района тепловых сетей по обслуживанию населения относится к административным зданиям. На защищаемом объекте находятся сотрудники, которые хорошо знакомы с планировкой объекта, прошли инструктаж по технике пожарной безопасности, с которыми проведены учения по эвакуации из здания при пожаре. Кроме этого, на объекте находятся посетители, которые плохо знакомы с планировкой объекта и которые в случае возникновения пожарной угрозы способны запаниковать и создать условия для затруднения эвакуации. Наличие в помещениях мебели, бумажной продукции и оргтехники существенно повышает пожарную нагрузку. Развитие пожара на начальном этапе может быть незаметным – огонь распространяется за закрытыми дверями помещений. Важно, как можно раньше обнаружить очаг возгорания. Вторая причина необходимости раннего обнаружения – присутствие в здании большого количества людей. Для их эвакуации нужно время.

Здание района тепловых сетей по обслуживанию населения, как объект охраны, также имеет ряд особенностей. Существует риск утечки информации (расчетные счета, адреса и др.) и потери личного или корпоративного имущества. Данное здание относится к объекту охраны подгруппы А I, противоправные действия на которых в соответствии с уголовным законодательством Республики Беларусь могут привести к крупному, особо крупному экономическому или социальному ущербу.

Обеспечение охраны здания достигается технической укрепленностью объекта и блокированием всех уязвимых мест техническими средствами охранной сигнализации, СОС круглосуточно контролируется районным отделом Департамента охраны.

Для здания применен средний уровень защиты: двери блокируются на открытие и пролом; окна блокируются на открытие, разрушение и выем; некапитальные (по охране) строительные конструкции, а также вентиляционные шахты и воздуховоды в различных строительных конструкциях блокируются на пролом [1 п. 4.2.2].

Рубежи охранной сигнализации включают: извещатели для блокировки строительных конструкций периметра объекта (первый самостоятельный рубеж), объема и площадей объекта (второй самостоятельный рубеж).

Окна блокируются: на открытие с помощью магнитоконтактных извещателей; на разрушение пассивными звуковыми извещателями для блокировки остекленных конструкций. Стекла на выем не блокируются т.к. возможность их выема (выставления) снаружи из обвязки отсутствует [1 п. 4.3.1.3].

Двери блокируются на открытие магнитоконтактными извещателями, на пролом поверхностными пассивными оптико-электронными инфракрасными извещателями [1 п. 4.3.2.2], входные двухстворчатые двери блокируются одним магнитоконтактным извещателем.

Для создания второго рубежа сигнализации используются объемные пассивные оптико-электронные инфракрасные извещатели. Защита объема помещений необходима для обнаружения в охраняемое время движения нарушителя, если он проник и скрылся в помещении здания в неохраемый период.

Структура системы охранной сигнализации объекта построена таким образом, чтобы была обеспечена её максимальная информативность, позволяющая лицам, осуществляющим охрану объекта, принимать правильные меры реагирования. Для этого периметр объекта разбит на девять отдельных зон контроля на первом этаже и шесть на втором. Отдельными шлейфами подключены извещатели блокирующие входную и запасную двери. Объемные извещатели смежных помещений объединены в один шлейф, но не более четырех [1 п. 4.15].

Обеспечение пожарной безопасности здания достигается путем разделения на зоны контроля СПС. При защите объекта системой пожарной сигнализации организовано 12 зон контроля (шлейфов пожарной сигнализации) с автоматическими ПИ и 2 зон с ручными ПИ. При формировании зон контроля соблюдены требования [2, п. 12.2]. Ручные извещатели размещены у эвакуационных выходов и на лестничных площадках [2, таблица С.1]. В каждую зону включено не более 5 помещений, выходящих в общие коридоры.

Разрабатываемая СПС по способу приведения в действие является комбинированной, с возможностью, как автоматического обнаружения пожара, так и подачи в систему сигнала о пожаре с ручного ПИ.

На объекте предусмотрено светозвуковое оповещение о пожаре.

Литература

1. ТКП 627-2018 «Охрана объектов. Требования по применению технических средств систем охраны»
2. ГОСТ Р 50775-95 Системы тревожной сигнализации. Часть 1. общие требования. Раздел 1. общие положения. Введен в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 27.04.2011 г. №19 в качестве государственного стандарта Республики Беларусь с 1.08.2011. Издание (май 2011 г.) №1 – Минск, 2011. 24 с.

УДК 620.179.16

КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА МЕТОДОМ ToFD

Студент гр. 11312114 Зданович С. В.

Кандидат техн. наук, доцент Воробей Р. И.,

кандидат техн. наук, доцент Свистун А. И.

Белорусский национальный технический университет

К магистральным трубопроводам большого диаметра относятся трубопроводы диаметром от 530 мм до 1420 мм, предназначенные для транспортирования нефти и продуктов ее переработки от места производства к месту потребления. Трубопроводы большого диаметра имеют толстостенные трубы (например, толщина стенок трубопровода диаметром 1420 мм составляет 22 мм).

Сварные соединения трубопроводов являются опасными местами и подлежат контролю. Существует ряд методов контроля сварных соединений: магнитный, вихретоковый, оптический, проникающими веществами, электрический, радиоволновой, тепловой, радиационный и акустический. Наиболее широко для контроля сварных соединений применяют ультразвуковые методы, в частности дифракционно-временной метод (ToFD). Метод ToFD основан на измерении времени распространения волн, дифрагированных от границ дефекта (рис. 1).

Метод ToFD реализуется с помощью двух датчиков, работающих в раздельном режиме. Для обеспечения постоянного расстояния между точками ввода данных преобразователей и ориентации их относительно друг друга используется ручное сканирующее устройство. Также реализована функция обеспечения информации о положении ультразвуковых преобразователей с помощью датчика пути.

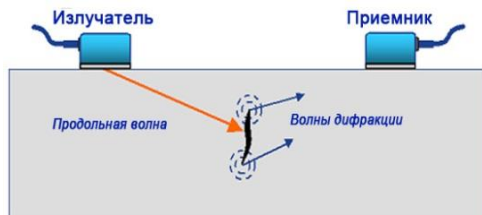


Рис. 1. Волны дифракции, возникающие на краях дефекта

Основным преимуществом данного метода является более точное определение координат и размеров несплошностей в том числе и трещин. Метод ToFD также отличается высокой производительностью, поскольку сканирование проводится вдоль шва. К настоящему времени метод ToFD используется для контроля качества объектов вместо традиционных: радиационного и эхоимпульсного методов.

УДК 004.78

МОДУЛЬ РАСШИРЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ТОЧЕК ДОСТУПА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ

Студент гр. 11301114 Иванов В. Ю.

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

ст. преподаватель Исаев А. В.

Белорусский национальный технический университет

Устройство предназначено для расширения возможностей сетевого контроллера СКУД. Модуль позволяет оборудовать две дополнительные точки прохода периферийными устройствами для организации контроля доступа. Для этого в устройстве предусмотрены:

- шина I2C (модуль выступает в качестве ведомого «slave» устройства, роль ведущего «master» устройства в системе выполняет сетевой контроллер СКУД);
- оптоизолированные дискретные входы/выходы (предназначены для подключения кнопок, датчиков открытия и закрытия двери, выводов контроля прохода турникета, картаприемников, алкотестера);

– релейные выходы (для коммутации электромагнитного замка и/или контактов турникета);

– входной и выходной Wiegand (для организации Wiegand интерфейса).

Для визуализации работы устройства реализована светодиодная индикация, позволяющая оценить состояние дискретных входов и выходов в режиме реального времени.

Устройство работает на микроконтроллере семейства ARM.

Функциональная схема устройства представлена на рис. 1

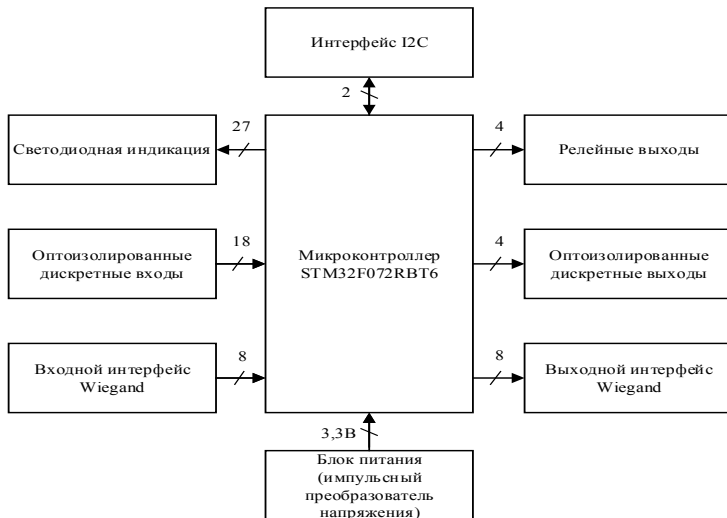


Рис. 1. Функциональная схема модуля расширения количества точек доступа СКУД

УДК 614.842.4:654.9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ВЫБОРА ОРОСИТЕЛЕЙ

Магистрант Костенко Е. Р.

Кандидат техн. наук Мисюкевич Н. С.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время на территории Республики Беларусь действует ТКП 45-2.02-317-2018 «Пожарная автоматика зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования» [1], в котором согласно п. В.1.5 (приложение В) с учётом выбранной группы объекта защиты (в соответствии с таблицами А.1-А.4 (приложение А) принимают интенсивность орошения, расход огнетушащих веществ (ОТВ), максимальную площадь орошения, расстояния между оросителями и продолжительность подачи ОТВ. Однако

данные о расстоянии между оросителями в таблицах А.1-А.4 (приложение А) отсутствуют.

Введён в действие 01.06.2018 ТКП EN 12845:2015 «Стационарные системы пожаротушения: автоматические спринклерные установки пожаротушения. Проектирование, монтаж и техническое обслуживание» [2]. В соответствии с п. 12.2 максимальную площадь, защищаемую одним спринклером (кроме спринклеров с боковым разбрызгиванием), необходимо определять по таблице 19. В таблице 19 так же даны максимальные расстояния между оросителями, расстояния между стенкой и оросителем.

При определении расстояния между оросителем и стенкой, стоит принять во внимание, что интенсивность подачи воды необходимо рассчитывать, как общий расход воды (выраженный в литрах в минуту), который обеспечивает группу из четырех спринклеров, расположенных в непосредственной близости друг от друга, разделенный на площадь (выраженную в квадратных метрах), которую защищают эти четыре спринклера согласно ТКП EN 12845:2015. Фактически это интенсивность подачи воды одного оросителя. Однако, согласно п. 6.7 ТКП 45-2.02-317-2018 требуемую интенсивность орошения спринклерной установкой пожаротушения следует обеспечивать каждым оросителем в каждой точке защищаемой площади (без учёта суммирования интенсивностей на пересекающихся участках защищаемой площади соседними оросителями с учётом фактических карт орошения для обеспечения нормативной интенсивности). Обоснован критерий экономически целесообразного выбора вида спринклера: «Перерасход воды, %» [3]. Экономически целесообразен выбор оросителей, у которых значения критерия минимально. С учётом данного критерия определены подходы по расчету максимально допустимых расстояний между оросителями, расстояний между оросителями и стенкой, а также по выбору видов оросителей, обеспечивающих нормативные интенсивности подачи ОТВ.

Литература

1. Пожарная автоматика зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.02-317-2018 (33020). – Введ. 01.09.2018 [Электронный ресурс] / Нац. Фонд ТНПА. – Минск, 2018. Режим доступа: <http://www.tnpa.by/#!/SimpleSearch/ткп%20317>.

2. Стационарные системы пожаротушения: автоматические спринклерные установки пожаротушения. Проектирование, монтаж и техническое обслуживание: ТКП EN 12845:2015. – Введ. 01.06.2018. – Минск. Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2018.

3. Расчёт оптимального расстояния между оросителями для обеспечения нормативной интенсивности подачи огнетушащего вещества / Костенко Е.Р. // Приборостроение-2018: материалы 11-й МНТК. – Минск. БНТУ, 2018 – с.23.

УСТРОЙСТВО МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ГАЗОВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Аспирант Безлюдов А. А.

Ст. преподаватель Василевский А. Г.

Белорусский национальный технический университет

Устоявшейся является практика обнаружения пожара по одному информативному параметру: температуре воздуха, концентрации газообразных продуктов горения (монооксида углерода), величине рассеянного дымом потока электромагнитного излучения оптического диапазона или пропускающей способности задымленной среды. Алгоритмы работы мультикритериальных пожарных извещателей в абсолютном большинстве случаев предусматривают одновременный контроль температуры и концентрации СО или СО₂. При этом обеспечивая более высокую скорость обнаружения возгораний и снижая вероятность ложных тревог более чем на 50% по сравнению с извещателями других типов [1]. В то же время данных многофакторных исследований среды при пожаре недостаточно для разработки алгоритмов обнаружения пожаров, основанных на одновременном контроле и анализе динамики изменения более двух-трёх параметров. Такие алгоритмы могут быть ещё более эффективнее чем реализованные в настоящее время в автоматических технических средствах обнаружения возгораний.

Для проведения исследований газовой среды при пожаре предлагается устройство, структурная схема которого представлена на рис. 1.

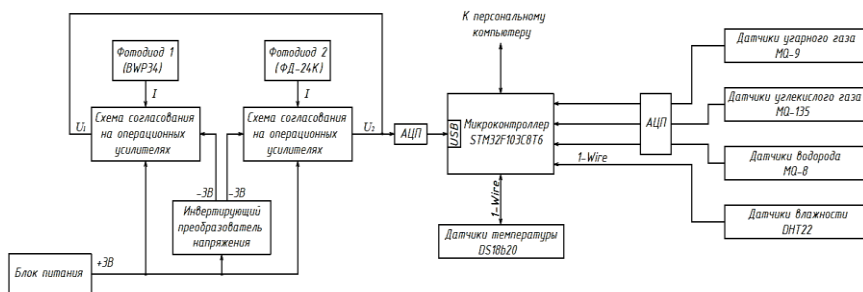


Рис. 1. Измерительное устройство

Исследования предполагается проводить на установке «Дымовая камера», оснащённой оптико-электронным измерительным устройством контроля рассеянного вперёд и прошедшего электромагнитного излучения оптического диапазона [2]. Выбор газовых датчиков обусловлен закономерностями образования газов на начальной стадии пожара. Датчики температуры позволят получить данные о распределении тепла. Датчик влажности

необходим для исследования относительной влажности воздуха при пожарах разных типов, а также некоторых пожаробезопасных процессов, которые могут влиять на технические средства обнаружения и являться причинами ложных тревог.

Литература

1. R. Chagger, D. Smith, The causes of false fire alarms in buildings, BRE Global Ltd., Briefing Paper, Report Number BC 2982, 2014.

2. Зуйков И.Е., Антошин А.А., Олефир Г.И., Третьяк И.Б. Установка, моделирующая пожары в начальной стадии развития. Достижения физики неразрушающего контроля и технической диагностики: сб. науч. тр. – Мн.: Институт прикладной физики НАН Беларуси, 2011. – 226с.

УДК 621

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УГАРНОГО ГАЗА В ЖИЛОМ ПОМЕЩЕНИИ ПРИ ПОЖАРЕ

Студент гр.11301116 Кузнецов В. Ю.

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

Белорусский национальный технический университет

Авторы в работе [1] рассматривают распределение угарного газа в жилых помещениях, проводили замеры и вывели основные формулы расчета дробной эффективной дозы (FED) для концентрации угарного газа. Основное отличие нашей работы от исследований [1]: измерения проводились на высоте полуприседа (0.9 м), а в данной работе – на уровне головы спящего человека (0.5 м).

Объектом исследования является газо-воздушная смесь в условиях пожара в горящем помещении. Предметом исследований является концентрация газообразных продуктов горения в горящем помещении. Распределение концентрации угарного газа определяется с помощью газоанализатора MSA Altair 5X, используемого в рамках данной работы.

Газоанализатор был размещен в центре жилой комнаты на высоте от пола – 0,5 м.

Из рис. 1 видно, что концентрация угарного газа изменяется хаотично. Наблюдаем резкое увеличение концентрации, начинающееся после 420 с, затем произошел всплеск концентрации на 850-950 с. Произвели расчёт дробной эффективной дозы, которая равна 0.26.

На основании результата, полученных в ходе проводимого эксперимента получили изменение концентрации угарного газа при тлеющем пожаре, произвели соответствующие расчёты FED. При нахождении в комнате более 900с начинается головная боль и головокружение.

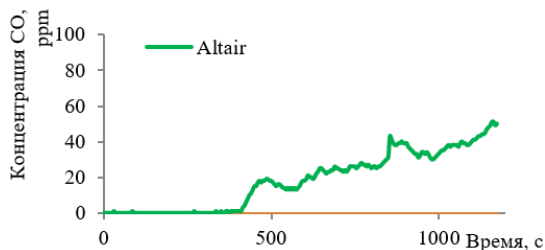


Рис. 1. График изменения концентрации угарного газа в жилом помещении относительно времени самого пожара

Литература

1. Traina N. 2017 Occupant Tenability in Single Family Homes Part I-Impact of Structure Type, Fire Location and Interior Doors Prior to Fire Department Arrival.

УДК 654.937

ОПЕРАЦИОННЫЙ БЛОК

Студент гр.11303116 Кулиш Е. П.

Ст. преподаватель Владимирова Т. Л.

Белорусский национальный технический университет

Операционный блок разработан для устройства контроля значений параметров, принимаемых одновременно с трех первичных измерительных преобразователей (ПИП). Он обеспечивает одновременное сравнение параметров (P1, P2, P3) с максимально допустимым значением параметра (ПОР-порог), задаваемого с помощью переключателей, что обеспечивает использование устройства при работе с различными значениями МАХ в разрядности, которая соответствует разрядности параметров, принимаемых с ПИП.

В результате сравнения блок обеспечивает формирование признаков результата сравнения ($P1 \leq \text{ПОР}$, $P1 > \text{ПОР}$, $P2 \leq \text{ПОР}$, $P2 > \text{ПОР}$, $P3 \leq \text{ПОР}$, $P3 > \text{ПОР}$) и передачу признаков в блок управления для формирования последовательности команд с учетом признака.

Работа операционного блока описана в виде алгоритма (фрагмент алгоритма приведен на рис. 1). Фрагмент функциональной схемы операционного блока приведен на рис. 2. Операционный блок содержит следующие модули: модуль хранения порога (МХР ПОР); три модуля сравнения параметров с порогом (МСрP1иПОР, МСрP2иПОР, МСрP3иПОР).

Выбор семейства МОП позволил минимизировать мощность, потребляемую как операционным блоком, так и всем устройством.

Операционный блок разработан для устройства контроля параметров, которое может работать с ПИП разных типов (температура, давление и

т.д.) и используется, например, в трубной печи, применяемой при производстве дискретных и интегральных полупроводниковых приборов.

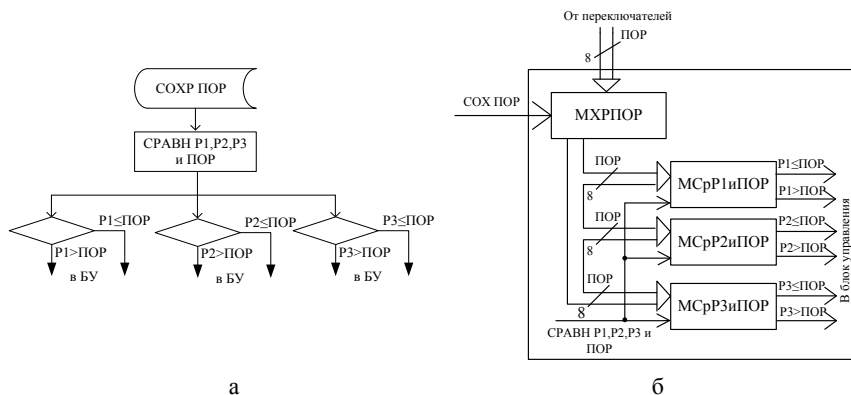


Рис. 1. Операционный блок (а) и фрагмент функциональной схемы

УДК 628.74

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ПОЖАРА В СМЕЖНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Студент гр. 11301115 Кухарев И. А.

Доктор физ.-мат. наук, профессор Невдах В. В.

Белорусский национальный технический университет

Компьютерное моделирование пожаров, позволяющее прогнозировать динамику их опасных факторов, находит все более широкое применение при проектировании систем противопожарной защиты объектов, когда приоритетной задачей является безопасность людей. Целью данной работы было исследование условий применимости зонных и интегральных моделей для моделирования начальных этапов пожаров в смежных помещениях до создания условий, несовместимых с жизнью людей. Для определения этих условий проводилось компьютерное моделирование динамики начальной стадии пожара с помощью универсальной полевой модели пожара, реализованной в программе FDS (Version 5).

С помощью графического интерфейса PyroSim создана модель помещения, представляющего собой две одинаковые смежные комнаты площадью $\approx 20 \text{ м}^2$ и высотой 3 м, соединенных открытым дверным проемом. Моделировались первые 300 секунд квазистационарных по тепловыделению пожаров с источником площадью $0,5 \text{ м}^2$ и мощностью 150 кВт, расположенным в одной из комнат напротив двери на полу и высоте 1,35 м.

Контролировались такие параметры как температура, затемнение и изменение давления воздуха на высотах 0,1 м от уровня пола и потолка во всех углах комнат, температуры поверхностей пола и потолка и вертикальное распределение температуры воздуха в геометрических центрах комнат. При пожаре с источником на полу в обеих комнатах формируются вертикальные распределения температуры воздуха с достаточно большими градиентами температур (в комнате с источником составляющим $\sim 100^{\circ}\text{C}$), причем температура воздуха на высоте 1.6 м. в конце моделирования достигает 145°C , что превышает критическую температуру для человека. При пожаре с источником на высоте 1,35 м градиенты температуры воздуха в комнатах увеличиваются – в комнате с источником градиент температуры воздуха достигает $\sim 230^{\circ}\text{C}$, в смежной комнате $\sim 75^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, результаты настоящей работы показывают, что применение интегральных и зонных моделей пожаров для предсказания значений температуры воздуха на путях эвакуации из рассматриваемых помещений на начальных этапах пожаров является некорректным и может привести к большим ошибкам при расчетах времен для безопасной эвакуации людей. Для таких целей следует использовать полевую модель пожара.

УДК 681.514

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОБОТОТЕХНИКИ В МЕДИЦИНЕ

Студент гр. ПГ-пб1 Лещук М. С.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

Развитие робототехники оказывает большое влияние в сфере медицины. Не за горами будущее, где медицинские работники – роботы, а вместе с ними трудятся инженеры по технической поддержке.

На сегодняшний день различные виды медицинских роботов уже выполняют ряд задач по улучшению лечения, решению сложных задач и оптимизации работы медперсонала.

Роботы для обучения медперсонала разработанны в виде реалистичных и умных манекенов. Прежде всего, такие роботы пригодятся реаниматологам, от которых напрямую зависит жизнь человека. Симуляторы в виде младенца или ребенка помогут в обучении педиатров, роженицы и их малыши, в том числе и недоношенные, помогут акушерам. Такие пациенты есть у офтальмологов, стоматологов, отоларингологов и многих других специалистов.

Вспомогательные роботы помогают с решением однотипных задач, не требующих значительных мыслительных усилий. К таким можно отнести

роботов-секретарей, которые могут отвечать на вопросы посетителей, сопровождать их в нужное место. Роботы-курьеры могут не только развозить инструменты, белье и лекарства, но и формировать наборы препаратов для каждого пациента. Данные устройства могут взять на себя рутинные задачи, чтобы освободить людям время для более важных вещей.

Роботы-хирурги предназначены прежде всего для точности работы хирурга, поскольку они способны сделать лечение более эффективным и менее травматичным для пациента. Также они уменьшают риск инфицирования хирургической бригады гепатитом, ВИЧ и т.п. С их помощью проводятся операции разной сложности. Такие роботы расширяют возможности специалиста в плане ловкости и точности.

Роботы, которые позволяют производить диагностику дистанционно – это телеуправляемые системы, благодаря которым, врач, находящийся в большем или меньшем удалении от пациента, способен общаться с ним так, как будто находится рядом. Такой робот можно подключить к аппарату ультразвукового исследования, цифровому стетоскопу и другим приборам.

Медицинская робототехника находится в постоянном развитии, поэтому с каждым днем она дает все больше возможностей для постановки точного диагноза и эффективного лечения.

УДК 681.2

РАДИОМЕТР

Студент 11303115 Любчик Е. В.

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

Белорусский национальный технический университет

В связи со строительством Белорусской АЭС вопрос о разработке эффективных аппаратных средств, контролирующих уровень ионизирующего излучения, становится особенно актуальным. На современных АЭС для сведения к минимуму воздействия ионизирующих излучений на человека создана высоконадежная система мер защиты, но несмотря на это, контроль интенсивности ионизирующего излучения является обязательным.

Автономный радиометр с возможностью программирования порога генерации тревожного сигнала спроектирован на основе микроконтроллера ATmega168 семейства AVR и счётчика Гейгера СБМ-20, и имеет следующие характеристики:

- Предел измерений 144 мкР/ч;
- Время измерений – 10 с.
- Время автономной работы – 72 ч при емкости аккумуляторных батарей 900 мА×ч.

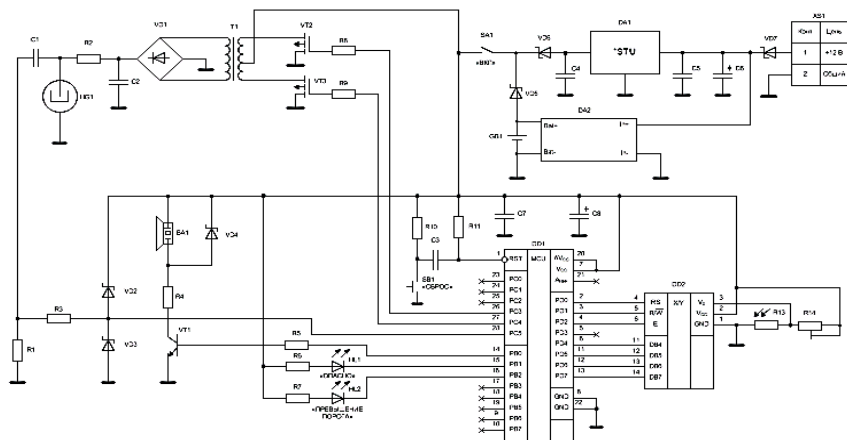


Рис. 1. Схема принципиальная автономного радиометра

Автономный радиометр имеет возможность подзарядки и работы от автомобильной бортовой сети +12 В. Устройство имеет светодиодную индикацию и звуковую сигнализацию состояний «ПРЕВЫШЕНИЕ ПОРОГА» и «ОПАСНО». В дисплее на основе ЖК-индикатора с контроллером HD44780 применена автоматическая регулировка контраста, выполненная на основе фоторезистивного делителя.

УДК 535.317

СИСТЕМА ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ, ОПОВЕЩЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ ДВУХЭТАЖНОГО ОБЩЕЖИТИЯ

Студент гр. 31301113 Масюк Д. А.

Ст. преподаватель Владимирова Т. Л.

Белорусский национальный технический университет

Проектирование СПСОУЭ двухэтажного общежития осуществлялось в соответствии с архитектурно-строительным планом двухэтажного здания общежития; характеристиками защищаемых помещений и пожароопасных материалов, находящихся в помещениях; действующими ТНПА в области строительства.

На защищаемом объекте находятся следующие потенциальные источники загорания: бумажные изделия и изделия на бумажной основе (документы); деревянные изделия и изделия на деревянной основе (предметы мебели); волокна и текстильные изделия (одежда); электронное и бытовое оборудование.

Защищаемый объект относится к: классу Ф1.2 по функциональной и пожарной опасности здания и его частей [ТКП 45-2.02-315-2018]; зданию категории В по взрывоопасной и пожарной опасности с помещениями категорий В1-4 и Д по взрывоопасной и пожарной опасности [ТКП 474-2013].

Защищаемый объект подлежит защите СПС как общежития, гостиницы, специализированные жилые дома для престарелых и инвалидов [НПБ 15-2007] и подлежит защите СОУЭ типа СО-2.

СПОУЭ предназначена для обработки, регистрации, формирования, выдачи сигналов о пожаре, состоянии контролируемых зон, режимах работы системы; своевременного обнаружения пожара на начальном этапе развития по его опасным факторам (газ, дым, тепло); своевременного оповещения территориальных органов МЧС РБ; своевременного оповещения о пожаре людей, находящихся на защищаемом объекте; информирования о путях эвакуации при пожаре людей, находящихся на защищаемом объекте, а также управления эвакуацией людей при пожаре.

Критериями достижения целей являются: обнаружение техническими средствами системы: температуры окружающей среды выше 70°C; изменения удельной оптической плотности среды от 0,05 до 0,2 Дб·м-1; концентрации СО₂ выше 0,11 кг/м³ менее, чем за 2 минуты; концентрации СО выше 1,16·10⁻³ кг/м³ менее, чем за 2 минуты; концентрации HCL выше 23·10⁻⁶ кг/м³ менее, чем за 2 минуты; а также обеспечение необходимого времени эвакуации тн не более 5 минут.

УДК 621

МИКРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ИНЕРЦИАЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ МАХ21105

Студент гр. ПГ-51 Матвиенко Д. Р.

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

В последнее время микромеханические элементы широко используют в технике.

Исследовался инерциально-измерительный модуль МАХ21105 фирмы Maxim Integrated, который представляет собой три акселерометра и три гироскопа, выполненных на одной интегральной схеме. Данный модуль предназначен для использования в стабилизациях платформ, управления движением с НМІ (человеко-машинный интерфейс), GPS-навигации с поддержкой мобильных игр, инерциальных навигационных систем, телефонов и планшетов. Имеет такие положительные преимущества как: низкое энергопотребление, высокую ударопрочность, малые габариты 3x3x3 мм [1].

В ходе выполнения данной работы получен выходной сигнал акселерометра и гироскопа с помощью платы MAX21105MindD и программного обеспечения Evaluation Kit. Для проверки шумовых характеристик были получены вариации Аллана (рис. 1).

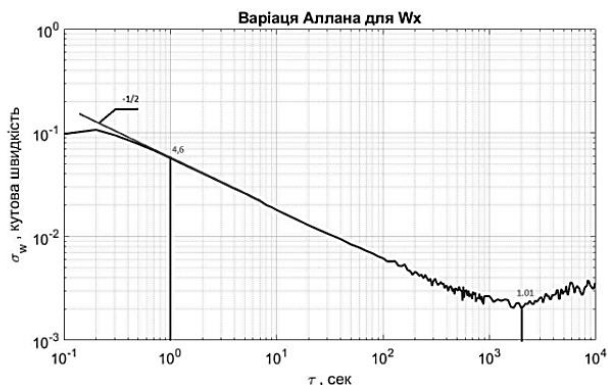


Рис. 1. График вариаций Аллана оси X гироскопа

В результате были получены случайное блуждание угла N и нестабильность смещения нуля В (табл. 1) для оси X гироскопа.

Табл. 1. Полученные данные

Наименование параметра	Ах
N – случайное блуждание угла, град/с	0,046
В – нестабильность смещения нуля, град/с	0,0015

Данный модуль после проверки показал хорошую точность, что означает, что он подходит для использования в вышеперечисленных приборах.

Литература

1. Maxim Integrated Inc. MAX21105 Datasheet. 2014. – 26 с.

УДК 628.74

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ УГАРНОГО ГАЗА В ПОМЕЩЕНИИ ПРИ ТЛЕЮЩЕМ ПОЖАРЕ

Магистрант Мацапура А. И., аспирант Волков С. А.

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

Белорусский национальный технический университет

Для прогнозирования опасности в помещении при пожаре на основе информации получаемой от пожарных извещателей необходимо знать, как связаны между собой измеряемые извещателем параметры окружающей среды и опасные факторы пожара.

В работе исследовалась возникающая степень опасности для человека в помещении обусловленная образующимся при тлеющем пожаре угарным газом в зависимости от его пространственного распределения и динамики изменения.

Исследовался тлеющий пожар при горении мягкой мебели в помещении при закрытой двери. Датчик контроля угарного газа располагался на высоте 0,5 м.

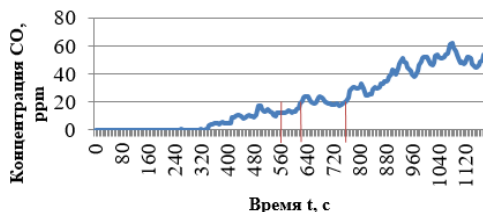


Рис. 1. Зависимость изменение концентрации угарного газа от времени горения тлеющего пожара на высоте 0,5 м от пола

Известно, что при достижении концентрации 20 ppm человеку находится в помещении опасно для жизни. Это значение достигается на 620 секунде эксперимента. Нами для оценки воздействия угарного газа на человека предлагается использовать относительную эффективную дозу (FED), которая вводится в ISO 135711. В соответствии с этим документом FED не должен превышать 0,3. В нашем случае, значение в 0,3 достигается уже на 560 секунде. Это значит, что при малой концентрации CO человек будет ощущать негативное воздействие угарного газа в течении минуты. Из рисунка 1 видно, что в течении 4 минут после того как значение превышает норму, извещатель может не сработать, так как значение меняется в пределах от 15 до 25 ppm. После 760 секунды концентрация CO увеличивается с временем, и к концу эксперимента достигает значения в 65 ppm. По полученным экспериментальным данным можно сделать следующее заключение: при малой концентрации угарного газа, не вызывающей срабатывание газового пожарного извещателя, человек находящийся в помещении будет ощущать его негативное воздействие.

УДК 621

БЛОК ИНДИКАЦИИ УСТРОЙСТВА

Студенты гр.11904116 Акмырадов Нурыгелди, Бердиев Нуягды

Ст. преподаватель Владимирова Т. Л.

Белорусский национальный технический университет

Блок индикации содержит следующие индикаторы: «ПИТАНИЕ», «ОСТАНОВ», «РАБОТА», «ВВОД», «ВЫВОД», «ПЕРЕПОЛНЕНИЕ». Он обеспечивает включение индикатора на требуемый интервал времени и выключение индикатора в требуемый момент времени.

Индикаторы выполнены на основе светоизлучающих диодов. Блок индикации реализован с использованием схемотехнического решения для индикатора «РАБОТА», которое приведено на рис. 1 [1].

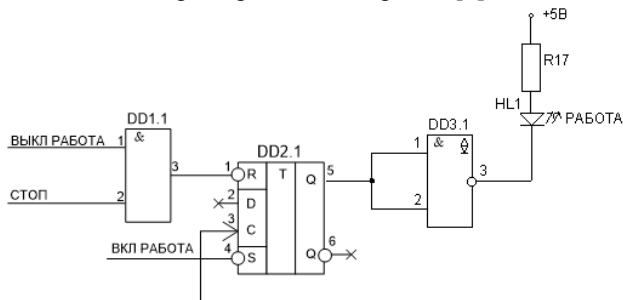


Рис. 1. Блок индикации

Светодиод HL1 подключается к выходу ЛЭ (ОК).

Индикатор HL1 будет включен в течение интервала времени, когда на выходе ЛЭ DD1.1 будет уровень логического 0.

Триггер DD2.1 обеспечивает уровень логического 0 или 1 на выходе триггера Q в течение времени, когда требуется, чтобы светодиод был включен или выключен. Работа схемотехнического решения пояснена диаграммой (рис. 2).

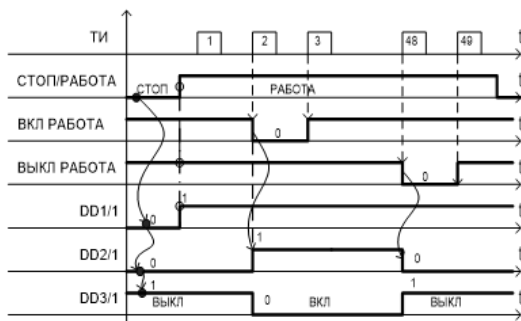


Рис. 2. Временная диаграмма

При подключении светодиода, необходимыми для расчетов характеристиками были прямой ток и прямое напряжение. Светодиод «запитывается» от более мощного источника через токоограничительный резистор R17.

Расчет токоограничивающих сопротивлений в цепях светоизлучающих диодов блока индикации осуществлялся по формуле $R_N = \Delta U / I$, где R_N – позиционное обозначение резистора, ΔU – падение напряжения на резисторе; I – постоянный прямой ток светоизлучающего диода, который определялся по справочной литературе.

$\Delta U = U_{\text{ип}} - U_{\text{св}} - U_0$, где $U_{\text{ип}}$ – напряжение питания; $U_{\text{св}}$ – постоянное прямое напряжение светоизлучающего диода определяемое по справочной литературе; U_0 – выходное напряжение логического нуля логического элемента DD1.1 при токе нагрузки I (при расчете использовалось максимально допустимое значение U_0).

Литература

1. И.Е.Зуйков, Т.Л.Владимилова, Н.В.Кондратюк Электроника (цифровая электроника). Методическое пособие, - Минск: БНТУ. – 2011. – 243 с.

УДК 681.2

ИЗМЕРЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ФОТО-ЭДС БЕСКОНТАКТНЫМ МЕТОДОМ

Магистрант гр. 51315018 Микитевич В. А.

Доктор техн. наук, профессор Жарин А. Л.,

доктор техн. наук, профессор Гусев О. К.

Белорусский национальный технический университет

Поверхностная фото-ЭДС является важным параметром полупроводников. Контроль контактным методом в большинстве случаев недопустим, т.к. это приводит к разрушению исследуемой поверхности (например, в микроэлектронике при исследовании полупроводниковых пластин). Поэтому разработан бесконтактный измеритель поверхностной фото-ЭДС. Схема измерителя представлена на рисунке 1.

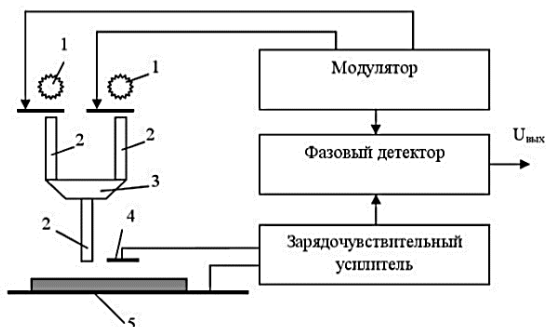


Рис. 1. Измеритель поверхностной фото-ЭДС: 1 – источник светового излучения; 2 – световод; 3 – сплиттер; 4 – зонд; 5 – исследуемый образец

Работа измерителя осуществляется следующим образом: модулированное световое излучение падает на исследуемый образец, что приводит к генерации носителей заряда. При возникновении заряда в исследуемом образце, заряд возникает и в зонде. Полученный сигнал усиливается и детектируется. Использование двух источников светового излучения позволяет

на основе измеренных значений фото-ЭДС рассчитывать другие физические величины: время жизни носителей заряда в приповерхностном слое, удельное поверхностное сопротивление и др.

Измеритель поверхностной фото-ЭДС используется при разработке универсального цифрового измерителя для фотостимулированной зондовой электротометрии.

УДК 621

МОНИТОРИНГ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ АТОМНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Магистрант Мытник Д. Г.

Кандидат техн. наук, доцент Воробей Р. И.

Белорусский национальный технический университет

Атомная энергетика постоянно развивается и основное значение для общества имеет не объем производимой энергии, а безопасность при эксплуатации атомной электростанции. При строительстве атомных электростанций сварочные работы являются основным технологическим процессом. Для сварки в условиях монтажа и ремонта трубопроводов в основном применяются дуговые способы сварки, причем ручная сварка (аргонодуговая) позволяет в отдельных случаях получать сварные соединения высокого качества. Однако при крупномасштабном и высокоответственном производстве ручные способы сварки не обеспечивают строгого соблюдения технологического процесса и контроля его параметров и, как следствие, стабильности качества сварных соединений.

Задача контроля качества сварных соединений сводится к предупреждению, а не обнаружению уже имеющихся дефектов. Но чтобы предупредить, необходимо знать причины их образования. К основным из них относятся: квалификация сварщиков, подготовка и сборка под сварку, сварочные материалы, сварочный процесс, сварочное и вспомогательное оборудование, нарушение ритма работ, квалификация инженерно-технических работников, дефектоскопический контроль, организация работ, условия сварки, время года.

Данный мониторинг проводится с помощью проведения радиографического и ультразвукового контроля сварных соединений. После проведения контроля сварных соединений проводится оценка качества на соответствие НТД. При выявлении дефектов, не соответствующих НТД, устанавливаются причины их образования.

В результате проведения мониторинга и предложенных мер предотвращения дефектов не будет гарантировано полное устранение дефектов в сварных соединениях, так как причиной их образования может являться человеческий фактор, который не может быть исключен.

УДК 629

ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО (МОДУЛЬ) СОПРЯЖЕНИЯ ПРИБОРОВ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ПО ИНФРАКРАСНОМУ КАНАЛУ СВЯЗИ

Студент гр. 11301116 Матвиенко В. Ю.

Ст. преподаватель Василевский А. Г.

Белорусский национальный технический университет

Производимые на сегодняшний день источники ИК излучения в основном используют рассеянное излучение из-за небольшой дальности передачи информации (около 15-20 метров) и возможности неточного наведения на приемник, благодаря большому пятну изображения. Используя оптическую линзу для фокусировки «сжатия» луча можно получить многократное увеличение дальности для передачи информации. Используя мощный импульсный источник ИК излучения и приемник того же излучения получим систему двунаправленной передачи информации. Для крупных объектов систем безопасности, с размерами 100 и более метров длины, передача команд и данных может быть произведена по инфракрасному каналу связи с помощью предлагаемого модуля.

Для передачи и приема информации используется система шифрования и дешифрования на основе системы передачи-приема команд фирмы PHILIPS, которую используют в ПДУ цифровых устройств. Структурная схема приведена на рисунке 1.



Рис. 1. Схема структурная устройства передачи данных по инфракрасному каналу связи

Достоинством модуля является сложность непосредственного обнаружения канала связи нарушителем, отсутствие монтажных соединений и проводов. В свою очередь недостатком является необходимость наличия беспрепятственного канала связи.

УДК 615.837.3:615.47

КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЙ УЛЬТРАЗВУКА НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ

Студент гр. БП-61 Наумкина З. Н.

Кандидат техн. наук, доцент Терещенко Н. Ф.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

При разработке ультразвуковой физиотерапевтической аппаратуры важной задачей является исследование влияния данного физического фактора на процессы, происходящие в биологической среде в результате действия ультразвука (УЗ). Под влиянием УЗ происходит микровибрация на клеточном и субклеточном уровнях, стимулируются процессы микроциркуляции, увеличивается проницаемость клеточных мембран, в результате чего изменяется концентрация различных веществ в клетке и ее ближайшем окружении, что в свою очередь приводит к изменению структуры клеточных мембран, а соответственно и самой клетки [1]. Нами проведены исследования и математическое моделирование влияния ультразвукового излучения на эффекты коагуляции альбумина в биологической среде при переменных показателях интенсивности и времени действия ультразвука в немодулированном режиме работы, и различных температурах контактной водной среды [2].

Один из важных компонентов в механизме биологического действия ультразвука – образование микропотоков внутри клеток. Суть явления состоит в том, что в микроскопическом объеме клеток появляются акустические потоки, приводящие к перемещению внутриклеточных образований и изменения их пространственной ориентации. Эти изменения повышают функциональную активность клетки и чувствительность ее к физическим и химическим факторам, но могут привести и к некрозу. Задачей исследования была оценка влияния УЗ излучения на коагуляцию альбумина и контроль воздействия УЗ на клетку. Вещества, содержащие альбумин, такие как яичный белок, называют альбуминоиды. К альбуминоидам относится и сывороточный альбумин – существенная составляющая части крови и спинномозговой жидкости. При протекании крови по капиллярной сетке мягкие биологические ткани и суставы, обеспечиваются питательными веществами и очищаются от продуктов распада. Следовательно, превышение

безопасного уровня интенсивности ультразвукового излучения и продолжительности времени воздействия может привести к изменению параметров кровенаполнения и тромбирование капиллярного кровотока.

Исследования проводились в ультразвуковой ванне путем воздействия на куриные яйца ультразвуком разной частотой 42 кГц, интенсивностью до 2,0 Вт/см² при температуре воды до 41 °С и длительностью до 60 минут.

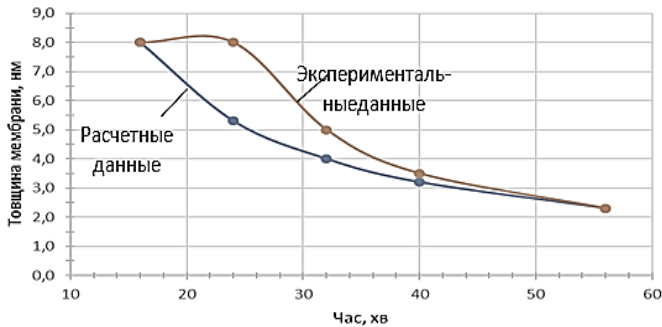


Рис. 1. Сравнительные графики исследования

Начало коагуляции определялось зрительно по эффекту появления сворачиваемости белка и рассчитывалось по изменениям толщины клеточной мембраны $l(\tau)$ от времени ультразвукового воздействия t , температуры и действующих потенциалов ионов калия и натрия [3]:

$$t = -\frac{\tau}{l(\tau)} \cdot \ln\left(1 - \exp\left(\frac{-E \cdot F}{R \cdot T(\tau)} \cdot \frac{u_K + u_{Na}}{u_K - u_{Na}}\right)\right), \quad (1)$$

Определены параметры влияния УЗ, при которых проявляется начальный процесс коагуляции альбумина первичные процессы коагуляции альбумина начинаются после 16 мин. воздействия УЗ частотой 42 кГц, интенсивностью до 2,0 Вт/см² при температуре воды до 41 °С. Установлена зависимость изменения толщины клеточной мембраны белка от времени воздействия УЗ излучения на исследуемый объект.

Литература

1. Ультразвукові фізіотерапевтичні апарати та пристрої: монографія / Терещенко М.Ф. Тимчик Г. С., Чухраєв М.В. Кравченко А.Ю. - Київ.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. – 184 с.
2. Терещенко М.Ф. Оцінка впливу ультразвукового випромінювання на коагуляцію альбуміну / Терещенко М. Ф., Васько А. П., Чухраєв М.В., Шевченко В.В.//Вісник НТУУ «КПІ»: Серія приладобудування, Вип. 55(1) / 2018, – С.133–138.
3. Терещенко Н. Ф. Исследование параметров воздействия ультразвукового сигнала на биологические структуры / Н. Ф. Терещенко, А. В. Кириллова // Вестник НТУУ «КПИ». Серия Приборостроение, 2011. – №41. – С. 152–161.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ФОРМИРОВАТЕЛЯ ПОЛЯ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

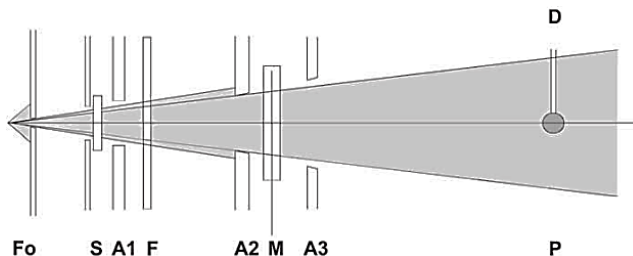
Магистрант гр. 716141 Новиченко А. В.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Шахлевич Г. М.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Все дозиметрические приборы проходят поверку с использованием эталонных средств измерений. К ним относится установка поверочная рентгеновского излучения УПР-АТ300 УП «АТОМТЕХ» [1].

Для снижения вклада рассеянного излучения и повышения точности измерений в ней применяется формирователь поля излучения с набором диафрагм и дистанционно управляемой заслонкой (рис.1). Заслонка должна ослаблять мощность излучения до 0,1% от начальной [2].



F0 – выходное окно рентгеновской трубки; S – заслонка; A1, A2, A3 – диафрагмы; M – ионизационная камера-монитор; D – детектор

Рис. 1. Схематичное изображение формирователя поля излучения

При определении коэффициента пропускания заслонки проводились измерения мощности кермы в воздухе качества излучения со средней энергией 250 кэВ. Ионизационная камера располагалась на оси пучка излучения на расстоянии 1000 мм от фокуса рентгеновской трубки. Для измерения мощности кермы в воздухе использовался эталонный дозиметр ДКС-АТ5350/1 и цилиндрическая ионизационная камера ТМ23361.

Результаты исследований показали, что коэффициент пропускания вольфрамовой заслонки толщиной 13 мм не превышает 0,001%. Обеспечивается нужное перекрытие пучка и управление экспозицией.

Литература

1. Установка поверочная УПР-АТ300 [Эл. ресурс]. – Режим доступа: http://atomtex.com/sites/default/files/catalogue_ru.pdf – Дата доступа: 25.01.2019.

2. Calibration of reference dosimeters for external beam radiotherapy: an international code of practice, Technical reports series № 469. – Vienna: IAEA, 2009.

ПРОЕКТ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОШОКОВЫХ УСТРОЙСТВ

Магистрант Остапенко Б. В.

Кандидат техн. наук, доцент Воробей Р. И.

Белорусский национальный технический университет

В Республику Беларусь поступает большое количество конструктивно сходных с электрошоковыми устройствами (далее – ЭШУ) предметов. Согласно СТБ ГОСТ Р 50940-2002 [1], ЭШУ – гражданское оружие, действие которого основано на генерировании электрических импульсов, выходные параметры которых соответствуют требованиям государственных стандартов и нормам Минздрава Республики Беларусь.

Согласно Закону Республики Беларусь об оружии [2], гражданское оружие – оружие, предназначенное для использования гражданами в целях самообороны, для занятий спортом и охоты. Оборот ЭШУ на территории Беларуси регламентируется указанным законом.

Принципиально важными вопросами экспертизы ЭШУ являются отношение объектов исследования к ЭШУ и измерение их выходных параметров для определения возможности летального эффекта при их применении. Для проведения экспертизы ЭШУ необходимы методические указания по измерению выходных параметров ЭШУ (напряжение искрового разряда, средняя мощность воздействия на нагрузку 1 кОм).

При разработке данных методических указаний решены следующие задачи:

- классификация типов ЭШУ и анализ их конструкции;
- выбор подходящих средств измерений;
- моделирование условий, необходимых для проведения измерений;
- измерение выходных параметров ЭШУ;
- анализ данных, синтез результатов.

Открытой остается проблема, заключающаяся в необходимости привязки результатов измерений выходных параметров ЭШУ к нормам Минздрава Беларуси с целью определения степени их летальности, что невозможно без проведения натурального эксперимента на людях.

Литература

1. Устройства электрошоковые. Общие технические условия: СТБ ГОСТ Р 50940-2002. – Введ. 01.01.2003. – Минск: СТБ – стандарты Госстандарта: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2003. – 16 с.
2. Об оружии : Закон Респ. Беларусь от 13 ноя. 2001 г. № 61-З.

СРАВНЕНИЕ КОМПИЛЯТОРОВ MICROSOFT VISUAL C++ 6 И MICROSOFT VISUAL C++ 17

Студент гр. ПГ-п71 Платов И. М.

Кандидат техн. наук, доцент Павловский А. М.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

На сегодняшний день существует множество C/C++ компиляторов, однако не все из них позволяют полноценно использовать большинство SIMD (англ. Single instruction, multiple data) инструкций [1], ограничиваясь набором команд процессора Intel 80386, который, в свою очередь, базируется на архитектуре Intel-X86. Это связано с тем, что при обновлении версии компилятора разработчики не всегда добавляют в кодогенератор [2] поддержку новых инструкций, тем самым, оставляя совместимость со старыми процессорами, не имеющими новых SIMD расширений.

Также, похожая проблема возникает при выпуске обновленной среды программирования одного и того же производителя, программисты, не желая менять привычный интерфейс, наборы инструментов и библиотек, остаются на более старой версии, таким образом, игнорируя нововведения и понижая эффективность работы. Поэтому в данной работе будет приведено сравнение возможностей компиляторов, входящих в Microsoft Visual C++ 6 (MVC6) и Microsoft Visual C++ 17 (MVC17).

MVC17, в отличие от MVC6, поддерживает генерацию кода с использованием SIMD в автоматическом режиме, также значительно расширились возможности кодогенерации, добавлена возможность анализа и диагностики кода, что в свою очередь ускоряет процесс поиска ошибок в программе. Реализована поддержка юникода, которая решает множество проблем с кодировками.

Проведенные эксперименты по сравнению быстродействия компиляторов MVC6 и MVC17, при выборе одинаковых ключей оптимизации, показали эффективность последнего по качеству кодогенерации приблизительно на 15% за счет автоматического выравнивания данных, таким образом, это подтверждает эффективность и необходимость использования среды Microsoft Visual C++ 17 (по сравнению с MVC6) для решения задач, требующих максимального быстродействия.

Литература

1. Lists of instruction latencies, throughputs and micro-operation breakdowns for Intel, AMD and VIA CPUs. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.agner.org/optimize/instruction_tables.pdf
2. Компиляторы: принципы, технологии и инструментарий = Compilers: Principles, Techniques, and Tools / Альфред В. Ахо та ін. – 2-е изд. – М.: Вильямс, 2008.

ГИРОСКОПИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ

Студент гр. 11312117 Скрипка И. Н.

Кандидат техн. наук, доцент Свистун А. И.,

доктор техн. наук, профессор Гусев О. К.

Белорусский национальный технический университет

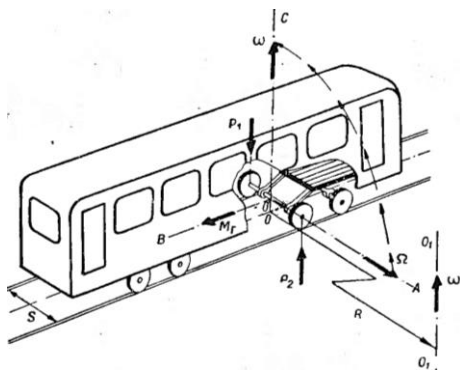
Гирокоспический эффект используется в основе работы разных приборов: гирокомпаса, гирокоспического успокоителя качки корабля, стабилизатора положения ракеты и др. С другой стороны, при наличии в механизмах частей с быстрым вращением гирокоспические силы могут оказывать и вредное влияние.

Так, при движении вагонов на криволинейных участках пути наблюдается более интенсивное изнашивание наружного рельса, т.к. их колёса получают вращение одновременно вокруг двух осей: OA собственного вращения колёс и OC , параллельной оси O_1O_1 . Ось O_1O_1 расположена перпендикулярно к плоскости окружности радиусом R , по которой происходит закругление криволинейного участка железнодорожного пути. Гирокоспический момент M_{Γ} зависит от осевого момента инерции J каждой пары вагонных колёс и от угловых скоростей Ω и ω их вращения вокруг осей OA и OC , соответственно. Момент M_{Γ} будет действовать вокруг продольной оси OB вагона, стремясь совместить ось OA собственного вращения его колёс с осью OC их вынужденного поворота, приподнимая колёса вагона, движущиеся на закруглении пути по внутреннему рельсу.

В результате гирокоспического момента M_{Γ} появятся два разных по величине, но противоположных по направлению усилия P_1 и P_2 . При ширине железнодорожной колеи S указанные усилия

$$P_1 = P_2 = \frac{M_{\Gamma}}{S} = \frac{J\Omega\omega}{S}$$

Усилие P_1 увеличивает давление вагона на наружный, а P_2 уменьшает давление на внутренний рельс. Именно поэтому и происходит более интенсивное изнашивание наружного рельса на криволинейных участках.



УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Студент гр. 11303114 Поводайко А. Д.

Кандидат техн. наук, доцент Тявловский А. К.

Белорусский национальный технический университет

Устройство угла поворота руля относится к области технического обслуживания и оборудования транспортных средств. Информация, полученная от устройства угла поворота руля, используется в работе таких автомобильных систем как: активной подвески, курсовой устойчивости, помощи движению по полосе, электрогидравлического усилителя руля.

Целью данной работы является разработка устройства измерения угла поворота рулевого колеса; разработка структурной и принципиальной схем данного устройства; разработка печатной платы и корпуса устройства.

В ходе работы проведен анализ существующих способов и схем реализации устройства измерения угловых перемещений; обоснован выбор способа построения устройства измерения угловых перемещений, составлено техническое задание на разработку устройства.

Проведено сравнение трех видов датчиков угла поворота руля: потенциометрического, оптического, магниторезистивного. Потенциометрический датчик представляет собой переменный резистор, к которому приложено питающее напряжение, его входной величиной является линейное или угловое перемещение токоъемного контакта, а выходной величиной – напряжение, снимаемое с этого контакта, изменяющееся по величине при изменении его положения. Основными преимуществами такого датчика являются простота конструкции, малые габариты и вес, стабильность характеристик. Недостатки – наличие механического контакта, наличие шумов.

Оптический датчик состоит из кодирующего диска, светодиодов, светочувствительных элементов и блока определения полных оборотов вращения. Свет светодиода посредством световода проецируется на кодирующий диск. В зависимости от положения рулевого колеса больше или меньше света проходит через кодирующий диск на построчную камеру. Этот оптический сигнал принимается построчной камерой и преобразуется в электрический сигнал. Достоинства – высокая разрешающая способность, высокая точность. Недостатки – хрупкость, влияние посторонних веществ.

В магниторезистивных датчиках перемещения используется зависимость электрического сопротивления магниторезистивных пластинок от направления и величины индукции внешнего магнитного поля. Датчик, как правило, состоит из постоянного магнита и электрической схемы, содержащей включённые по мостовой схеме магниторезистивные пластинки (датчики на основе эффекта Холла) и источник постоянного напряжения.

Использование датчиков, построенных на эффекте Холла является наиболее целесообразным так как он дает абсолютный угол поворота, не чувствительны к механическим воздействиям и изменениям окружающей среды, является бесконтактным, что повышает его надежность.

УДК 621.317

УДАЛЕННЫЙ МОДУЛЬ СБОРА ДАННЫХ

Студент гр.11303115 Плытник Е. А.

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

Телеметрические системы предназначены для автоматического сбора, обработки и хранения данных, поступающих с приборов и датчиков, передачи их в центр сбора, хранения, обработки и отображения в удобном для анализа и восприятия виде. Внедрение подобных систем позволяет существенно снизить трудозатраты на выполнение этих задач, сократить потери, вызванные, например, накоплением лишних запасов и ненужной транспортировкой технических жидкостей, расход и наличие которых можно отслеживать удаленно. Неотъемлемой частью таких систем, являются устройства, позволяющие передавать данные с датчиков пользователю удаленно, с использованием беспроводных интерфейсов.

Целью данной работы является поиск и реализация простого и недорогого решения вышеуказанных проблем, на основе широко распространенного и надежного стандарта связи Wi-Fi. В ходе проектирования выполнены: синтез функциональной и принципиальной схемы разрабатываемого устройства на основе технического задания; обоснование выбора элементной базы для функциональных блоков устройства; проектирование и изготовление макета удаленного сбора модуля данных для проверки работоспособности спроектированного устройства удаленного сбора данных.

Макет устройства изготовлен на базе отладочных плат NodeMCU, Arduino UNO R3 и микроконтроллера ATtiny13 с использованием микросхем ESP-12f b и AVR Tiny 13. Устройство способно принимать данные с датчиков, количество которых может достигать 127, по интерфейсу I²C. Данные на базовый блок передаются по интерфейсу Wi-Fi IEEE 802.11b/g/n на расстояние до 40 метров в помещении по протоколу TCP/IP. Доступ к полученным данным осуществляется через интернет-браузер.

Разработан алгоритм работы устройства и отдельных его блоков, описаны алгоритмы подпрограмм, задействованных в основных алгоритмах.

БЛОК ВВОДА УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ

Студент гр.11303116 Полещук П. А.

Ст. преподаватель Владимирова Т. Л.

Белорусский национальный технический университет

Устройство контроля параметра реализует метод контроля по переменной Δ , т.е. разница между двумя параметрами, введенными через заданное время ожидания последующего ввода ($T_{ож}$), не должна превышать задаваемое значение Δ . Разрабатываемый блок ввода должен обеспечить последовательный ввод параметра и бита контроля, который передается после рядов параметра.

При непосредственном запуске устройства разработанный блок ввода обеспечивает подключение к внешней последовательной шине ввода, ввод параметра (как P1) и бита контроля (предыдущий ввод), затем ввод параметра (как P2) и бита контроля через заданное время ожидания (текущий ввод), хранение двух введенных параметров и битов контроля и передачу их операционный блок на анализ на ошибку ввода и определение $\Delta_{расч}$. Далее блок ввода обеспечивает перезапись параметра, сохраненного как P2 в P1 (предыдущее значение) и ввод текущего значения параметра P2 через заданное время $T_{ож}$. Структурная схема блока ввода представлена на рис. 1.

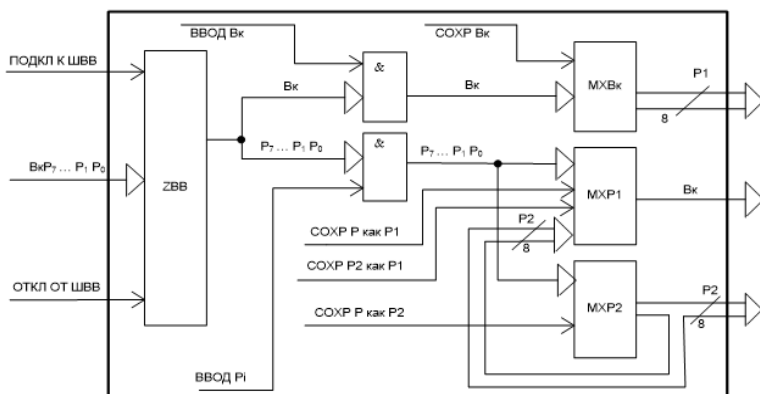


Рис. 1. Блок ввода: ZBB – обеспечивает подключение/отключение от внешней шины ввода; MХP1 и MХP2 – обеспечивают хранение параметра как P1 и P2; MХВк – обеспечивает хранение бита контроля

Выбор элементной базы выполнялся в соответствии со следующими критериями: внешняя среда эксплуатации и критерий выбора семейства ИМС (потребляемая мощность).

Особенностью модуля хранения параметра как P1 является то, что данный модуль должен обеспечивать последовательный ввод при вводе параметра и параллельный ввод при перезаписи параметра из модуля хранения P2, что потребовало схемотехнического решения с помощью триггера, в качестве которого использовался D-триггер включенный в режим работы по установочным входам.

УДК 621

БЛОК ВВОДА

Студент гр.11904116 Гелдиева Селби

Ст. преподаватель Владимирова Т. Л.

Белорусский национальный технический университет

Блок ввода обеспечивает подключение к внешней последовательной шине ввода (ЗС) восьмиразрядных чисел А и В (со старшего разряда), ввод чисел А и В, их хранение, отключение от внешней последовательной шины ввода чисел А и В и передачу их в операционный блок по 8-ми разрядным шинам. Работа блока ввода описывалась в виде алгоритма (рис. 1).

Определены команды обеспечивающие работу блока ввода: «ПОДКЛ К ШВВ» - подключение блока ввода к шине ввода; «ВВОД А7» - «ВВОД А0», «ВВОД В7» - «ВВОД В0» - поразрядный ввод чисел А и В соответственно; «СОХР А», «СОХР В» - сохранение чисел А и В соответственно; «ОТКЛ ОТ ШВВ» - отключение блока ввода от шины ввода.

Разработана функциональная схема блока ввода (рис. 2).

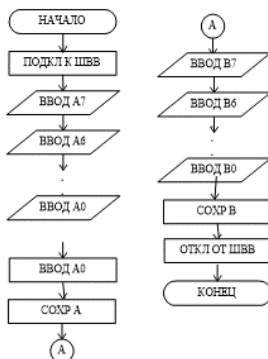


Рис. 1. Алгоритм работы блока ввода

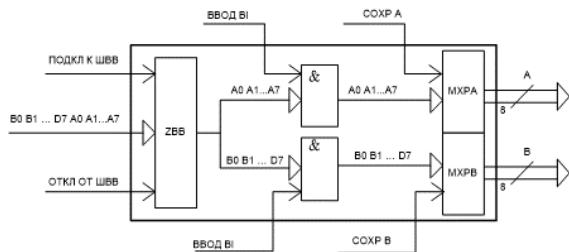


Рис. 2. Функциональная схема блока ввода

Блок ввода включает модуль ZBB, который обеспечивает подключение/отключение от внешней шины ввода; модули МХРА и МХРВ, которые

обеспечивают хранение чисел А и В соответственно, а также комбинационная схема. Выбор элементной базы для реализации блока ввода выполнялся с учетом следующих критериев: внешняя среда эксплуатации и критерий выбора семейства интегральных микросхем.

В качестве внешней среды эксплуатации была выбрана среда «закрытые отапливаемые помещения». Т.к. в настоящее время актуальным является минимизация потребления энергоресурсов, то в качестве второго критерия был выбран критерий «минимальная потребляемая мощность». Для реализации блока ввода выбирались коммерческие ИМС (интегральным микросхемы) семейства МОП.

УДК 621

ИЗМЕРИТЕЛЬ ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Студенты гр. 11303115 Совостьянова А. О., Федоров В. Б.

Кандидат техн. наук, доцент Тявловский К. Л.

Белорусский национальный технический университет

Измеритель линейных перемещений – это аппарат, который предназначен для определения значения линейного перемещения объекта. Любой подобный прибор, вне зависимости от принципа работы, предназначен для осуществления преобразования перемещения в аналоговый или цифровой сигнал. Такой сигнал поступает в блок, питающийся от электросети, а затем в блок срабатывания. Принцип действия влияет на точность измерительных характеристик.

Чаще всего такие приборы просто необходимы в охранных системах для определения наличия объекта перемещения. Аппарат прекрасно улавливает движение в зоне радиуса своего действия, о чём сразу же передает в блок срабатывания. Что касается области применения, то встретить такие аппараты можно и на контрольно-пропускных пунктах, и на промышленных производствах, дома, в квартирах, офисах, на улице, в магазинах и так далее.

Подобные приборы имеют колоссальное количество практических применений в самых разнообразных областях, поэтому существует множество классов датчиков перемещения, которые различаются по принципу действия, точности, цене и прочим параметрам. В качестве датчика выбран индуктивный датчик перемещения, так как датчики этого типа отличаются высокой точностью, при незначительных габаритах. Индукционные датчики контроля способны проводить измерения дистанционно.

Целью работы является проектирование измерителя линейных перемещений на базе микроконтроллера. Данный прибор позволит пользователю определить величину линейного перемещения какого-либо объекта.

В процессе выполнения работы произведен анализ цели устройства и выбор основных компонентов. Обоснован выбор индуктивного датчика серии RM с преобразователем сигналов КАВ, выбор микроконтроллера STM32F103C8T6 и программной платы ARM Cortex-3. Выбран жидкокристаллический индикатор LCD 1602 и представлена схема его подключения к программной плате.

Выполнен алгоритм работы измерителя линейных перемещений с индуктивным датчиком и описана последовательность его работы. Разработаны функциональная и принципиальная схемы, осуществлен выбор элементной базы, код программы устройства.

Спроектированный измеритель линейных перемещений с индуктивным датчиком может использоваться для выполнения измерений от 0 до 100 мм с погрешностью измерения не более 1 %.

УДК 681.2.08

ЦИФРОВОЙ РЕГИСТРАТОР ТЕМПЕРАТУРЫ

Студенты гр. 11312115 Тихоновец Е. С., Беспалая М. А.

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

Белорусский национальный технический университет

Актуальность работы связана с непрерывным научно-техническим развитием техники контроля, в связи с чем появляется необходимость разработки нового поколения устройств для более тщательного контроля и соблюдения температурного режима в помещениях.

Целью данной работы является проектирование цифрового самописца-регистратора для использования в научно-исследовательских, лабораторных и промышленных целях.

В ходе выполнения работы разработан алгоритм работы устройства, его функциональная и принципиальная схемы, выбрана элементная база цифрового самописца, проведен синтез принципиальной схемы. В качестве микроконтроллера обоснован выбор 8-ми разрядного микроконтроллера Atmega32, который позволяет получать данные с датчика температуры, записывать информацию на карту памяти и одновременно отображать информацию на экране. Измерение температуры производится с помощью цифрового датчика температуры DS18B20 со встроенным АЦП и цифровым выходом с интерфейсом 1-Wire, позволяющим измерять температуру от -30°C до $+30^{\circ}\text{C}$, и погрешность $0,1^{\circ}\text{C}$ благодаря лазерной корректировке параметров элементов датчика до его сборки. В качестве индикатора используется светодиодный 4-х разрядный семисегментный индикатор BQ-M51DRD. Регистратор предусматривает возможность передачи информа-

ции на ПК с помощью интерфейса USB 2.0. Так как у используемого микроконтроллера нет возможности непосредственной работы с USB портом, используется адаптер согласования, встроенного UART адаптера в микроконтроллер с USB портом с помощью микросхемы FT232RL.

В результате выполнения работы спроектирован цифровой самописец температуры с возможностью регистрации температуры и одновременно визуального наблюдения на индикаторе значений температуры. Результаты измерений записываются на карту памяти. Регистрация температуры в памяти устройства происходит с интервалом от 1 до 30 минут с погрешностью не более 0,1 °С. При непопадании температуры в определённый диапазон, заданный двумя пороговыми значениями температуры внутри диапазона измерения, устройство выдаёт сигнал предупреждения. Питание устройства осуществляется от сети 230 В ± 10%.

УДК 621.396

АВТОНОМНАЯ МЕТЕОСТАНЦИЯ

Студент гр.11303115 Плытник Е. А.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет



Рис. 1. Метеостанция

Повышение точности метеорологических прогнозов невозможно без постоянного контроля состояния атмосферы. С развитием цифровой схемотехники появилась возможность разработки автономных устройств контроля параметров окружающей среды.

Целью данной работы является разработка конструкции автономной метеостанции, выполняющей циклическую регистрацию метеорологических параметров и обеспечивающих оперативную корректировку прогнозных показателей.

В ходе выполнения работы были приняты следующие технические решения: энергонезависимость устройства обеспечивается установкой солнечной батареи; корпусные детали должны изготавливаться из АБС-пластика с повышенным светоотражением и антистатическими свойствами для соблюдения метеорологических норм измерения контролируемых параметров; использование металлических резьбовых, заформованных в корпус при его изготовлении, позволяющих увеличить усилие затяжки уплотнительного

элемента, гарантирующего герметизацию внутреннего объёма корпуса. Для обеспечения ремонтпригодности конструкции корпус выполнен разъёмным. Герметизации устройства обеспечивается уплотнительной прокладкой из резиновой смеси марки К-1287-3. Произведены расчёты усилия затяжки уплотнительного элемента. Усилие затяжки составляет $R_{сж}=900$ Н. Рассчитан минимально допустимый диаметр винтов, необходимых для обеспечения требуемой силы сжатия уплотнителя - $M5 \times 0,8 \times 35$ ГОСТ 1580-2013. Согласно расчётам вибропрочность печатной платы обеспечивает её эксплуатацию при частоте $f = 50$ Гц и перегрузке не более $6g$.

При помощи САПР SolidWorks разработана твердотельная модель люксметра (рис.1), сборочный чертёж и рабочие чертежи деталей конструкции.

УДК 331.45

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ КОРРОЗИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ МЕТАЛОКОНСТРУКЦИЙ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Студент гр. 11312114 Рудницкий Д. А., студент гр. 11312115 Беспалая М. А.
Ст. преподаватель Куклицкая А. Г.

Белорусский национальный технический университет

Грузоподъемные краны являются неотъемлемой частью любого предприятия во всех областях промышленности и используются для выполнения различных операций как на открытых площадках, так и в помещениях с различной агрессивностью среды. Естественно, при эксплуатации в агрессивных средах и под воздействием атмосферных осадков их металлоконструкции подвержены коррозии.

Для контроля металлоконструкций на наличие коррозионных повреждений наиболее широко применяют методы ультразвукового контроля (УЗК). УЗК может проводиться как точно, так и покрывать значительные площади, что возможно благодаря устройствам различной степени механизации. Самые распространённые приборы ультразвукового контроля, применяемые для обнаружения повреждений металла коррозией – это УЗ толщиномеры и дефектоскопы.

Принцип ультразвуковой толщинометрии основан на измерении времени прохождения ультразвукового импульса в изделии и умножении измеренного времени на коэффициент, учитывающий скорость звука в материале изделия.

Такой принцип измерения остаточной толщины металлоконструкций реализуется УЗ толщиномером БУЛАТ-1М. Рекомендуемая методика применения УЗ толщиномера приводится в ГОСТ Р ИСО 16809-2015.

АППРОКСИМАЦИЯ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ МЕТОДОМ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ

Коменчук И. Е.

Кандидат техн. наук, доцент Цыбульник С. А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

Для решения многих задач, связанных с мониторингом и диагностикой сложных строительных и инженерных объектов, очень часто используются регрессионные методики аппроксимации данных измерений. Выбор оптимальной аналитической зависимости для описания реальных данных в большинстве случаев является непростой задачей. Особенно эти проблемы характерны для нелинейных степенных и показательных, аperiodических и квазипериодических колебательных и других сложных видов функций.

Необходимость использования аппроксимации достаточно часто встает перед исследователями и инженерами в различных областях науки и техники. Основными задачами аппроксимации данных в системах мониторинга являются: нахождение математического описания для дискретных данных, то есть установление зависимости между измеренным отсчетами сигналов для дальнейшего прогнозирования возможных значений измеренной величины в будущем; восстановление утраченных данных при передаче сигналов из-за наличия сопротивления в электрическом проводе или потере пакетов при передаче через оптические линии связи; восстановление исходных данных в процессе кодирования и декодирования сигналов; распознавание изображений и их улучшение; восстановления при архивации и сжатии данных.

Интерполяция же чаще всего используется в технических системах для распознавания образов и улучшения их качества. Однако использование интерполяции также не лишено своих недостатков, связанных с плохим приближением за накопления ошибок в процессе вычислений при большом количестве узлов интерполяции. Достаточно широко в последнее время стали использоваться нейронные сети, но в диагностических системах они чаще всего выступают в роли классификаторов состояния объекта, а не аппроксиматорами.

В данной работе было проведено усовершенствование метода наименьших квадратов для возможности аппроксимации колебательных (периодических и непериодических) процессов. Предложено проводить разбиение сигнала на отдельные сегменты одинаковой длины, аппроксимировать каждый сегмент по отдельности и снова объединить аппроксимированные сегменты в единый сигнал. Из-за наличия на стыках сегментов перепадов,

которые приводят к увеличению ошибок аппроксимации предложен алгоритм сглаживания. Также для разбиения на сегменты одинаковой длины введена предварительная интерполяция сигнала полиномами Лагранжа. Показана эффективность применения разработанного алгоритма для простых колебательных процессов.

УДК 621.396

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ

Студент гр.11303115 Плытник Е. А.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Разработка современных конструкций электронной невозможна без компьютерного моделирования при помощи CAD/ CAE/ CAM систем автоматизированного проектирования. Их применение позволяет осуществлять компьютерную симуляцию процессов, проходящих в аппаратуре, определять ориентировочную прочность и жёсткость конструкций, производить оптимизацию выбора материалов разрабатываемых конструкций.

Цель данной работы исследование напряжённо-деформированного состояния конструкций, в зависимости от вида конструкционного материала и оптимизации массогабаритных параметров разрабатываемых устройств.

Компьютерная симуляция эксплуатационных нагрузок выполнялась при помощи модуля Simulation CAEP SolidWorks. Выбор материала корпуса осуществлялась анализом величины эквивалентных напряжений, деформаций и перемещений при эксплуатационных нагрузках (рис.1). Исследованы три разновидности АБС-пластика НТГ и установлена оптимальная марка конструкционного полимера с минимальными напряжениями при распределённой нагрузке 100 Н.

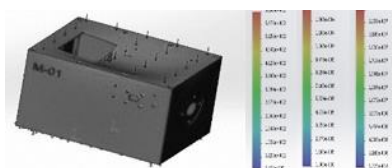


Рис. 1. Исследования прочности корпуса метеостанции

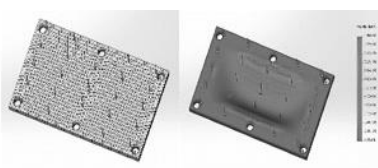


Рис. 2. Исследование прочности печатной платы

Разработана параметрическая модель печатной платы (рис. 2), что позволяет изменением одного геометрического параметра осуществлять автоматическое перестроение геометрии всей детали. Печатная плата исследована при воздействии распределённого давления 10 Н и фиксации

платы опиранием по всему контуру (рис. 2). Установлено, что стеклотекстолит толщиной 1,5 мм обеспечит печатному узлу достаточную прочность.

Таким образом, установлено, что компьютерное исследования механических параметров разрабатываемой конструкции существенно упрощает оптимизацию конструктивных решений.

УДК 681.38

СИНТЕЗ АСИНХРОННЫХ ТРИГГЕРОВ НА ВИСТАБИЛЬНЫХ ЯЧЕЙКАХ неRнеS НЕ ИМЕЮЩИХ ЗАПРЕЩЕННОЙ КОМБИНАЦИИ ВЫХОДНЫХ СИГНАЛОВ

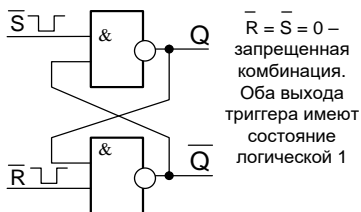
Студент гр. 11312115 Тихоновец Е. С.

Ст. преподаватель Владимирова Т. Л.

Белорусский национальный технический университет

Целью работы являлось получение логических выражений, описывающих входы неR, неS триггера, которые при подаче на данные входы двух активных сигналов исключали бы запрещенную комбинацию триггера (триггер остается в состоянии хранения предыдущего значения).

Были введены следующие условные обозначения: t -момент времени действия входных сигналов R и S, $t+1$ – момент времени, когда запрещенная комбинация исключена. Активность сигналов на входе S и R были описаны в виде таблиц 1 и 2 истинности приведенных ниже.



Бистабильная ячейка неRнеS

Таблица 1

S ^t	R ^t	R ^{t+1}	Примечания
0	0	0	R ^{t+1} - неактивен
1	0	0	
1	1	0	
0	1	1	R ^{t+1} - активен

Таблица 2

S ^t	R ^t	S ^{t+1}	Примечания
0	0	0	S ^{t+1} - неактивен
0	1	0	
1	1	0	
1	0	1	S ^{t+1} - активен

По таблицам 1 и 2 были написаны логические выражения описывающие входы S^{t+1} и R^{t+1}, тогда

$$S^{t+1} = S^t * \bar{R}^t \quad (1)$$

$$R^{t+1} = \bar{S}^t * R^t \quad (2)$$

Для бистабильной ячейки неRнеS логические выражения были приведены к базису И-НЕ с использованием правила двойственности [1]:

$$\bar{S}^{t+1} = \bar{S}^t * \bar{R}^t \quad (3)$$

$$\bar{R}^{t+1} = \bar{S}^t * R^t \quad (4)$$

Схемотехническое решение триггера на бистабильной ячейке неRneS, который при подаче на его входы одновременно двух активных (0) или двух неактивных (1) сигналов хранит свое предыдущее состояние приведено на рис. 1.

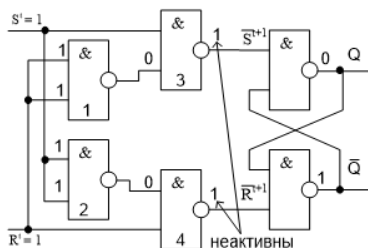


Рис. 1. Триггер на бистабильной ячейке неRneS

Начальное состояние триггера (момент времени t) – соответствует уровню логического 0 ($Q = 0$). На входы R^t и S^t подаются два активных сигнала уровня логической 1.

Логическое выражение 3 реализовано на логических элементах (ЛЭ) 1 и 3. Логическое выражение 4 реализовано на ЛЭ 2 и 4.

Из схемотехнического решения видно, что на выходах ЛЭ 3 и 4 получаются уровни логической 1, т.к. на выходах ЛЭ 1 и 2 – логический 0.

Таким образом, на входы бистабильной ячейки неRneS (выходы ЛЭ 3 и 4) поступают сигналы уровня логической 1, что соответствует комбинации хранения для триггера неSneR (состояние 0 для примера).

Работа приведенных схем была проверена на макетах.

Литература

1. Зуйков, И. Е. Электроника. Цифровая электроника: методическое пособие для студентов заочной формы обучения специальности 1-38 02 03 «Техническое обеспечение безопасности» / И. Е. Зуйков, Т. Л. Владимировна, Н. В. Кондратюк. – Минск : БНТУ, 2011. – 242 с.

УДК 691

МАЯТНИКОВЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ КОНТАКТНОЙ АДГЕЗИИ

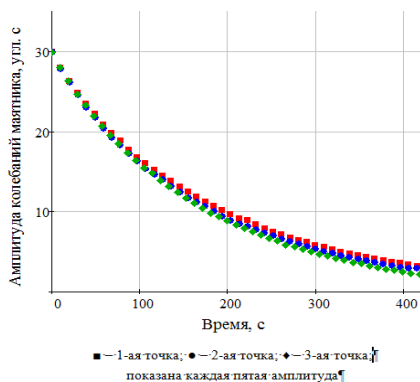
Магистрант гр. 51315018 Шевченко С. А.

Доктор техн. наук, профессор Джилавдари И. З.

Белорусский национальный технический университет

Маятниковый метод является одним из самых чувствительных методов измерения трения качения. Существует стандартизированный маятниковый

метод, однако область его применения ограничена областью линейных затуханий амплитуды. В работе [1] предложен маятниковый метод определения коэффициента сопротивления качению, для любых законов затухания амплитуды колебаний маятника. Так же в [2] предполагают наличие момента трогания, обусловленного работой сил адгезии на отрыв и предложен метод определения поверхностной плотности работы адгезии на отрыв.



Однако в конструкции, описанной в [1, 2], маятник имеет две опоры качения, что ограничивает выбор возможных пар материалов и способов их обработки. В связи с этим была предложена новая конструкция маятника с опорой на один шарик.

Результаты измерения амплитуды колебания от времени для пары стекло К8-корунд в 3 точках представлены на рисунке 1. Поверхностная плотность работы адгезии на отрыв лежит в диапазоне от 0,8 до 1,4, мДж/м², что совпадает по порядку величин с приведенными в литературе [2].

Литература

1. Джилавдари, И.З. Методика и средство измерения малых коэффициентов сопротивления качению маятниковым методом / И.З. Джилавдари, Н.Н. Ризноокая // Метрология и приборостроение. – 2010. – №4. – С. 13–17.
2. Gilavdary, I. A new theory on pure pre-rolling resistance through pendulum oscillations / I. Gilavdary, S. Mekid, N. Riznookaya // Proc IMechE Part J: Journal of Engineering / tribology. – 2013. – June, vol.227(6). – P. 618-628.

УДК 621

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ЖИЛОМ ПОМЕЩЕНИИ ПРИ ПОЖАРЕ

Студент гр. 11301116 Шавела Е. Ю.

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

Белорусский национальный технический университет

Вопросы воздействия опасных факторов пожара на человека в жилище продолжают интересовать исследователей до настоящего времени [1]. Авторы указанной работы выполнили расчет дробной эффективной дозы (FED) для высоты расположения контрольной точки 0,9м, что соответствует

человеку в положении полусидя. Рост температуры наблюдался через две минуты после начала пожара.

Нами для измерения температуры воздуха применялись термодатчики С2000-ИП-03 с погрешностью измерения $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$. Термодатчики располагались на высоте 2,8 м, 1,5 м и 0,5 м. Макет мягкой мебели, моделирующий пожар размещается на высоте 0,4 – 0,5 м от пола. Установлено, что рост температуры наблюдался (рис. 1.), начиная с 55 с на высоте 2,8 м, с 80 с на 1,5 м и с 100 с на 0,5 м.

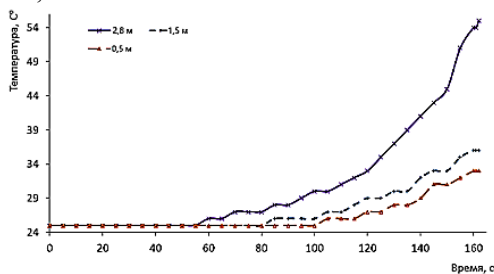


Рис. 1. Изменения температуры в помещении на разной высоте от пола при пламенном пожаре

На рисунке виден рост температуры на высоте 2,8 м с прямолинейным участком от 120 секунд до 150 секунд и дальнейшим резким ростом. Изменение температуры на высотах 1,5 м и 0,5 м было меньше и выглядело скачкообразно.

Был произведен расчет FED, которая составила 0,128. В результате можно сделать вывод, что полученные температуры не могут нанести существенного вреда человеку.

Литература

1. Traina N. 2017 Occupant Tenability in Single Family Homes_Part I-Impact of Structure Type, Fire Location and Interior Doors Prior to Fire Department Arrival.

УДК 681.2

УСТРОЙСТВО СТАБИЛИЗАЦИИ ЯРКОСТИ ИСТОЧНИКА ОСВЕЩЕНИЯ

Студент гр. 11312115 Шлеведа Ю. В.

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

Белорусский национальный технический университет

Свет обеспечивает связь организма с внешней средой, обладает высоким биологическим и тонизирующим действием. Источники освещения с нормированной яркостью используются в различных измерительных приборах и технологических установках.

В современных условиях часто требуется устанавливать и поддерживать яркость источников света на определенном уровне для выполнения каких-либо задач. Наиболее простым способом выполнения этой задачи это выполнение схемы регулятора с использованием микроконтроллера. Микроконтроллеры позволяют использовать меньшее число типов элементов в разработках, т.к. практически всё можно реализовать программными средствами.

Задачей является проектирование устройства стабилизации яркости источника освещения с галогенными лампами на базе микроконтроллера. Разработанная схема устройства позволяет пользователю регулировать и устанавливать нужное ему значение яркости в двух независимых каналах управления, обеспечена гальваническая развязка от питающей сети по цепям управления и детектора нуля сетевого напряжения. Устройство имеет защиту от короткого замыкания и повышения сетевого напряжения

В ходе работы обоснован выбор способа регулирования яркости освещения путём изменения средней мощности источника с использованием фазоимпульсного метода регулирования. Разработана функциональная и принципиальная схемы стабилизатора яркости, обосновано выполнение схемы на микроконтроллере Atmega328P, датчиком уровня освещения выбран фоторезистор GL3516. Микроконтроллер формирует необходимые временные задержки для управления фазой включения симисторов, обеспечивает ручной и автоматический режим регулирования яркости независимо по двум каналам. Примененные симисторы позволяют использовать осветители с мощностью до 1000 Вт в каждом канале.

При использовании галогеновых осветителей мощностью 300 Вт на расстоянии до 2 метров от рабочей поверхности обеспечивается регулировка стабильной яркости в диапазоне 500-700 Лм с погрешностью менее 1 Лм.

УДК 621.3.087.3

РАБОЧИЕ ОЧКИ С ПРОЕКЦИОННЫМ ЭКРАНОМ

Студент гр. ПГ-пб1 Шмидко В. И.

Кандидат техн. наук, доцент Павловский А. М.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

При выполнении монтажных, пуско-наладочных или ремонтных работ специалист получает необходимую техническую информацию с датчиков, экранов и индикаторов приборов, которые не сгруппированы в одну систему. В процессе работы специалист вынужден контролировать сразу несколько важных аспектов: положение узлов, инструментов и агрегатов, а также показания приборов, что рассеивает его внимание и снижает эффективность труда.

Так же это может привести к травмам и несчастным случаям на производстве. Таким образом, целью работы является создание носимой оптической системы, с удобным выводом информации на экран перед глазами.

Предлагаемый прибор представляет собой программируемую систему, которая позволяет сгруппировать данные с различных приборов на одном экране. Принцип работы оптической системы (рис.1) следующий: OLED-дисплей (1) получает информацию с микроконтроллера и выводит контрастное монохромное изображение на зеркало (2), которое отражает изображение на прозрачный рефлектор, выполненный из оргстекла (3).

Готовый прибор крепится на оправу защитных очков, которые специалисты надевают в процессе работы. При реализации системы был использован OLED-дисплей с диагональю 0.66 дюйма, что дало возможность вывести 6 строк по 20 символов с достаточным для идентификации информации контрастом. Т.к. информация выводится в виде проекции на защитную линзу рабочих очков, она не закрывает обзор специалисту.

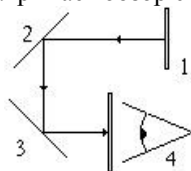


Рис. 1. Устройство оптической системы: 1 – OLED-дисплей; 2 – зеркальная поверхность; 3 – рефлектор; 4 – глаз человека в очках

Возможность подключения беспроводных передатчиков позволяют сделать очки автономными, компактными, убрать провода и считывать информацию от приборов с помощью Bluetooth или Wi-Fi на больших расстояниях.

Использование рабочих очков с проекционным экраном повысит скорость работы специалиста, снизит время выполнения операций и уменьшит количество травм на производстве.

УДК 620.179.16

КОНТРОЛЬ СТЫКОВЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ДЕФЕКТОСКОПОМ НА ФАЗИРОВАННЫХ РЕШЕТКАХ

Студент гр.1131114 Белоусова Е. И.

Ст. преподаватель Куклицкая А. Г.

Белорусский национальный технический университет

В процессе образования сварного соединения в металле шва в области термического воздействия могут возникать различные дефекты, приводящие

к снижению прочности, надежности, точности, а также ухудшению внешнего вида изделия. Одним из способов повышения качества и надежности продукции разных отраслей промышленности является неразрушающий контроль качества.

Целью работы являлась разработка методики контроля сварных соединений ультразвуковым дефектоскопом на фазированных решетках.

Ультразвуковая дефектоскопия сварных соединений, обладает высокой чувствительностью к дефектам типа трещин и непроваров, большой производительностью, возможностью производить контроль непосредственно на рабочих местах без нарушения технологического процесса, низкой стоимостью контроля. В качестве технического средства для проведения контроля выбран ультразвуковой дефектоскоп Phasor XS (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид ультразвукового дефектоскопа Phasor XS

Использование данного дефектоскопа обеспечивает большой охват площади контролируемой поверхности, быстрое получение результатов; большое количество информации от одного скана детали; экономия затрат, благодаря снижению времени, необходимого для оценки показаний при использовании нескольких углов ввода луча.

В результате проведенной работы была разработана методика контроля сварных соединений ультразвуковым дефектоскопом на фазированных решетках Phasor XS, включающая этапы подготовки объекта контроля (защитки, нанесения смазки), сканирование, запись изображения в память.

УДК 681.518.54

РАДИОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КОЛЬЦЕВЫХ СТЫКОВЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГАЗОПРОВОДОВ ПРИ МОНТАЖЕ

Студент гр. 11312114 Василевич В. В.

Ст. преподаватель Куклицкая А. Г.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является разработка методики контроля стыковых сварных соединений с использованием рентгеновского аппарата и радиографической пленки.

Задачи, которые ставятся при разработки методики контроля:

- анализ существующих методов контроля сварных соединений газопроводов;
- определение схемы контроля сварных соединений в процессе монтажа;
- обоснование предполагаемого использования и анализ прибора для рентгенографического контроля;
- исследование сварных соединений газопроводов и определение критических дефектов сварных соединений;
- обнаружения внутренних и поверхностных (снаружи и изнутри трубы) дефектов кольцевого сварного соединения, также определения их размеров;
- расчет экспозиционной дозы;
- оценка качества кольцевых сварных соединений при радиографическом контроле в зависимости от предела текучести основного металла труб;
- оценка допустимости дефектов по нормам и оценка качества шва (допуск к дальнейшей эксплуатации, либо требуется вырезка или ремонт).



Рис. 1. Рентгеновский аппарат Eresco 200 MF4-R

В ходе работы была разработана методика контроля стыковых сварных соединений с использованием рентгеновского аппарата Eresco 200 MF4-R (рис. 1.)

УДК 621.317.799:621.382

ALGORITHM OF SETTING THE CONFIGURATION OF THE CLOSED LOOPS OF THE MATRIX SWITCH

Student (magister) Tsedik V. A.¹

Lisenkov B. N.², PhD, Assoc. prof. Shaklevich G. M.¹

¹Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,

²Public Joint Stock Company «MNIPI», Belarus, Minsk

A matrix switch connects the electrodes of a semiconductor device (SD) with the proper inputs and outputs of the testing system. Bridging the commutation matrix points provides the connection of the measuring devices to the SD electrodes for the time of the test of the programmed sequence. Consider that these measurements are time consuming and expensive, speeding up the preparation of an automated measuring complex for carrying out measurements is very important.

The using of the matrix switch with the IPPP-1 meter, which contains 1-4 meter-sources (MS), allows to automate the measurement of SD parameters,

thanks to the use of a personal computer (PC), which is a part of the IPPP-1 and can be used to control switchboard.

The algorithm for the configuring of the closed loops of the matrix switch includes the following operations:

1. The installation of the SD type, according to which the measuring circuit of the selected test is showed on the (AIK) display.
2. Specifying of the names of the testing object loops.
3. Setting the switch ports to which these loops are connected.

Till the present time, the information about the testing ports of the switch to which the loops of the selected object are connected was not indicated on the measurement circuits, because the meter and the switch were two independent devices. The proposed algorithm does not require the compilation and the following analysis of the measuring circuits of the formed test to determine the switch loops that should be closed. That increase the efficiency of the formation of the tests when programming (AIC) and significantly simplifies the conception of the switch.

The algorithm also includes the specifying of the type of the test and measure the signals for each SD electrode and installing, in an arbitrary order, the essential parameters of the formed test, corresponding to each of the electrodes of the testing object according to the measurement circuit on the (AIK) display.

УДК 681

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ ПРИ УПРУГОМ КОНТАКТЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Студент гр. 11312116 Касьмин В. Ю.

Доктор техн. наук, профессор Джилавдари И. З.

Белорусский национальный технический университет



Физический маятник с опорой качения, совершающий свободные затухающие колебания, широко используется при исследованиях трения качения [1, 2]. Однако использование маятника с опорой на два шарика имеет существенный недостаток: требуется два идентичных шарика и два идентичных образца.

Целью данной работы является разработать модель устройства для измерения параметров трения качения маятниковым методом с опорой на один шарик.

К данному устройству предъявляется ряд требований: немагнитные материалы; механический подвод образца к маятнику; оптическая система съема информации, на расстоянии 200 мм.

В результате была разработана модель, представленная на рисунке. В состав данного устройства входят:

1. Маятник;
2. Стойки, для установки начального положения маятника;
3. Устройство подвода исследуемого объекта;
4. Оптическая система съема информации.

Литература

1. Пинегин, С. В. Трение качения в машинах и приборах/ С. В. Пинегин. – М.:Машиностроение, 1976. – 312 с.
2. Карасик, И.И. Методы трибологических испытаний в национальных стандартах стран мира/ И. И. Карасик. – М.: Наука и техника, 1999. – 373с.

УДК 681

КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ ТРУБ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Студент гр.11312114 Ляшук К. С.

Кандидат техн. наук, доцент Ризноокая Н. Н.

Белорусский национальный технический университет

В процессе сварки труб в металле шва и околошовной зоне могут возникать различные отклонения от установленных норм и технических требований, приводящие к ухудшению работоспособности сварных конструкций, снижению их эксплуатационной надежности, ухудшению внешнего вида изделия. Такие отклонения называют дефектами.

Метод рентгенографии – это получение фиксированных изображений объекта в спектре рентгеновского излучения на чувствительном к нему материале (рентгеновская фотопленка). Преимуществом метода является небольшая лучевая нагрузка, высокое качество изображения.



При рентгенографии пучок рентгеновского излучения направляют на исследуемый объект. Излучение, прошедшее через него, попадает на пленку. Рентгеновская пленка обладает чувствительностью не только к рентгеновскому излучению, но и к видимому свету. Поэтому ее вкладывают в кассету,

предохраняющую от видимого света, но пропускающую рентгеновское излучение. Изображение на пленке становится видимым после обработки (проявление+фиксирование).

Рентгенографический контроль производят с целью выявления внутренних дефектов, к примеру, шлаковых включений, газовых пор, микротрещин, непроваров, вольфрамовых, окисных и других включений, подрезов и усадочных раковин.

УДК 621.396 (024)

УСТРОЙСТВО ЛАЗЕРНОГО И ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ОТВЕРСТИЙ

Новицкий А. А.¹

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Шахлевич Г. М.²

¹ООО «РИФТЭК», г. Минск

²Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Устройство предназначено для бесконтактного измерения внутреннего диаметра стволов, цилиндрических и конических труб, отверстий статоров шнековых насосов и др.

Работа устройства основана на принципе триангуляции [1]. Прибор размещается и центрируется внутри отверстия и последовательно перемещается в требуемые позиции контроля. Калиброванные лазерные датчики [2, 3] измеряют расстояние до поверхности отверстия. Встроенное программное обеспечение обрабатывает полученные данные.

Система содержит 2-4 точечных лазерных триангуляционных датчика, расположенных по окружности корпуса измерительной головки, видеокамеру, осуществляющую визуальный контроль дефектов поверхности, систему центрирования (рис. 1).

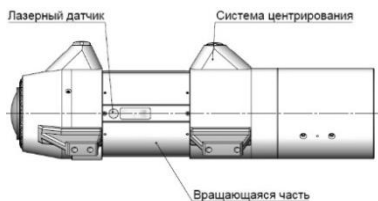


Рис. 1. Внешний вид устройства

Рис. 2. 3D-модель отверстия

Основные характеристики:

- диапазон измерений диаметра от 30 мм с точностью ± 2 мкм;
- определение овальности и ухода оси, наличия дефектов поверхности;

– построение 3D-модели поверхности (рис. 2).

Литература

4. Скворцов, А.В. Триангуляция Делоне и её применение. – Томск: изд-во Том. Ун-та, 2002.– 128 с.
2. Новицкий, А.А. Оптико-электронные приборы для измерений формы и размеров / Новицкий А.А., Шахлевич Г.М. // Приборостроение-2016: материалы 9-й Междунар. НТК, Минск, 23–25 нояб. 2016 г. БНТУ, 2016. – с. 352-353.
5. www.riftek.com.

УДК 621.316

ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ОТ ВЫСШИХ ГАРМОНИК В ТРАНСФОРМАТОРАХ

Тарарай А. О., Ермолинская Л. Э.

Кандидат техн. наук, доцент Суходолов Ю. В.

Белорусский национальный технический университет

Потери от высших гармоник в магнитопроводе трансформаторов являются наиболее трудноопределимыми из остальных определяемых потерь.

Существует два наиболее известных метода. Один из них графический и заключается в измерении площади петли гистерезиса. Другой заключается в измерении активной мощности и коэффициента гармоник. Однако, он построен на предположении, что в трансформаторе отсутствуют активные потери, что приводит к достаточно значительным погрешностям измерений.

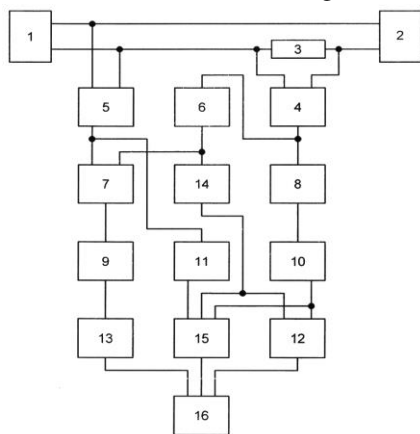
Необходимо при определении потерь от высших гармоник учитывать фазовые соотношения между гармониками и корректировать результат исходя из величин начальных фаз. Для этого целесообразно реализовать сле-

дующее уравнение измерительного преобразования:

$$P_{BG} = P_1 \sum_{n=2}^m K_{i(2n-1)}^2 K_{\psi(2n-1)},$$

где m – количество высших гармонических составляющих тока, обеспечивающее заданную точность определения P_{BG} .

Индекс $(2n-1)$ при $n=2,3,\dots$ означает, что в составе тока имеются только нечетные гармонические составляющие (3,5,7 и т.д.).



Прибор, реализующий измерения потерь содержит источник синусоидального напряжения 1, анализируемую нелинейную электромагнитную нагрузку 2, активное сопротивление (датчик тока) 3, устройства гальванической развязки 4 и 5, избирательные устройства 6 и 8, устройство умножения 7, интегратор 9, аналого-цифровые преобразователи (АЦП) 10, 11, 13 и 14, устройство определения коэффициента высшей гармонической составляющей тока 12, устройство определения коэффициента фазы высшей гармонической составляющей тока 15, устройство вычисления 16.

Литература

1. Способ определения активной мощности высших гармонических составляющих тока, протекающего через нелинейную электромагнитную нагрузку // Патент Беларуси №20121395. 2012. / Суходолов Ю.В., Чумаков С.А., Крученок Л.П.

2. Способ измерения потерь энергии от высших гармоник намагничивающего тока // Патент Союза ССР №2172333. 1975 / Дель Г.В., Осипов М.О., Суходолов В.П.

УДК 681.7

ВАРИООБЪЕКТИВ АВИАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Студент гр. 11312114 Свищ А. А.¹

Кандидат техн. наук, доцент Ризноокая Н. Н.¹,
инженер-конструктор Берхин Е. В.²

¹Белорусский национальный технический университет

²ОАО «ПЕЛЕНГ»

Вариообъектив – объектив, фокусное расстояние которого может изменяться ступенчато или плавно. Такие объективы получили широкое применение в различных отраслях приборостроения, в том числе в авиационных системах зрения.

Задачей работы является разработка каркаса вариообъектива со следующими техническими требованиями:

- габариты вариообъектива каркаса должны быть минимальными;
- масса вариообъектива в оправе вместе с механизмами перемещения подвижных компонентов не должна превышать 0,5 кг;
- конструкция вариообъектива должна содержать автоматизированный привод с механизмами для перемещения одного или нескольких его оптических компонентов вдоль оптической оси.

В результате проделанной работы был сконструирован каркас вариообъектива авиационной системы технического зрения (рис. 1).

Каркас имеет следующие габаритные размеры: длина – 178 мм; ширина – 80 мм; высота – 63 мм.

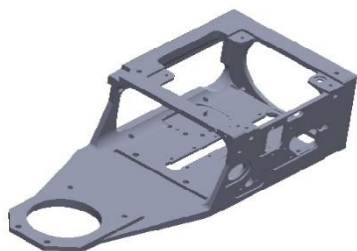


Рис. 1. Каркас вариообъектива

САС-1-50 ОСТ 190048-90. Данный сплав применяется для изготовления деталей высокоточных приборов в системах воздушной ориентации.

Технические требования в процессе конструирования были выполнены полностью.

Данные размеры не являются окончательными и могут меняться в процессе проектирования других деталей.

Каркас предназначен для размещения, крепления, перемещения вдоль оптической оси и юстировки набора оптических линз и охлаждающей инфракрасной матрицы.

В качестве материала для изготовления каркаса выбран сплав

УДК 681.1.08

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВИЗОРОВ, СОВМЕЩЕННЫХ С БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ, В НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ

Студент гр. 11312114 Свищ А. А.¹

Кандидат техн. наук, доцент Ризноокая Н. Н.¹,
инженер-конструктор Берхин Е. В.²

¹Белорусский национальный технический университет

²ОАО «ПЕЛЕНГ»

В настоящее время тепловизионный контроль является наиболее перспективным видом контроля объектов, для которых характерно инфракрасное излучение.

Целью работы являлась оценка целесообразности использования тепловизоров, совмещенных с беспилотными летательными аппаратами в неразрушающем контроле.

Беспилотные тепловизионные системы обладают следующими преимуществами:

- без риска для работников проверить утечку тепла через стены и кровлю промышленных зданий и сооружений;
- возможность проведения проверок электрических подстанций с работающим оборудованием;
- проведение контроля линий высокого напряжения, расположенных в труднодоступных местах;

– возможность обнаруживать и замерять объем утечек сырья на предприятиях нефтегазового комплекса находясь на удалении от контролируемого объекта.

Одним из преимуществ таких беспилотных систем является способность «видеть» сквозь дым, а также возможность получения результатов контроля при влиянии различного набора метеорологических факторов.

При контроле такими системами высоковольтных линий электропередачи особое внимание уделяется контактным соединениям в распределительных устройствах открытого и закрытого типов, болтовым соединениям, контактам разъединителей, а также изоляторам.

С помощью тепловизионного контроля высоковольтных линий электропередачи риск поражения дефектоскописта электрическим током в процессе контроля сводится к минимуму, а также позволяет более эффективно находить утечки электроэнергии.

В результате работы можно сделать вывод, что современные беспилотные системы с тепловизорами являются очень практичным способом для инспекции промышленных строений и оборудования, контроля высоковольтных линий электропередач, обнаружения очагов возгорания.

УДК 687

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ПЕРЕВОЗЯЩИХ ОПАСНЫЕ ГРУЗЫ

Студент гр. 11312114 Царькевич К. А.

Кандидат техн. наук, доцент Ризноокая Н. Н.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является разработка методики технического диагностирования транспортных средств, перевозящих опасные грузы.

Задачи, которые ставятся при проведении технического диагностирования, направлены на:

- определение целостности, фактических толщин и механических характеристик основного металла и сварных соединений корпуса, усиливающих элементов, опорных конструкций и коммуникаций цистерн после окончания расчетного (нормативного) срока службы, установленного изготовителем, при необходимости его продления;

- подтверждение соответствия, установленного на автоцистерны оборудования своему функциональному назначению и требованиям действующих ТНПА;

- подтверждение способности корпуса цистерны вместе с его оборудованием сохранять герметичность при максимальном избыточном рабочем давлении;

- подтверждение способности цистерны и коммуникаций сохранять целостность без остаточных повреждений (разрывов и деформаций) при испытательном избыточном давлении, т.е. заложенного в конструкцию заводом-изготовителем запаса прочности.

При проведении технического диагностирования транспортных средств, перевозящих опасные грузы используются следующие методы неразрушающего контроля: ультразвуковой, капиллярный, визуально-измерительный.

В ходе работы была разработана методика проведения технического диагностирования транспортных средств, перевозящих опасные грузы с использованием выше перечисленных методов контроля, технических средств, осуществляющих контроль.

УДК 535.317

КОНТРОЛЬ НАЛИЧИЯ АНТИБИОТИКОВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ

Студент гр. М02-321-1 Александрова А. В.

Кандидат техн. наук, доцент Усольцев В. П.

Ижевский государственный технический университет
им. М. Т. Калашникова

В результате проведенного анализа различных методов обнаружения антибиотиков в воде установлено, что наибольшую популярность имеют оптические методы. В колориметрии используют цветные реакции с самим антибиотиком, либо с продуктами его расщепления. При спектральном анализе антибиотики определяют в ультрафиолетовом свете, так как большинству антибиотиков свойственен характерный спектр поглощения в УФ области.

Инфракрасная спектроскопия больше подходит для количественного определения антибиотиков, нежели качественного. Флюорометрия является наиболее чувствительным оптическим методом. Антибиотики, которые сами по себе не флюоресцируют, можно определять путем соединения с подходящим флюоресцирующим веществом и выделения подходящего дополнительного соединения.

Одним из развивающихся методов исследования является масспектрометрия. Образец, представляющий собой твердый раствор исследуемого вещества в органической матрице, облучается лазерными импульсами. Матрица поглощает энергию ультрафиолетового или инфракрасного лазера и способствует десорбции анализа без разложения. Образующиеся ионы выталкиваются коротким электрическим импульсом, приобретают различную

скорость и достигают детектора в различное время, что обеспечивает регистрацию масс-спектра [1].

Использование ультрафиолетового излучения для контроля наличия антибиотиков в сточных водах имеет ряд недостатков, основными из которых являются высокий уровень поглощения УФ излучения водой и разложение большинства антибиотиков УФ излучением. В результате проведенных экспериментов оригинального опико-электронного прибора выбрано излучение синего, зеленого и красного спектра.

Литература

1. Алексеев В. А., Усольцев В. П., Юран С. И., Уразманова О. И. Опико-электронный контроль загрязнения сточных вод антибиотиками // Экология родного края: Проблемы и пути их решения – 2018: материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – С. 57-62.

УДК 531.383

ГИРОКОМПАС НА БАЗЕ ГИРОСКОПА МИКРОСИСТЕМНОГО ИСПОЛНЕНИЯ

Студент гр. 120851-ПБ Федотов Е. Г.

Кандидат техн. наук, доцент Матвеев В. В.

Тульский государственный университет

В настоящее время существует проблема автономного определения направления объекта относительно географического севера. Известно, что традиционный компас определяет направление на магнитный север, что приводит к необходимости дополнительного пересчета показаний. Кроме того, магнитный компас подвержен внешним магнитным аномалиям. Этих недостатков лишен наземный гироскоп [1], который в настоящее время строится на базе классического гироскопа, гиروزел которого, будучи подвешенным на торсионе, становится чувствительным к горизонтальной составляющей суточного вращения Земли. Такие гироскопы имеют большие массу, габариты и требуют специализированное энергопотребление.

Развитие в последнее время микромеханических гироскопов (ММГ) открывает перспективу их применения для создания наземного гироскопа [2]. Наряду с несомненными достоинствами ММГ: малая масса, габариты, низкое энергопотребление и стоимость, они относятся к сенсорам низкого класса точности.

В связи с этим, целью данной работы является анализ возможностей создания наземного гироскопа на базе ММГ.

Предложена схема выделения полезной составляющей сигнала о горизонтальной составляющей угловой скорости суточного вращения Земли.

Это достигается установкой ММГ с горизонтальной измерительной осью на вращающееся основание. При таком подходе полезный сигнал будет модулирован угловой скоростью основания, в результате чего удастся его отделить от инструментальных погрешностей ММГ. Разработана структура наземного гирокомпаса, позволяющая определять азимут объекта относительно географического севера. Сформулированы требования к частоте вращения основания и параметрам фильтра.

Разработана имитационная модель гирокомпаса и проверена ее работоспособность в среде Matlab/Simulink с учетом случайных погрешностей ММГ.

Литература

1. Пельпор Д.С., Михалев И.А. Гироскопические системы. Москва: Высшая школа. 1988. - 419 с.
2. Матвеев В. В., Распопов В. Я. Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации на МЭМС-датчиках. Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. –225 с.

УДК 531.383

ЭЛЕКТРОННЫЙ КОМПАС ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ НА ДАТЧИКАХ МИКРОСИСТЕМНОГО ИСПОЛНЕНИЯ

Студент гр. 120851-ПБ Стариков К. Д.
Кандидат техн. наук, доцент Погорелов М. Г.
Тулльский государственный университет

Электронные компасы предназначены для решения задачи определения параметров ориентации объектов в пространстве. Их типовая структура зачастую представлена трехосевым блоком магниторезистивных датчиков, датчиками угла наклона, в качестве которых используются акселерометры (для неподвижных объектов) или комплексированные показания акселерометров и гироскопов (для подвижных объектов); микроконтроллер для обработки вычислительных алгоритмов, схемы усиления и АЦП [1].

Важной характеристикой существующих образцов электронных компасов является наличие методической погрешности, проявляющейся как изменение точности курсоуказания в зависимости от текущего местоположения объекта (от значения величины угла наклона вектора напряженности магнитного поля Земли (I)) и от пространственного положения по углам курса. Так, например, одно из наиболее известных предложений компании *Honeywell* в области готовых решений модуля электронного компаса (система *HMR3000* со стоимостью более 90 тысяч рублей) при углах $I < 50^\circ$ определяет углы курса с точностью $0,5^\circ$ (СКО), а при углах $I < 75^\circ$ – уже с точностью $1,5^\circ$ (СКО) [2]. Стоит отметить тот факт, что для большей части

территории Российской Федерации характерны значения углов $66^\circ < I < 84^\circ$ [1]. Проведенные исследования существующих образцов электронных компасов на рынке готовых изделий и услуг, показали, что существующие системы при высокой стоимости не обеспечивают должной точности курсоуказания, а в области высоких широт теряют целесообразность их применения. Предлагаемый малогабаритный электронный компас при меньшей стоимости способен при идентичных датчиках повысить точность курсоуказания в области высоких широт до 5-6 раз, что является конкурентоспособным предложением. Областью применения предлагаемого электронного компаса является широкий круг как неподвижных, так и подвижных объектов. Он может применяться в составе автопилотов беспилотных летательных аппаратов, в составе пешеходных и автомобильных навигаторов, в инклинометрии при бурении горизонтальных скважин.

Литература

1. Распопов В.Я. Микросистемная техника. Тула: ГРИФ и К, 2010. – 248 с.
2. HMC/HMR Series. MAGNETIC SENSOR PRODUCTS [Электронный ресурс] / Solid State Electronics Center. Режим доступа: <http://www.ssec.honeywell>.

УДК 621.391

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТЕГОЗАПИСИ В КОНТЕЙНЕР В ВИДЕ QR-КОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА ЛЕНГЕЛААРА

Аспирант Ковынёв Н. В.

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Шифрование помогает сохранить информацию в секрете, но также может привлечь лишнее внимание, так как какой-либо файл нельзя будет открыть. Один из важных аспектов шифрование – сохранение наличия тайной информации в файле. Наиболее простой способ скрыть секретную информацию – поместить ее внутри какого-либо безобидного файла. Такую задачу можно решить при помощи стеганографических методов [1, 2]. В данной работе мы рассмотрим один из них, алгоритм Ленгелаара.

Алгоритм Ленгелаара работает с блоками изображения 8×8 пикселей. Вначале создается псевдослучайная маска нулей и единиц такого же размера $pat(x, y) \in \{0, 1\}$. Далее каждый блок B делится на два субблока: B_0 и B_1 , в зависимости от значения маски. Для каждого субблока вычисляется среднее значение яркости, l_0 и l_1 . Далее выбирается некоторый порог α , и бит ЦВЗ встраивается следующим образом:

$$S = \begin{cases} 1, & l_0 - l_1 > \alpha \\ 0, & l_0 - l_1 < -\alpha \end{cases} \quad (1)$$

Если это условие не выполняется, необходимо изменять значения яркости пикселей субблока B_1 . Для извлечения бита ЦВЗ также вычисляются средние значения яркости субблоков. Разница между ними позволяет определить искомый бит:

$$S = \begin{cases} 1, l_0 - l_1 > 0 \\ 0, l_0 - l_1 < 0 \end{cases} \quad (2)$$

В ходе выполнения исследования были написаны две программы `write_stego` и `read_stego`. Обе программы разработаны в среде MathCAD.

Write_stego – программа, реализующая запись сообщения в контейнер в виде QR кода. Записываемое сообщение находится в файле `input_message.txt`. Контейнер в виде QR кода – файл `container.jpg`. Результат записи сообщения в контейнер сохраняется в файл `container_with_stego.jpg`. Маска для восстановления сообщения записывается в файл `mask.txt`.

Read_stego – программа, реализующая восстановление сообщения из контейнера и в которой проведено исследование на устойчивость записи при передаче по интернету и восстановлении из фотографии контейнера. Для восстановления сообщения из файла, переданного по интернету, используется `container_with_stego.jpg`. Для восстановления сообщения с использованием фотографии используются файлы `photo1.jpg`, `photo5.jpg`, `photo10.jpg`, отличающиеся между собой порогом, с которым было занесено стегосообщение в контейнер.

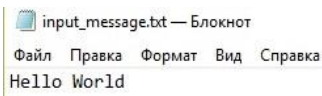


Рис. 1. Вид сообщения, записываемое в контейнер

В результате попытки восстановления стегосообщения из контейнера, переданного по интернету, сообщение совпало с корректным уже при значении порога $\alpha = 1$. Можно сделать вывод, что передача контейнера с сообщением по интернету никак повлияла на передаваемую информацию.



Рис. 2. Контейнер со стегосообщением, переданный по интернету

Исследование устойчивости стегозаписи через фотографию проводилось при трех различных значениях порога: $\alpha = 1, 5, 10$. При значении порога 1 и 5 изменения в яркости блоков контейнера были незаметны или трудноразличимы для человеческого глаза. Для этих двух случаев сообщение не было восстановлено корректно. При значении порога 10 изменения в

яркости блоков уже можно было увидеть невооруженным взглядом, однако, попытка восстановления сообщения так же оказалась unsuccessful. Следовательно, можно сделать вывод, алгоритм Ленгелаара неустойчив к восстановлению стегосообщения через фотографию.

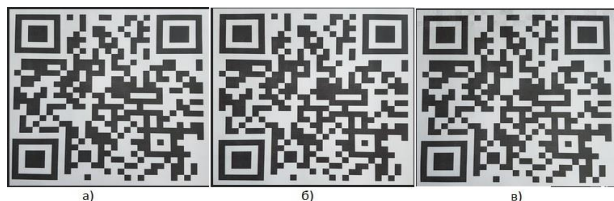


Рис. 3. Фотографии контейнеров со стегосообщением: а) $\alpha = 1$, б) $\alpha = 5$, в) $\alpha = 10$

Литература

1. Байкова, М.И. QR коды: новые способы взаимодействия с информацией / М.И. Байкова, С.В. Фукалова. - М.: материалы конференции. Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова. 2018. С. 83-86.
2. Ганиев А.А. Исследование QR кодов и их применение / А.А. Ганиев. - М.: Интернаука. 2017. №9-1 (13). С. 23-27.

УДК 621.3.049

МЕТОД КОНТРОЛЯ ДЕФЕКТОВ В ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СТРУКТУРАХ КРЕМНИЯ

Студенты гр.11312115 Тихоновец Е. С., Фолынский Д. И.
Кандидат физ.-мат. наук, доцент Шадурская Л. И.
Белорусский национальный технический университет

Развитие эпитаксиальной технологии привело к решению задач прецизионного легирования эпитаксиальных слоев и контроля распределения времени жизни неравновесных носителей заряда τ по пластине.

В данной работе использовался метод контроля τ по спектральной зависимости фотоЭДС $\phi(\lambda)$ на контакте полупроводник-электролит. Из измерений $\phi(\lambda)$ можно определить диффузную длину L_d и рассчитать τ .

При низком уровне инжекции $\phi(\lambda)$ пропорциональна концентрации неравновесных носителей заряда Δn . Если глубина поглощения света и L_d составляет незначительную долю общей толщины эпитаксиального слоя, а обратная величина коэффициента поглощения α света превосходит толщину области пространственного заряда, то на освещаемой поверхности:

$$\Delta n = \frac{\beta I \tau (1 - R)}{h\nu (L_d + S\tau)} \frac{\alpha L_d}{1 + \alpha L_d},$$

где I – интенсивность света, β – квантовый выход внутреннего фотоэффекта,

R – коэффициент отражения, S – скорость поверхностной рекомбинации, $h\nu$ – энергия квантов света.

Если L_d и S не зависят от λ , то при постоянной освещенности $\varphi(\lambda)$ выражается формулой:

$$\varphi = \frac{c\lambda(1 - R\alpha L_d)}{1 + \alpha L_d}$$

где c – постоянная величина.

В работе использовалась установка по измерению фотоЭДС, пригодная для топографического контроля электрофизических параметров эпитаксиальных структур. Освещение эпитаксиальной структуры проводилось сквозь тонкий слой электролита спектральным лучом света с $\lambda = 0.63$ мкм. В местах выявленных неоднородностей измерялась спектральная зависимость фотоЭДС и рассчитывалась величина τ .

УДК 629.

УСТРОЙСТВО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЛОЖНЫХ СРАБАТЫВАНИЙ СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ

Студент гр. 11301116 Матвиенко В. Ю.

Ст. преподаватель Третьяк И. Б.

Белорусский национальный технический университет

Разрабатывая различные охранные системы либо системы пожарной безопасности всегда возникает вопрос об избежании ложных срабатываний данных систем. Приведенное ниже устройство позволяет предупредить ложные срабатывания открытия двери, оснащенной системой безопасности. Отсутствие какой-либо электрической или механической связи позволяет не допустить понижение класса безопасности охранной системы.

Также важным достоинством можно отметить низкую стоимость изготовления данного устройства, скрытый монтаж, который не испортит внешний вид двери

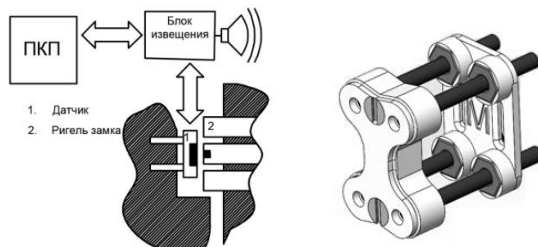


Рис. 1. Устройство предупреждения ложных срабатываний системы сигнализации

Устройство состоит из датчика, основанного на магниторезистивном эффекте и блок извещения, который связан с приемо-контрольным прибором. Для реагирования датчика в ригель замка двери внедряется редкоземельный магнит. При сдвиге ригеля в то время, когда дверь находится «под охраной» магниторезистивный датчик, изменяя свое сопротивление, включает систему извещения. Блок извещения подключен к ПКП как отдельная охранная система, но не связана с системой оповещения. Блок извещения имеет в своей конструкции динамик для оповещения об открытии замка во время нахождения двери «под охраной». Условная схема и трехмерная модель устройства приведены на рисунке 1.

УДК 681

РАЗРАБОТКА АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ СНЯТИЯ ПАРАМЕТРОВ ДЫХАТЕЛЬНОЙ И СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМ ЧЕЛОВЕКА

Киселев А. А.

Кандидат техн. наук, доцент Камлач П. В.

Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники

Аннотация – описание принципов и проблем миографического способа измерения состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем человека.

Введение. Разрабатываемый комплекс предназначен для получения параметров дыхательной и сердечно-сосудистой системах, а также для нахождения возможных взаимосвязей между полученными характеристиками.

Основная часть. Разрабатываемый комплекс совмещает в себе тонометр для измерения основных параметров сердечно-сосудистой системы и миограф для получения данных о работе дыхательных мышц.

Методика измерения давления и пульса давно известна и отработана, в то время как для получения сигнала максимально верно отражающего работу мышечного аппарата необходимо определить точки наложения датчиков. После снятия, миографический сигнал подлежит постобработке, включающей вырезание помех, получаемые вместе с полезным сигналом, определение нормальных показаний и создание базы нормальных отклонений.

В качестве миографа был выбран ЭКГ модуль AD8232. Точнее связка из двух модулей AD8232 с общей линией RL и микроконтроллера ARDUINO UNO. При использовании двух модулей AD8232 мы получаем возможность получения данных о работе обоих легких по отдельности, что позволяет проводить сравнительный анализ работы дыхательного аппарата у каждого отдельного пациента.



Рис. 1. Модуль AD8232

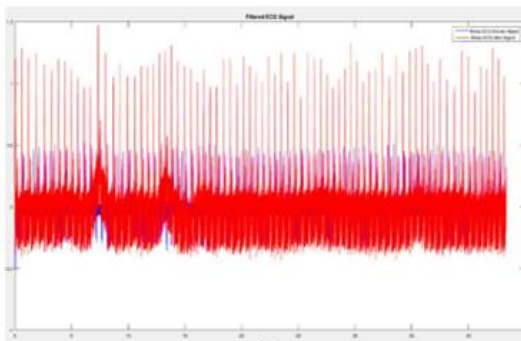


Рис. 2. Пример получаемых данных при использовании одного модуля AD8232

Миографический метод исследования позволяет одновременно получать данные о работе сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Существует множество систем для получения кардио-данных, и в этих системах данные о работе дыхательного аппарата человека являются помехами и в итоге фильтруются. В нашем методе исследования используются все доступные данные, но получение результата затрачивается больше времени. Увеличенные временные затраты объясняются увеличенным количеством процессов обработки полученных значений, например, спирографические данные получаются после отфильтровывания изначального сигнала от и наведенных помех и кардио-сигнала, которых тоже надо очистить от всех видов помех.

Миографический метод спирометрии не показывает жизненный объем легких, но по работе дыхательных мышц можно оценивать дыхание человека по таким параметрам как частота, глубина и прерывистость дыхания. При проведении спирометрии обычными методами необходимо закреплять маску с воздухопроводом которые создают дополнительные неудобства и затрудняют измерения и искажают получаемые результаты. В то время когда миографические датчики легко крепятся к телу человека и не вызывают какого-либо дискомфорта.

Полученные первичные данные нуждаются в обработке, но уже можно определить наличие сигналов ЭКГ и работы мышц дыхательной системы.

Заключение. Разрабатываемый аппаратно-программный комплекс будет помогать врачам в постановке верного диагноза, отслеживании состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем при лечении. Также поможет в обнаружении ряда проблем, связанных с мышцами грудной области.

Литература

1. Кузнецов, П.В. Аппаратный комплекс для системы учета физических нагрузок. / П.В. Кузнецов, З.М. Юлдашев.: Санкт-Петербург. – 2016 – 87 с.

ИЗМЕРИТЕЛЬ СКОРОСТИ ВЕТРА

Студент гр.11312115 Кадышев К. И.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Основным достоинством лазерных тахометров является возможность дистанционного измерения частоты вращения деталей машин и механизмов в заводских и цеховых условиях в машиностроении и приборостроении.

Цель данной работы является разработка конструкции измерителя скорости ветра, предназначенного для работы в климатических условиях ОМ1 и степенью защиты конструкции IP66.

Прототипом был выбран тип анемометра с закрытой крыльчкой, позволяющий обеспечить оптимальную компоновку и минимальные массогабаритные параметры проектируемого устройства. В процессе выполнения работы было разработано техническое задание, произведён выбор материалов деталей измерителя скорости ветра.

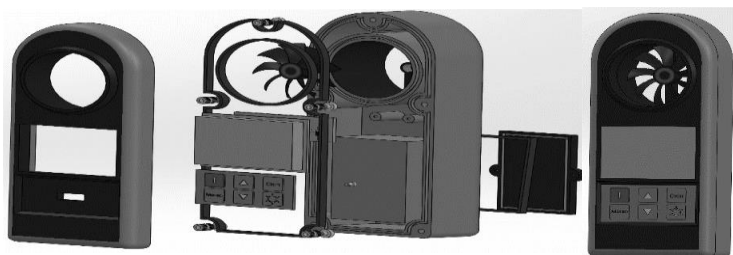


Рис. 1. Твёрдотельная модель измерителя скорости ветра

В соответствии с повышенными требованиями к прочности конструкции корпус прибора изготавливается из композитного материала АБС/ПК Дискара-СЛ. Для обеспечения герметизации корпуса устройства целесообразно применить прокладку уплотнения, выполненную из силиконовой резины марки 56. Определено усилие сжатия уплотнительного элемента, необходимое для обеспечения требуемого уровня герметизации, должно составлять не менее $P_{сж}=440$ Н. Для оперативного замены элемента питания (тип 6F22) в корпусе предусмотрен отдельный герметичный отсек. Управление устройством обеспечивается плёночной панелью с мембранными клавишами.

При помощи САПР SolidWorks разработаны твёрдотельная модель (рис. 1) конструкции, сборочный чертёж конструкции и рабочие чертежи деталей измерителя скорости ветра.

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ УГАРНОГО ГАЗА С ГОЛОСОВЫМ ОПОВЕЩЕНИЕМ

Магистрант Довнар А. С.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Контроль величины концентрации угарного газа в помещениях является жизненно необходимой ввиду его чрезвычайно токсичного действия на человека. Большинство устройств контроля угарного газа имеют световую индикацию, и оповещают звуковым сигналом только при критическом значении монооксида углерода.

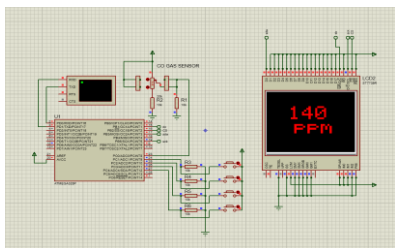


Рис. 1. Модель электрической схемы

Цель данной работы является разработка конструкции устройства контроля концентрации угарного газа с голосовым оповещением. Разработаны функциональная и принципиальная электрические схемы. Функционально устройство состоит из следующих блоков: микроконтроллер, элементы управления (плёночная панель), голосовой модуль, звуковой усилитель, динамик, датчик монооксида углерода, элементы питания, устройство графического вывода информации. Анализ функционирования разработанной электрической принципиальной схемы и разработанного для микроконтроллера программного обеспечения использовалась САПР для разработки электронных устройств Proteus Design Suite (рис.1). Датчик угарного газа является чувствительным полупроводниковым резистором изменяющего сопротивление в зависимости от концентрации угарного газа. Помимо визуальной информации устройство информирует голосовыми сообщениями о текущей концентрации монооксида углерода. Частота оповещения зависит от величины концентрации угарного газа.



Рис. 2. Твердотельные модели устройства контроля угарного газа

Разработаны различные виды конструкций устройства контроля (рис. 2) в зависимости от эстетических предпочтений потребителей. Конструкции ремонтнопригодны и рассчитаны на эксплуатацию в условиях УХЛ 2.

ТАХОМЕТР ЛАЗЕРНЫЙ

Студент гр. 11312115 Климашенок В. Л.
Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.
Белорусский национальный технический университет

Основным достоинством лазерных тахометров является возможность дистанционного измерения частоты вращения деталей машин и механизмов в заводских и цеховых условиях в машиностроении и приборостроении.



Рис. 1. Твердотельная модель лазерного тахометра

Цель данной работы является разработка конструкции лазерного тахометра, предназначенного для работы в климатических условиях О2 и степенью защиты конструкции IP56.

В процессе выполнения работы было разработано техническое задание, произведён выбор материала деталей лазерного тахометра. Корпус прибора изготавливается из АБС-пластика марки ABS 1534. Для обеспечения герметизации корпуса устройства используется прокладка уплотнения, выполненная из силиконовой резины ИРП-1265. Для создания необходимого усилия сжатия уплотнительного элемента между крышкой и основанием используются заформованные втулки и винты М2,5 с полукруглой головкой.

Втулки выполнены из латуни марки ЛКС80-3-3. Элемент питания (тип 6F22) расположен в специальном отсеке, расположенном в ручке. Основание соединяется с ручкой при помощи двухзаходной резьбы М36. Для обеспечения эргономических условий эксплуатации прибора ручка выполнена в соответствии с антропометрическими параметрами кисти человека по ГОСТ Р ЕН 547-3-2009. В соответствии с требованиями герметизации на лицевой панели корпуса расположена плёночная панель с клавишами управления устройством. Определено усилие сжатия уплотнительного элемента, которое составляет $P_{сж} = 460$ Н.

Разработана твердотельная модель конструкции лазерного тахометра (рис. 1) с помощью САПР SolidWorks 2017. Рабочие чертежи деталей и сборочный чертёж конструкции разработаны при помощи САПР AutoCAD 2018.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ И ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА СОСУДОВ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ИЗБЫТОЧНЫМ ДАВЛЕНИЕМ

Студенты гр. 11312114 Закорко Н. В.¹, Кмита К. Ю.¹

Кандидат техн. наук, доцент Пантелеев К. В.¹,

первый заместитель начальника по техническим вопросам Курок П. А.²

¹ Белорусский национальный технический университет

² ООО «ИНТЕРЮНИС и К»

Для обеспечения безопасной эксплуатации сосудов, работающих под избыточным давлением, рекомендуется устанавливать комплексные системы мониторинга их состояния. Такие системы позволяют анализировать техническое состояние объекта, предупреждать возможности катастрофического разрушения и, следовательно, расширять пределы эксплуатации объекта практически до критического состояния.

Система мониторинга A-Line32D представляет собой многоканальную модульную систему сбора и обработки акустико-эмиссионной (АЭ) информации с последовательным высокоскоростным цифровым каналом передачи данных [1]. Эскиз объекта контроля и схема расстановки преобразователей АЭ при мониторинг-контроле автоклава приведены на рис. 1. В процессе эксплуатации объектов, система A-Line32D анализирует и накапливает всю информацию о техническом состоянии объекта. АЭ сигнал с каждого канала усиливается предварительным усилителем и передается на хост-компьютер, где преобразуется в цифровой сигнал для последующей обработки и представления результатов контроля [2]. Информация о ходе испытания доступна в режиме реального времени.

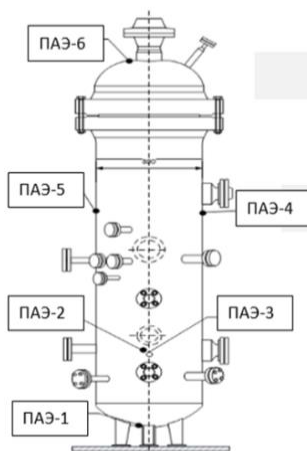


Рис. 1. Схема установки ПАЭ при АЭ мониторинге автоклава

Литература

1. Патент РФ 44390 МПК G01N 29/14. Многоканальная акустико-эмиссионная система для диагностики промышленных объектов и устройство регистрации и обработки акустико-эмиссионных сигналов / В.Г. Харемов, П.Н. Трофимов, А.Л. Алякритский, С.В. Елизаров, А.В. Гогин. - Опул. 10.03.2005.
2. Курок, А.В. Комплексный диагностический мониторинг объектов повышенной опасности / А.В. Курок, А.Н. Зыль // В мире неразрушающего контроля. – 2008. – № 3(41). – С. 10–11.

МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ОДНОРОДНОСТИ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИКОВ

Магистрант Ахремчук Д. А.

Кандидат техн. наук, доцент Пантелеев К. В.,

доктор техн. наук, профессор Гусев О.К.

Белорусский национальный технический университет

Новые пьезоэлектрические материалы на основе полимеров всё чаще становятся объектом интереса разработчиков электроакустических преобразователей. Применение полимеров в данной области началось после обнаружения у поливинилиденфторида (ПВДФ) пьезоэлектрических свойств [1]. ПВДФ обладает в несколько раз меньшим пьезомодулем, чем керамические преобразователи. Но в тоже время у ПВДФ существует и ряд преимуществ перед пьезокерамикой: возможности создания преобразователей любой формы и с высоким электрическим напряжением, генерируемым на единицу механического напряжения.

Композитные пьезоэлектрики, как правило, представляют собой полимерную плёнку, содержащую неорганический пьезонаполнитель и подвергнутый воздействию сильного электрического поля в процессе формирования и ориентационной вытяжки композиций во время охлаждения. При создании такого рода композитов особую важность представляет выявление локальных неоднородностей, т.к. они могут в значительной степени влиять на производительность системы в целом. Обычно исследование поляризации полимерных и композитных образцов проводится с помощью атомно-силового микроскопа (AFM) методом силовой микроскопии пьезоэлектрического отклика (PFM).

Для анализа однородности пьезоэлектрических свойств полимеров и композитов на их основе интерес представляет исследование распределения поверхностного потенциала. Под воздействием внешнего механического воздействия, на поверхности таких материалов образуется статический потенциал, распределение которого возможно контролировать с помощью атомно-силового микроскопа в режиме зонда Кельвина (KPFM). Данный метод является бесконтактным, что положительно сказывается на точности измерений, но остаётся другой основной недостаток – малая область сканирования. Методом зондового картирования электростатических потенциалов поверхности на основе сканирующего зонда Кельвина (SKP) с чувствительным элементом размерами порядка 1–5 мм² возможен контроль локальных неоднородностей материала относительно большой площади с микрометровым пространственным разрешением.

Литература

1. Применение пьезополимеров в электронной технике (обзор) / А.В. Горохов, В. И. Закржевский, И.М. Соколова, В.Н. Таиров, Г.П. Тимошинов // Пласт. массы. – 1988. – № 6. – С. 29–31.

КАБЕЛЕИСКАТЕЛЬ ПЕРЕНОСНОЙ

Студент гр. 11303115 Рафальский В. В.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Кабелеискатель предназначен для поиска и трассировки подземных инженерных коммуникаций (газопроводов, трубопроводов, силовых и телефонных кабелей), а также для определения глубины их залегания и определения типа подземных коммуникаций (труба-кабель). Принцип действия кабелеискателя основан на явлении электромагнитной индукции.

Целью данной работы является разработка конструкции переносного кабелеискателя и провести исследования, подтверждающие работоспособность конструкции.



Рис. 1. Твёрдотельная модель кабелеискателя

В процессе выполнения работы было разработано техническое задание, для проектирования кабелеискателя климатического исполнения В1 и степени защиты конструкции IP 67. Материалом корпуса прибора был выбран сополимер ABS TAITALACK 6000, который обладает высокой прочностью и стойкостью к ударным нагрузкам. Для обеспечения ремонтпригодности изделия, а также для надёжного соединения крышки и основания в основание были заформованы 6 резьбовых втулок. Герметизация конструкции обеспечивается прокладкой уплотнения из силиконовой резины ИРП-1266 НТА. Необходимая сила сжатия уплотнителя составляет 480 Н. При помощи САПР SolidWorks разработана твердотельная модель кабелеискателя (рис.1) и проведены исследования механической прочности защитного корпуса при воздействии распределённой силы 100 Н. Определено, что максимальное напряжение составляет 1,122 Мпа, максимальное перемещение - 1,639 мм. Значения являются допустимыми для заданных условий эксплуатации. Вибропрочность печатной платы составляет 4g при частоте вибрации $f = 80$ Гц.

Таким образом, принятые технические решения обеспечат эксплуатацию разработанного устройства в заданных условиях.

ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МЕАНДРОВЫХ ВИХРЕТОКОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА ГИБКОЙ ОСНОВЕ

Студенты гр. 11312114 Кмита К. Ю.¹, Закорко Н. В.¹,
кандидат техн. наук, доцент Бусько В. Н.²,
кандидат техн. наук, доцент Пантелеев К. В.¹

¹Белорусский национальный технический университет

²ГНУ «Институт прикладной физики НАН Беларуси»

Целью работы являлось экспериментальное определение частоты тока возбуждения, при котором достигается максимальная чувствительность плоских меандровых вихретоковых преобразователей на гибкой основе (ВП), разработанных в ИПФ НАН Беларуси.

Исследования проводили путем регистрации наведенного вихревого тока (ВТ) в проводящих материалах (медь и электротехническая сталь, толщина – 2 мм.) при различных режимах возбуждения переменным током различных амплитуд в диапазоне от 20 Гц до 5 МГц [1]. Преобразователь устанавливался вплотную к поверхности измеряемого образца, закрепленного на предметном столике. Регистрация ВТ производилась с помощью лабораторных измерительных приборов (измерительный осциллограф, высокочастотный усилитель с частотой усиления до 1 МГц, блок аналого-цифрового преобразования), формирующих экспериментальную установку.

Результаты исследований влияния частоты тока в катушке возбуждения на измерительный сигнал приведены на рис. 1. Из рис. 1 следует, что для получения максимальных значений ВТ требуются частоты возбуждения в диапазоне от 1 до 2,5 МГц.



Рис. 1. Зависимость вихретокового сигнала ВП от частоты тока возбуждения

Литература

1. Бусько, В.Н. Испытания и исследования меандровых вихретоковых преобразователей / В.Н. Бусько, В.Л. Венгринович, К.Ю. Кмита // Приборостроение 2018: материалы 11-й Международной научно-технической конференции. – Минск: БНТУ. – С. 10–11.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ДРЕВЕСИНЫ, ПРОПИТАННОЙ ОГНЕЗАЩИТНЫМ СОСТАВОМ

Аспирант Нератова В. В.^{1,2}

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Антошин А. А.²

¹Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем
чрезвычайных ситуаций МЧС Республики Беларусь

²Белорусский национальный технический университет

Целью данного эксперимента является исследование влияния пропитки древесины огнезащитными составами на ее диэлектрическую проницаемость.

Образцы древесины погружались в огнезащитный состав на глубину 0,5 см на различное время: образец а) на 10 минут, образец б) на 15 минут, образец г) на 25 минут и образец е) на 40 минут. Измерения проводились с помощью накладного измерительного конденсатора, подключенного к измерителю иммитанса Е7-20.

Табл. 1. Образец а

Частота, кГц	100	200	500	1000
Относительное изменение емкости (до пропитки)	0,0733	0,0751	0,0692	0,0712
Относительное изменение емкости (после пропитки)	0,2415	0,2125	0,1613	0,1327

Табл. 2. Образец б

Частота, кГц	100	200	500	1000
Относительное изменение емкости (до пропитки)	0,0825	0,0831	0,0779	0,0787
Относительное изменение емкости (после пропитки)	0,2599	0,2254	0,1757	0,1427

Исследования показали, что огнезащитный состав влияет на диэлектрическую проницаемость древесины, и как следствие к изменению емкости приповерхностного слоя древесины. Значения относительного изменения емкости древесины, пропитанного огнезащитным составом, увеличились по сравнению со значениями древесины до пропитки.

С увеличением времени воздействия огнезащитного состава на древесину увеличивается значение относительного изменения емкости. С увеличением частоты измерения относительное изменение емкости древесины, пропитанной огнезащитным составом, уменьшается.

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВОМ ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ СИЛЫ И СИЛОВОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ

Студент гр. 11904114 Дёмин А. К.

Кандидат. техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Рост спортивных результатов, а также появление новых соревновательных дисциплин в лыжных гонках требуют поиска новых методологических подходов к системе подготовки высококвалифицированных спортсменов.

Цель работы – разработка конструкции блока управления устройством для тренировки силы и силовой выносливости мышц плечевого пояса лыжников-гонщиков климатического исполнения В1



Рис. 1. Твердотельная модель блока управления

и степень защиты конструкции IP 66. Блок управления предназначен для дистанционного осуществления контроля тренировочным процессом, определенных физиологических параметрах о состоянии спортсмена и изменения нагрузки задаваемой спортсмену.

Разработано техническое задание, определены технические решения, обеспечивающие работоспособность устройства в заданных условиях эксплуатации. В соответствии с разработанной ранее электрической принципиальной схемой блока управления при помощи САПР SolidWorks был разработан электронный макет печатного узла и определены его габаритные размеры. В качестве материала изготовления печатной платы используется стеклотекстолит фольгированный FR-4 толщиной 1 мм. Расчёт вибропрочности печатной платы подтвердил её работоспособность при частоте до $f = 80$ Гц и перегрузке до 4g. Выбраны конструктивные материалы: части корпуса (основание и крышка) выполняются из пластика – Этамид ЭА-2Л-2. Герметизацию конструкции от воздействия окружающей среды обеспечивает уплотнительный элемент, выполненный из резиновой смеси ИРП-1265. Рассчитана требуемая сила сжатия уплотнительной прокладки, которая составляет 670 Н.

Твердотельная модель конструкции блока управления (рис.1), сборочный чертёж конструкции и рабочие чертежи деталей выполнены при помощи САПР SolidWorks.

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНАЖЁРОМ ДЛЯ АРМРЕСТЛЕРОВ

Студент гр. 11904114 Галай Н. К.

Кандидат. техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

На современном этапе развития спорта в тренировочном процессе спортсменов невозможно представить без тренажёров, которые стали неотъемлемой частью системы спортивной подготовки. Они позволяют эффективно развивать разнообразные двигательные качества и способности, совмещать совершенствование технических умений, создавать необходимые условия для точного контроля и управления важнейшими параметрами тренировочной нагрузки.



Рис. 1. Твердотельная модель БУТА

Целью данной работы является разработка конструкции блока управления тренажёром для армрестлеров (БУТА). БУТА предназначен для дистанционного управлением начальных параметров шагового двигателя. В качестве информационной обратной связи на дисплее БУТА отображаются следующие параметры: скорость подачи; угол; направление (по/против часовой); сила противодействия спортсмену (в Ньютонах). В соответствии с принципиальной электрической схемой блока управления при помощи САПР SolidWorks был разработан электронный макет печатного узла и определены его габариты. В качестве панели управления была выбрана плёночная панель, обеспечивающая требуемый уровень герметизации. Для обеспечения надёжного соединения крышки и основания, а также присоединения печатной платы к основанию БУТА были проведены расчёты минимального наружного диаметра резьбы винта. В соответствии с ГОСТ 17475-80 выбраны винты $M2 \times 1-1,5g \times 6 - 096$. Расчёты на вибропрочность печатной платы показали, что выбранные габаритные размеры и материал (стеклотекстолит марки КАСТ-В толщина 1,5 мм), из которого изготовлена печатная плата, обеспечивают её вибропрочность. Расчёт посадки и класса точности для печатной платы и направляющих опор подтвердил правильность выбора посадки с гарантированным зазором H7/g4.

Твердотельная модель блока управления (рис. 1), сборочный чертёж конструкции и рабочие чертежи деталей разработаны при помощи САПР SolidWorks.

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВОМ ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ ТЕННИСИСТОВ

Студент гр. 11904114 Якубовский Б. Б.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Современный уровень развития тенниса требует длительной и упорной работы, направленной на развитие физических качеств, овладение техникой ударов, тактикой ведения матча и т.д. Полноценным тренировочное занятие представить невозможно без специальных устройств, которые позволяют дополнительно развивать скорость и силу удара, совершенствовать физические качества занимающегося.



Рис. 1. Твердотельная модель блока управления

Целью данной работы является разработка конструкция блока управления устройством для тренировки теннисистов климатического исполнения УХЛЗ и степень защиты IP55. Блок управления предназначен для дистанционного управления положением мишеней и контроля времени реакции спортсмена.

В соответствии с разработанной ранее электрической принципиальной схемой был разработан электронный макет печатной платы и определены габаритные размеры печатного узла.

При помощи САПР SolidWorks разработана твердотельная модель конструкции блока управления (рис. 1). Приняты следующие технические решения: для управления режимами работы блока использовалась плёночная панель; для герметичного соединения крышки и основания использовалась прокладка уплотнения. Для обеспечения минимальной массы и ударопрочности конструкции блока крышка и основание изготавливается из пластика АБС HG-0760GP. Уплотнительная прокладка изготавливается из резиновой смеси 3508-Н-4. Произведены расчёт силы сжатия уплотнительного элемента, которая составляет не менее 225 Н. Расчёт вибропрочности печатной платы показал, что выбранные габаритные размеры и материал, из которого изготовлена печатная плата (стеклотекстолит фольгированный FR-4), позволяют обеспечить её вибропрочность не менее 5g при частоте $f = 80$ Гц. Расчёт типа посадки и класса её точности для печатной платы и опор подтвердил правильность выбора посадки с гарантированным зазором Н7/г6.

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В РОБОТОТЕХНИКЕ

Студент гр. 10706115 Савёлов П. И.

Кандидат техн. наук, доцент Сиротин Ф. Л.

Белорусский национальный технический университет

Информационно-измерительные системы являются неотъемлемой частью современных робототехнических комплексов. В роботах применяются различные системы осязания, локационные системы, техническое зрение и другие устройства с большим объёмом передаваемой информации. Функционирование роботов невозможно без применения интеллектуальных датчиков и иерархических измерительных систем, обеспечивающих передачу и обработку сигналов.

Целью данной работы является определение современных тенденций в разработке интеллектуальных информационно-измерительных систем с улучшенными характеристиками (дальность и скорость срабатывания, разрешающая способность, помехозащищённость и т.д.).

Очевидно, что одно из основных направлений совершенствования информационно-измерительных систем является использование в их составе микропроцессоров и микроконтроллеров, которые способны обрабатывать и анализировать большие массивы измерительной информации, перестраивать свои параметры или алгоритм работы. Это требует разработки измерительных систем с максимальной скоростью обработки получаемого сигнала, что позволяет снизить требования: к управляющим системам, пропускной способности каналов связи и повысить надёжность их функционирования.

В качестве примера можно привести антропоморфные роботы фирмы Boston Dynamics, в конструкции которых решена задача по минимизации времени задержки передаваемых сигналов с интеллектуальных сенсоров. Например, задержка передачи сигнала от LIDAR'a составила не более 7 мсек, задержка времени обработки информации локационного датчика составляет не более 18,4 мсек, задержка обработки сигнала в фильтре Калмана – не более 0,16 мсек. Это обеспечило возможность разработки целого ряда бионических роботов, имитирующих движения человека и животных. Именно эффективная обработка сенсорной информации позволяет оперативно обеспечивать роботу принятие адекватных решений по выбору дальнейших действий.

Таким образом, разработка интеллектуальных информационно-измерительных систем, обеспечивающих эффективную обработку больших массивов информации позволит существенно расширить область применения робототехнических систем.

ПУЛЬСОМЕТР-ОКСИМЕТР

Студент гр. 10706115 Савёлов П. И.

Белорусский национальный технический университет

В основу метода пульсоксиметрии положено измерение поглощения света определённой длины волны гемоглобином крови. В настоящее время существуют различные конструкции пульсометров-оксиметров, но они, как правило, не предназначены для постоянного ношения и не обеспечивают контроль параметров функционального состояния человека, например, при интенсивной физической нагрузке во время выполнения профессиональных обязанностей в экстремальных условиях.

Целью данной работы является разработка конструкции электронного узла пульсометра-оксиметра, предназначенного для неинвазивного контроля величины сатурации и регистрации функционального состояния человека.

Разработаны функциональная и принципиальная электрические схемы пульсоксиметра, позволяющего производить измерения на любых участках тела с развитой или близко расположенной к поверхности кожи человека капиллярной системой. Устройство состоит из следующих блоков: оптический сенсор MAX 30100, модуль AFE4403 контроля пульса, микроконтроллер MSP430 фирмы Texas Instruments, элемент питания (литий полимерный аккумулятор 58×27×5 мм), устройство графического вывода информации OLED разрешением 312×390 пикселей. Управляющим элементом системы является настраиваемый контроллер MSP430. Критерием выбора данного микроконтроллера является возможность независимого тактирования периферийных устройств и ядра, что обеспечивает минимальное энергопотребление.

Для оптимизации компоновки электронных элементов и минимизации массогабаритных параметров устройства при помощи САПР Solidworks была разработана параметрическая твердотельная модель (рис. 1) электронного узла пульсометра-оксиметра.



Рис. 1. Твердотельная модель электронного узла пульсоксиметра

ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ДВУХКООРДИНАТНОЙ СИСТЕМОЙ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Студент гр. 10706115 Савёлов П. И.

Кандидат техн. наук, доцент Лившиц Ю. Е.

Белорусский национальный технический университет

Исполнительным устройством системы позиционирования являются шаговые электродвигатели с встроенными энкодерами, обеспечивающие точное позиционирование управляемого устройства.

Целью данной работы является разработка конструкции электронного блока управления двухкоординатной системой позиционирования солнечной батареи всеклиматического исполнения и степени защиты IP66.

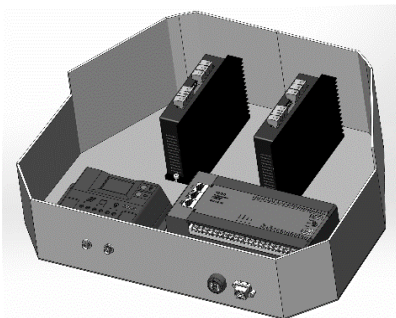


Рис. 1. Твёрдая модель блока управления

Разработаны функциональная и принципиальная электрические схемы автоматической системы управления устройством позиционирования, которое обеспечивает постоянную инсоляцию солнечной батареи под углом 90° к поверхности преобразователя энергии. Управляющим элементом системы является программируемый логический контроллер ПЛК110 фирмы «Овен». При помощи расчётов определена величина тепловыделения электронных компонентов в процессе функци-

онирования системы управления (не более 30 Вт). Разработано программное обеспечение для ПЛК110 при помощи инструментального программного комплекса CODESYS и языков программирования C++ и SFC, что позволит корректировать положение солнечной батареи в режиме реального времени.

Для обеспечения технологичности производства системы управления и её функционирования в заданных условиях эксплуатации (В1) защитный корпус блока управления выполнен разъёмным. Защита корпуса от коррозии обеспечивается защитным покрытием из порошковой краски марки П-ПЛ-1010. Герметизация обеспечивается резиновой прокладкой уплотнения, устанавливаемой между крышкой и основанием корпуса. Монтаж компонентов блока управления производится на DIN рейку.

При помощи САПР Solidworks разработана твёрдая модель (рис. 1) электронного блока управления системы позиционирования.

КОМПАКТНОЕ ПЕРЕДВИЖНОЕ УСТРОЙСТВО

Студент гр. 11303115 Шлеведа Ю. В.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Одной из важнейших задач развития измерительных информационных технологий является расширение номенклатуры измеряемых величин, обеспечение измерений в условиях воздействия «жестких» внешних факторов (высокая температура, большое давление, ионизирующее излучение и т.д.). Решение подобных задач связано с усложнением структуры используемых средств измерений (СИ); созданием комплексов взаимосвязанных СИ и технических средств, необходимых для их функционирования. В некоторых случаях, чтобы получить информацию о параметрах объекта, необходимы приспособления, предназначенные для дистанционного перемещения информационно-измерительных устройств.

Целью данной работы является разработка конструкции компактного передвижного устройства, предназначенного для позиционирования измерительных приборов и предназначенной для эксплуатации в климатических условиях УХЛ 1 и степени защиты конструкции IP66.

При выполнении поставленной задачи было разработано техническое задание, выбраны материалы, имеющие свойства, удовлетворяющие климатическому исполнению. Выбор материалов конструкции осуществлялся на основе анализа функционального состава конструкции, условий эксплуатации и технологичности производства деталей и сборки конструкции в целом. Для обеспечения требуемой степени защиты конструкции применяются резиновая прокладка уплотнения и лицевая плёночная панель управления устройством.

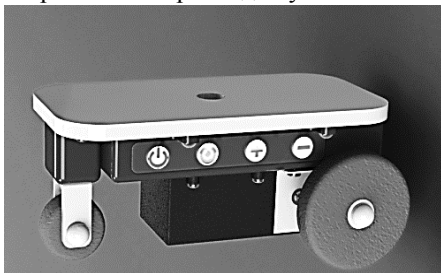


Рис. 1. Твёрдотельная модель компактного передвижного устройства

Надёжный контакт устройства с поверхностью, поглощения незначительных колебаний, вызванных несовершенствами поверхности и, компенсации погрешности траекторий колёс обеспечивается прорезиненными колёсами. Платформа и защитная крышки азлектрических компонентов изготавливается из сплава силумина марки АК12ч.

При помощи САПР SolidWorks бала разработана твердотельная модель конструкции (рис. 1), сборочный чертёж и рабочие чертежи деталей.

ПРОФИЛОГРАФ-ПРОФИЛОМЕТР ПЕРЕНОСНОЙ

Студент гр. 113103115 Любчик Е. В.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Среди показателей качества продукции первостепенное значение имеют параметры шероховатости поверхности, являющейся одной из важнейших эксплуатационных характеристик. От неё зависит не только коэффициент трения изделий, но и множество других свойств – коррозионная и износостойкость, ряд механических характеристик.



Рис. 1. Твердотельная модель профилографа профилометра

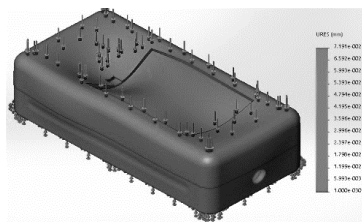


Рис. 2. Диаграмма деформаций

Целью работы является разработка конструкции переносного профилографа-профилометра.

Разработано техническое задание, выбраны и обоснованы технические решения, обеспечивающие климатическое исполнение В2 и степень защиты конструкции IP66.

Корпус прибора выполнен разъемным и изготавливается из АБС-пластика 1030-31. Пыле- и влагоустойчивость конструкции обеспечивается прокладкой уплотнения из резиновой смеси ИРП-1283.

Для синхронизации с ПК Предусмотрены интерфейсы USB. Герметизация разъема для подключения к интерфейсам обеспечивается при помощи резиновой заглушки. В качестве материала заглушки используется резиновая смесь ИРП-1283. Определена выборочность печатной платы – перегрузка 4g и частоте вибраций 100 Гц.

При помощи САПР SolidWorks разработана твердотельная модель конструкции профилографа-профилометра (рис. 1). Исследование прочностных характеристик (рис. 2) прибора при нагрузке 100 Н подтвердило правильность выбора конструктивных решений.

ДИНАМИЧЕСКИЙ ТВЕРДОМЕР

Студент гр. 11303115 Привольнева В. А.

Кандидат. техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Твердомеры широко используются в различных отраслях промышленного производства: металлургии, энергетике, машиностроении и в строительной сфере. Твердомеры могут быть портативными и стационарными. Портативные твердомеры получили широкое распространение из-за своей доступности, не высокой стоимости, достаточной точности, мультизадачности, мобильности и универсальности.

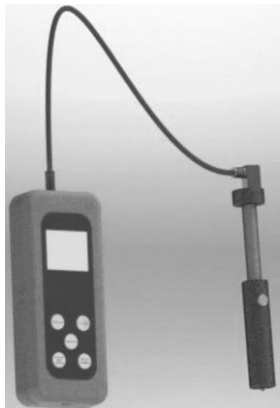


Рис.1. Твердотельная модель твердомера

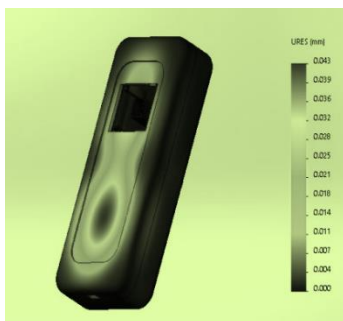


Рис. 2. Диаграмма напряжений

значения. Вибропрочность печатной платы при воздействии вибрации частотой $f = 80$ Гц и перегрузке 4g обеспечена.

Целью данной работы является разработка конструкции динамического твердомера климатического исполнения Т2 и степень защиты конструкции IP 55.

Чтобы устройство являлось ремонтно-пригодным корпус выполнен разъёмным. Для обеспечения герметизации корпуса применяется уплотнительный элемент, изготавливаемый из силиконовой резины ИРП-1265 НТА. Определено, что для обеспечения требуемой степени герметизации величина усилия сжатия прокладки уплотнения равна 250 Н. Для герметизации разъёмов использовал ось защитное средство "NANOPROTECH Electric». При помощи САПР SolidWorks разработана твердотельная модель твердомера (рис.1). При помощи SolidWorks Simulation исследована величина напряжений, деформации и перемещений при воздействии на конструкцию распределённой силы 100 Н. Установлено, что их величина не превышает допустимые

ТЕЧЕЙСКАТЕЛЬ ГАЗА ПЕРЕНОСНОЙ

Студент гр. 113103115 Бардацкий Е. А.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Течеискатели горючих газов позволяют быстро локализовать места утечек горючих газов: метана, пропана и водорода. Данные устройства незаменимы для поиска утечек на труднодоступных участках газовых трубопроводов, в жилых и производственных помещениях.



Рис. 1. Твердотельная модель течеискателя газа

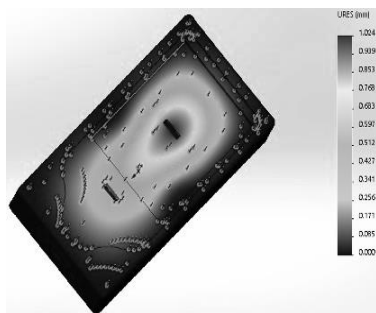


Рис. 2. Диаграмма перемещений

ристик (рис. 2) прибора при нагрузке 100 Н показало, что величина напряжений и деформаций не превысят допустимых.

Рабочие чертежи основания, втулки, крышки, уплотнителя и сборочный чертёж конструкции разработаны при помощи САПР AutoCAD 2018.

Цель работы – разработка конструкции течеискателя климатического исполнения О1 и степени защиты конструкции IP66.

В процессе разработки разработано техническое задание, выбраны материалы, из которых изготавливаются детали конструкции и приняты технические решения, обеспечивающие эксплуатацию в заданных условиях. Для обеспечения герметизации между основанием и крышкой предусмотрен уплотнитель, изготовленный из силиконовой резины ИРП-1352. Определено усилие сжатия уплотнительного элемента $F = 315$ Н. Установлено, что вибропрочность печатной платы составит не менее 5g при частоте 40 Гц. Для обеспечения ремонтпригодности конструкции корпус выполнен разъёмным. Основание и крышка фиксируются шестью винтами А.М2-6gx14.48.

При помощи САПР SolidWorks разработана твердотельная модель конструкции течеискателя газа (рис. 1).

Исследование прочностных характе-

ДЕФЕКТОСКОП ЦИФРОВОЙ

Студент гр. 11312115 Лях Л. А.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Дефектоскоп цифровой представляет собой переносной измерительный прибор, предназначенный для обнаружения внутренних дефектов металлических и неметаллических материалов. Может применяться в области экологических исследований, строительстве, специализированных лабораториях, для научных исследований.



Рис. 1. Твердотельная модель цифрового дефектоскопа

Цель работы является разработка конструкции переносного цифрового дефектоскопа, разработать сборочный чертёж и рабочие чертежи деталей, в соответствии с климатическим исполнением выбрать материалы конструкции.

Разработано техническое задание на конструирование дефектоскопа цифрового и выбраны материалы, из которых изготавливаются детали конструкции. Приняты конструктивные и технические решения, обеспечивающие климатическое исполнение конструкции ОЗ и степень защиты оболочки IP 45. Защитный корпус выполнен разъёмным и изготавливается из АБС – пластика 1534.

Для герметизации корпуса применяется прокладка уплотнения из силиконовой резины ИРП-1265. Определена сила сжатия уплотняющей резиновой прокладки, которая составляет $F = 117 \text{ Н}$.

Для обеспечения эргономических условий эксплуатации прибора габаритные размеры корпуса выполнены в соответствии с антропометрическими параметрами кисти человека ГОСТ Р ЕН 547-3-2009. В соответствии с требованиями герметизации на лицевой панели корпуса расположена плёночная панель с клавишами управления устройством.

С помощью САПР SolidWorks 2017 разработана твердотельная модель конструкции цифрового дефектоскопа (рис. 1.). Рабочие чертежи крышки, основания, ручки, прокладки уплотнения, плёночной панели и сборочный чертёж конструкции разработаны при помощи САПР AutoCAD 2018.

ИЗМЕРИТЕЛЬ ВИБРАЦИИ

Студент гр. 11312115 Матвиевич В. Г.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Измеритель вибрации используется для измерения виброускорения, виброскорости и виброперемещения при техническом диагностировании различных машин и механизмов, и объектов, расположенных вблизи источников вибрации.

Цель работы – разработка конструкции измерителя вибрации климатического исполнения О1 и степенью защиты IP66.

В процессе выполнения работы было разработано техническое задание



Рис. 1. Твердотельная модель измерителя вибрации

и определены технические решения, конструктивно обеспечивающие эксплуатацию конструкции в заданных условиях. Выбраны материалы для изготовления деталей конструкции. В качестве материала разъемного корпуса выбран поликарбонат, так как данный пластик обладает высокой прочностью, термо- и влагостойкостью. Основание и крышка корпуса скрепляются при помощи винтов М4х35. Для обеспечения герметичности конструкции используется

уплотнитель, выполненный из резиновой смеси ИРП 1265, пригодной для использования в различных климатических условиях. Сила сжатия прокладки уплотнения для обеспечения требуемого уровня герметичности составляет 806 Н. Требуемое усилие затяжки обеспечивается наличием заформованных в крышке бронзовых резьбовых втулок. Проверена правильность выбора класса точности и типа посадки, необходимых для установки печатной платы на опоры защитного корпуса - Н8/д8. Для управления устройством и обеспечения требуемого уровня герметизации конструкции используется клавиатурная пленочная панель.

При помощи САПР SolidWorks была разработана твердотельная модель измерителя вибрации (рис. 1). Рабочие чертежи крышки, основания, уплотнителя, пленочной панели и сборочный чертёж конструкции разработаны с помощью САПР AutoCAD.

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ДИСТАНЦИИ

Магистрант Новрузов М. Р.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

В тренировочном процессе некоторые виды упражнений должны выполняться только при соблюдении определённых ограничений. Для игровых видов спорта таким ограничением является дистанция до объекта.

Цель данной работы является разработка конструкции универсального устройства контроля дистанции. Контроль дистанции предназначен определе-



Рис. 1. Твердотельная модель устройства контроля дистанции

ние положения спортсмена относительно, например, мишени, которую необходимо поразить мячом.

Было разработано техническое задание для проектирования блока управления с климатическим исполнением УХЛ1 и степенью защиты конструкции IP66.

В соответствии, с разработанными функциональной и принципиальной электрическими схемами был разработан электронный макет печатного узла устройства контроля дистанции, что позволило определить оптимальные габаритные размеры конструкции в целом и оптимизировать его компоновку.

В качестве лицевой панели управления была разработана вид плёночной клавиатуры оригинальной формы, графического и цветового исполнения. Требуемый уровень герметизации устройства обеспечивается прокладкой уплотнения прямоугольного сечения. Установка прокладки уплотнения осуществляется в паз, расположенный на плоскости сопряжения частей корпуса. Прокладка выполнена из резиновой смеси ИРП-1266НТА. При помощи расчётов определено оптимальное усилие сжатия уплотнительного элемента, необходимого для обеспечения требуемого уровня герметизации, $F_{сж} = 350 \text{ Н}$.

Выбраны и обоснованы материалы конструкции: защитный корпус изготавливается из АБС пластика SD-0150. Определена вибропрочность печатной платы, выполненной из фольгированного текстолита ВФТ-С толщиной 1 мм. При установке элементов схемы методом поверхностного монтажа вибропрочность печатной платы при частоте вынужденных колебаний 80Гц составит не менее 6g.

Твердотельная модель блока управления разработана при помощи системы автоматизированного проектирования SolidWorks (рис. 1).

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КЕЛЬВИНА ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СПЛОШНОСТИ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ МЕТАЛЛА ГАЗОНЕФТЕПРОВОДОВ

Студенты гр. 11312115 Фольнсков Д. И., Тихоновец Е. С.

Кандидат техн. наук, доцент Пантелеев К. В.,

кандидат техн. наук, доцент Свистун А. И.

Белорусский национальный технический университет

Современные магистральные газонефтепроводы, как правило, используют стальные трубы и фитинги с заводским защитным покрытием. В зависимости от параметров и условий эксплуатации трубопровода применяют следующие материалы защитных и изоляционных покрытий: полиэтилен, полипропилен, материалы на основе эпоксидных смол, комбинированные и композиционные материалы. При этом непрерывно разрабатывается новые технологии нанесения покрытий, составы композиционных материалов покрытий и адгезионных подслоев. В этой связи актуальным является разработка новых лабораторных методов контроля и анализа параметров новых функциональных материалов.

Одним из методов неразрушающего контроля, позволяющим получать информацию о сплошности покрытия на металле является метод контактной разности потенциалов в модификации сканирующего зонд Кельвина (Scanning Kelvin Probe). Метод Кельвина позволяет измерять такой фундаментальный параметр металла, как работа выхода электрона (РВЭ) поверхности. РВЭ зависит практически от любых изменений состояния поверхности металла.

Покрытие на металле вызывает соответствующие изменения физико-химического и механического состояния его поверхности. Такие изменения ведут к смещению электрохимического потенциала (уровень Ферми) внутри металла и образованию двойного электрического слоя на границе раздела металл-покрытие, что определяет значение РВЭ поверхности. Локальные изменения РВЭ прямо пропорциональны эффективному дипольному моменту и степени межмолекулярного взаимодействия материалов основания с покрытием. Нарушение межмолекулярных связей ведет к соответствующим изменениям РВЭ и, соответственно, неоднородности потенциального рельефа субстрата с покрытием, при этом в случае такого дефекта, как непрочлей, методом Кельвина будет регистрироваться относительное значение РВЭ материала основания.

Таким образом, метод Кельвина может быть перспективным аналитическим инструментом при отработке составов и технологических процессов нанесения полимерных покрытий на металл трубопровода, исследования взаимодействия покрытий с металлом на границе раздела, лабораторном неразрушающем контроле неоднородности покрытия. Кроме того, метод позволяет исследовать процессы адсорбции, коррозии, деформации металла под покрытием.

МЕТОД РАСЧЕТА ВРЕМЕНИ ЖИЗНИ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ ФОТОТОКА В P-N-СТРУКТУРАХ

Студент гр. 11303116 Полещук П. А.

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

Белорусский национальный технический университет

Контроль качества полупроводниковых структур в процессе технологии их изготовления является актуальной задачей. Наиболее чувствительной величиной, характеризующей их совершенство, присутствие малых примесных концентраций и дефектов, является время жизни неравновесных носителей заряда (τ).

Известные методы измерения и расчета нестационарного и стационарного времени жизни носителей заряда в полупроводниковых структурах имеют существенные недостатки, связанные с неопределенностью свойств поверхности, необходимостью информации о скорости генерации носителей или изготовления образцов специальной формы. В работе предложен метод расчета τ путем измерения фототока p^+n -перехода, не требующий дополнительной информации.

Зависимость плотности фототока (j) резкого p - n -перехода от обратного напряжения (U) определяется только шириной области пространственного заряда (h):

$$j(U) = eG[L_p + h(U)], \quad (1)$$

где G – постоянная скорость генерации электронно-дырочных пар; L_p – диффузионная длина дырок в n -области. Вычисляя $h(U)$ и дифференцируя можно получить зависимость,

$$(dj/dU)^{-2} = (2/eGa)^2 (U + U_k), \quad (2)$$

которая представляет прямую линию с наклоном $\Delta(dj/dU)^{-2} / \Delta U = K$, где $a = (\varepsilon \varepsilon_0 / 2\pi e N_d)^{1/2}$, N_d – концентрация мелких доноров. Учитывая, что время жизни дырок в базовой области $\tau_p = L_p / D_p$, где D_p – коэффициент диффузии дырок, из (1) следует:

$$\tau_p = (a^2 / D_p) [0,5K^{1/2} j(U) - (U + U_k)^{1/2}]^2. \quad (3)$$

Измерения предложенным методом можно проводить при нормальной температуре на постоянном токе, используя образцы со сколотыми боковыми гранями, лампу накаливания, имеющую значительную составляющую инфракрасного излучения, и фокусирующее сферическое зеркало для обеспечения условия однородной генерации.

СЕКЦИЯ 2. КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ПРИБОРОВ

УДК 621.81

ДАТЧИК КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ АКУСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Студент Андрушко Е. И.

Кандидат техн. наук Подолян А. А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

Датчик контроля уровня жидкости акустическим методом относится к приборостроению, а именно к дискретным датчикам контроля уровня жидкости, и может быть использовано в системах и приборах контроля уровня жидкого топлива, при его хранении и заправке.

Рассмотрен датчик контроля уровня жидкости акустическим методом, конструкция которого показана на рис. 1. В основе устройства может быть использован, как пьезоэлектрический преобразователь, так и преобразователь основанный на электромагнитно-акустическом (ЭМА) методе [1].

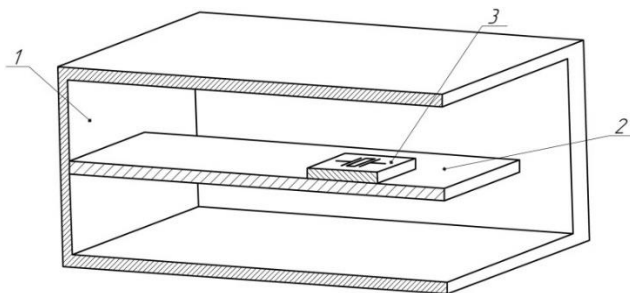


Рис. 1. Датчик контроля уровня жидкости акустическим методом:
1 – корпус; 2 – печатная плата; 3 – преобразователь

Таким образом, использование предложенного датчика контроля уровня жидкости позволяет повысить точность определения уровня жидкости и обеспечивает возможность определения скорости изменения уровня.

Литература

1. Анализ электромагнитно-акустического преобразователя с угловым вводом возбуждения ультразвуковой волны / Г.С. Тымчик, А.А. Подолян // Вестник НТУУ «КПИ» серия приборостроение. – Киев: Изд-во НТУУ «КПИ», серия приборостроения. – 2014 – Вып.47 – С.85-94.

УСТРОЙСТВО ИСПЫТАНИЯ РЕЖУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ФРЕЗ

Студент гр. 11307116 Аншиц А. А.,
студент гр. 11307116 Кучинская О. В.

Доктор техн. наук, профессор Киселев М. Г.

Белорусский национальный технический университет

Стоматологическая фреза – многолезвийный вращающийся инструмент, необходимый для работы стоматологов-ортопедов и зубных техников вне ротовой полости. Она состоит из рабочей части и хвостовика, служащего для закрепления фрезы за счёт замкового механизма в микромоторе [1].

Определение режущей способности испытуемых фрез осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 30213–94 [2]. Для этих целей была разработана установка, принципиальная схема которой представлена на рис. 1.

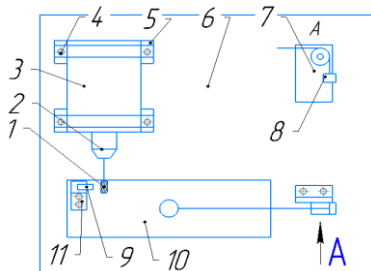


Рис. 1. Принципиальная схема установки

Испытуемая фреза 1 закрепляется в патроне 2 электродвигателя 3, который с помощью хомутов 4 своей цилиндрической поверхностью прижимается к поверхностям призм 5, установленных неподвижно на основании 6. На нем также закреплен кронштейн с подшипником 7 и направляющие качения 10, к которым прикреплена с помощью держателя 11 пластина из текстолита 9. Используя аттестованные грузы 8, через нить передаётся усилие прижима пластины к режущей поверхности фрезы.

Режущую способность фрезы оценивали по значению площади пропила, полученного за определённое время обработки.

Литература

1. Сабитов В. Х. Медицинские инструменты. – Москва: Медицина, 1985. – 175 с.
2. Инструменты стоматологические вращающиеся. Методы испытаний: ГОСТ 30213-94 – Введ. 01.07.96. – Москва: Технический комитет по стандартизации ТК 279 «Зубоврачебное дело», 1996. – 8с.

СТЕНД УСКОРЕННЫХ РЕСУРСНЫХ ИСПЫТАНИЙ ШИН

Студент гр. 31302113 Бойко М. А.

Кандидат техн. наук Мониц С. Г.

Белорусский национальный технический университет

Испытания автомобилей различаются по испытываемым объектам, назначению, способам проведения и т.д. (ГОСТ 16504-74). Производят испытания опытных и макетных образцов новых или модернизированных автомобилей и их модификаций, образцов установочной серии новых моделей, базовых моделей или модификаций, а также автомобилей текущего производства.

Станция испытательная состоит из бегового барабана 8, в соприкосновение с которым вводится испытываемая шина 11 при перемещении каретки 17 от привода 16. Вращение беговому барабану 8 передается от электродвигателя 1 через червячную передачу 20, 21 и ремennую передачу со шкивами 3, 6 и ремнем 2. Скорость вращения бегового барабана 8 фиксируется датчиком 10. Дополнительную деформацию вносят ролики 19 с приводами 18, воздействующие на шину в трех точках. Шина имеет возможность установки под углом к образующей бегового барабана 8 за счет вращения каркаса 13 на опоре 15 от привода 14.

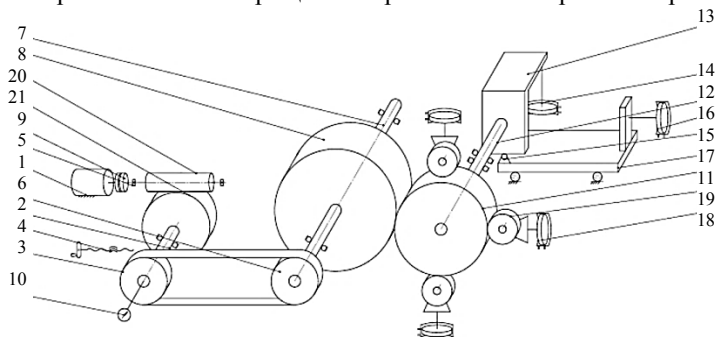


Рис. 1. Схема станда

Разработанное устройство позволяет проводить ускоренные испытания шин и обеспечивает приближенные условия испытания к эксплуатационным. Достоинством станда является возможность проведения автоматических измерений по заданным программам.

Литература

1. Ануриев В.И. «Справочник конструктора-машиностроителя» В 3-х томах. Том 1 - 9-е изд., перераб. и доп. / Под ред. И. Н. Жестковой. - М.: Машиностроение, 2006. - 928 с.: ил.

КИНЕТИКА ВВОДА ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ В ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Студент гр. 11307116 Козлова О. А.

Кандидат физ.- мат. наук, доцент Бумай Ю. А.

Белорусский национальный технический университет

Одноразовая инъекция. В организм вводят лекарственный препарат массой m_0 , и сразу же начинается его удаление из организма. Предполагается, что скорость удаления препарата из организма прямо пропорциональна его массе. Поэтому запишем уравнение вывода в виде реакции первого порядка:

$$\frac{dm}{dt} = -km, \quad (1)$$

где k – коэффициент удаления препарата из организма.

Разделим переменные и проинтегрируем, получим $m = m_0 e^{-kt}$. Из данной формулы видно, что концентрация лекарственного препарата в организме будет непрерывно снижаться по экспоненциальному закону, т.е. не удастся поддерживать в крови его постоянную массу.

Введение препарата с постоянной скоростью (капельница). Изменение массы лекарственного препарата в организме будет определяться как скоростью его введения q (количество препарата, вводимое в единицу времени), так и скоростью его удаления:

$$\frac{dm}{dt} = q - km. \quad (2)$$

После преобразования и интегрирования получим

$$m = \frac{q}{k} (1 - e^{-kt}) = m_{const} (1 - e^{-kt}). \quad (3)$$

Из уравнения видно, что через некоторое время $\tau > 1/k$ (определяемое скоростью вывода препарата из организма) после начала введения лекарства устанавливается его постоянная масса m_{const} необходимая для терапевтического эффекта.

Сочетание первых двух способов (непрерывного введения препарата с введением нагрузочной дозы (инъекции)). Модель в этом случае имеет вид (2), однако интегрирование производится от ударной дозы m_0 . Решение имеет вид

$$m = \frac{q}{k} - \left(\frac{q}{k} - m_0 \right) e^{-kt} = m_{const} - (m_{const} - m_0) e^{-kt}. \quad (4)$$

Из формулы видно, что если $m_0 = m_{const}$, то оптимальная масса лекарственного вещества устанавливается мгновенно.

ОДНОКАНАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ EMG-СИГНАЛОВ

Магистрант Варданесян К. А.

Ассистент Вонсевич К. П.

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

Создание высокоточных измерительных систем для регистрации и анализа биологических сигналов – достаточно скрупулёзная и сложная задача. При распознавании миоэлектрических (EMG) импульсов классическим является применение многоканальных измерительных модулей, что усложняет задачу их использования в портативных устройствах, таких как бионические и миоэлектрические протезы. Однако, развитие мира носимой электроники и удешевление Health Care технологий позволяет достигать значительных результатов даже с малым количеством измерительных каналов.

Так, возможной альтернативой стандартным EMG-приборам, является одноканальный модуль MyoWare Muscule Sensor, от Advancer Technologies. Этот модуль имеет встроенную схему усиления и фильтрации электрокимографического сигнала, а также может работать в диапазоне входных напряжений от 3.3В до 5В, что делает его удобным для использования в устройствах обработки сигналов с микроконтроллерным управлением. Применение подобных устройств позволяет не только проводить эффективное измерение и категоризацию сигналов, а и организовывать дальнейшее преобразование полученных результатов в алгоритмы управления исполнительными механизмами.

Например, в статье [1], совместное использование модуля MyoWare с микроконтроллером и техникой машинного обучения KNN, позволило распознать 6-ть жестов кисти с точностью в 86%. А в статье [2], комбинация его с интегрированной искусственной нейронной сетью достигла точности классификации того же набора движений, с показателем свыше 95%.

Литература

1. Вонсевич К. П., Безуглий М. О., Гапонюк А. О., «Оцінювання часових характеристик електроміограми функціональних рухів кисті руки для інтуїтивного керування біонічним протезом», Наукові Вісті НТУУ КПІ, №. 1, С. 45–53, 2018.
2. K. Vonsevych, M. Goethel, J. Mrozowski, «Fingers movements control system based on artificial neural network model», Radioelectronics and Communications Systems, №. 1, Т. 62, С. 23–33, 2019.

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ КОЛЕННЫХ МОДУЛЕЙ

Студент гр. 11307114 Волчѣк И. В.

Кандидат техн. наук, доцент Габец В. Л.

Белорусский национальный технический университет

Одной из важнейших социальных задач на сегодня является более полное удовлетворение запросов инвалидов, престарелых и нетрудоспособных граждан-весьма многочисленной группы равноправных членов общества, имеющих свои специфические нужды. Эта задача подтверждает актуальность создания и организации производства технических устройств, в какой-то степени компенсирующих инвалидам, престарелым и больным потерянные или ослабленные физиологические возможности. Кроме того, создание таких устройств позволяет механизировать и облегчить труд младшего и среднего медицинского персонала, а также в домах-интернатах и в центрах социального обслуживания пенсионеров и в больницах.

Протезирование-комплекс медико-социальных мероприятий, направленных на возмещение анатомических и функциональных дефектов чело-века с помощью протезно-ортопедических средств и приспособлений [1].

Стенд для испытания коленных модулей предназначен для испытания модулей коленных на статическую нагрузку, динамическую нагрузку и на долговечность. Протезы исследуются с целью изучения вопросов функционирования и прочности, износостойкости и безопасности [2]. Показателем долговечности протеза является срок его службы с момента выдачи в опытную носку до окончательного износа. Основным недостатком показателей, получаемых при опытной носке, является их несопоставимость, т.к условия в которых проводятся испытания узлов протезов могут быть весьма различными, а время испытания велико. Поэтому, для ускорения получения объективных данных разрабатываются испытательные стенды, характер испытания на которых приближен к условиям нагрузки протезов в опорный период шага [3].

При испытании протезов на динамическую нагрузку стенд имитирует все движения и нагрузки, которые испытывает протез на практике при обычной ходьбе. Кроме циклической нагрузки при обычной ходьбе вспомогательные средства могут испытывать, в исключительных случаях, например, при падении или подскользывании, значительно более высокие нагрузки. Прочностные свойства протеза в таких случаях определяются с помощью статических испытаний. Стенд может применяться на предприятиях изготавливающих протезы и в сертификационных лабораториях с целью проведения испытаний.

Литература

1. Габец, В. Л. Стенд для испытания коленных модулей / Новые направления развития приборостроения: материалы 2-й Международной студ. научно-тех. конф., БНТУ, Минск. 2009 г. С. 150.

2. ГОСТ Р ИСО 10328-3-98 Протезирование. Испытания конструкций протезов нижних конечностей. Часть 3. Методы основных испытаний. ОКС 11.180 ОКСТУ 9444. Дата введения 1999-01-01

3. Габец, В. Л. Стенд испытательный / Приборостроение-2014: материалы 7-я Международной научно-тех. конф., БНТУ, Минск. 2014 г. С. 311-313.

UDC 621.91.01: 681.9.01: 004.94

COMPUTER MODELLING OF DETAIL'S STRESSED-DEFORMED STATE

Assistant Voloshko O. V.

PhD, Assoc. Prof., Vysloukh S. P.

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

During details' machining one of the key tasks is the appointment of rational cutting conditions. The quality of the machined surface, productivity and machining accuracy, as well as the stressed-deformed state of the detail depend on the cutting conditions.

A literature analysis has shown that the most promising method for determining the state of a detail after machining is the numerical method, or more precisely, the final element method.

With it, you can simulate the cutting process, calculate the stresses arising in the details, carry out their preliminary assessment, predict possible deformations, analyze the geometric accuracy of details, develop recommendations for the purpose of processing technological conditions [1].

The combined using of the method of assigning rational cutting conditions and the final element method makes it possible to obtain an adequate model of the stress-deformed state of the detail [2]. Thus, by computer modelling, you can get a realistic model built in a three-dimensional design system, with the possibility of assigning different materials to be processed.

Based on the results of computer modelling, the calculated dependencies are formed to find the allowable values of forces and cutting moments, as well as the necessary dependencies to determine or adjust the cutting conditions for specific technological conditions for details' machining. And all this can be done at the stage of technological preparation of production.

References

1. Болотеин А. Н. Анализ напряженно-деформированного состояния деталей после механической обработки средствами компьютерного моделирования / Вестник РГАТУ имени П. А. Соловьёва. – Рыбинск: РГАТУ, 2014. – №1(28). – с. 54– 61.

2. Волошко О.В., Вислоух С.П. Математичне моделювання параметрів технологічних процесів механічної обробки деталей приладів / Вісник НТУУ «КПІ». Серія. Приладобудування. - 2005. Вип. 29.– С. 63-67.

УДК 621.792.4

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВЫХ НАРУШЕНИЙ У ЧЕЛОВЕКА

Магистрант Горбач Д. Ю.

Кандидат техн. наук, доцент Савченко А. Л.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время для диагностики челюстно-лицевых нарушений у человека используется устройство. С помощью данного устройства записываются всевозможные движения нижней челюсти на ленте кимографа. На основании полученных данных кимографа, судят о характере жевательных движений нижней челюсти. С помощью этого устройства можно изучать изменения биомеханики жевательной системы при аномалиях её развития и при потере зубов.

В настоящей работе было рассмотрено известное устройство для определения двигательной функции жевательного аппарата. В котором движения нижней челюсти преобразуется в перемещение механического пищевого органа, посредством резинового баллона, находящегося в пластмассовом футляре, прижимаемого к нижней челюсти поясом. При этом движение нижней челюсти приводит к изменению давления воздуха в баллоне и движение нижней челюсти преобразуется в механическое перемещение пищевого органа.

После анализа существующей конструкции было решено преобразовать механическое движение в электрический сигнал, так как это в значительной степени повышает точность устройства, а также осуществлять обработку и хранение полученных данных с помощью ПК. Вместо резинового баллона, помещенного в пластмассовый футляр, мы используем манжету, помещенную в корпус охватывающую нижнюю челюсть, в которой нагнетается требуемая величина давления воздуха, при этом манжета посредством резиновой трубки связана с сильфоном. При изменении давления, в котором при жевании происходит деформация сильфона, которая преобразуется в электрический сигнал, посредством бесконтактного индуктивного преобразователя, включенный в мост переменного тока по дифференциальной схеме, который подключен к электронному блоку, где сигнал усиливается и производится компьютерная обработка сигнала. Устройство позволяет

повысить точность измерения, производительность и обрабатывать и хранить информацию с помощью современных устройств.

Литература

1. Рубинов И.С. Физиологические основы стоматологии / И.С. Рубинов. – Ленинград: Медицина, 1970. – 334 с.

UDC 621.91.01:004.94

MODELING THE PARAMETERS OF THE DETAILS' INTERNAL CONDITION BY MEANS OF THE FEMAP SYSTEM

Student group PB-81mp Davydiuk L. P.
PhD, Assoc. Prof., Vysloukh S. P.
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Despite the large number of works in the field of researching the surface layer quality and analyzing the stress-deformed state, the problem of determining residual stresses in the surface layer of complex spatial shape details, which leads to their distortion and violation of geometric accuracy, is still relevant [1]. To solve this problem, it is proposed to use modern computer simulation and numerical analysis systems.

One of these numerical methods is the final element method, the use of which makes it possible to obtain the necessary results with minimal time.

Analysis of modern computer simulation systems allowed us to choose the most effective system for solving the problem. The Femap system, based on the application of the final element method, makes it possible to automatically calculate the strength model of the detail according to the input data. In this case, the system selects the nodes in the detail volume, splits the detail into final elements, numbers the nodes, builds the matrix of elements, makes the equation of calculations. The calculation results are displayed in the form of tabular data and visual diagrams of the desired parameters [2].

Practical using of the Femap system for modeling the parameters of the detail's internal state during its machining allowed to establish plastic and temperature deformations occurring in the body of the detail, taking into account the cutting conditions used.

Also solved the problem of determining the stress-deformed state of the detail when it is loaded during operation.

References

1. Болотеин А.Н. Анализ напряжённо-деформированного состояния деталей после механической обработки средствами компьютерного моделирования / Вестник РГАТУ имени П. А. Соловьёва. – Рыбинск: РГАТУ, 2014. – №1(28). – С. 54 – 61.

2. Шинкаренко Г.А. Проекційно-сіткові методи розв'язування початково-крайових задач. – Київ: УМК ВО, 2011. – 88 с.

УДК 615.47: 615.84

АППАРАТ ДИАГНОСТИКИ И ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ

Студент (магистрант) гр. ПБ-382мп Дорошук И. А.
Кандидат техн. наук, доцент Терещенко Н. Ф., Шевченко В. В.
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

На сегодняшний день все больше появляется различных аппаратов для электротерапии, они отличаются типами влияния, местами наложения электрода, но совершенно недостаточно аппаратов, которые бы позволяли сначала исследовать отклонения от нормального функционального состояния и подавать определенный корректирующий сигнал стимуляции биологических тканей человека [1].

Нами было усовершенствовано уже известное устройство диагностики и электростимуляции биологических тканей человека, которое используется для поиска отклонений от нормального функционального состояния и влияет путем формирования необходимого корректирующего сигнала стимуляции биологических тканей человека. Это дает возможность восстановить нормальное физиологическое состояние организма человека [2].

Данный аппарат управляется микроконтроллером, блоком регистрации измеряемого параметра и адаптером, имеет два активных и индифферентный электроды, прибор регистрирует сигнал отзыва от активного электрода, сравнивает с тестовым сигналом, и по разностному сигналу производит стимулирующий сигнал на биологическую ткань. Дополнительно контролируется температура биологической ткани в зоне стимуляции. Так блоки управляемого источника тока и датчик температуры, подключенные к адаптеру с новым алгоритмом работы, позволили существенно расширить функциональные возможности за счет сочетания диагностики и электротерапии. На рис. 1 изображена функциональная схема такого аппарата.

Аппарат диагностики и электростимуляции биологических тканей человека функционально состоит из активного электрода (АЕ) 1; блока стабилизации уровня тестирующего сигнала (СРТС) 2; прибора регистрации измеренного параметра (ПРВП) 3; адаптера (АД) 4; персональной электронно-вычислительной машины (ПЕОМ) 5; внешней базы данных (БД) 6; дополнительного активного электрода (ДАЕ) 7; микроконтроллера (МК) 8; жидко-кристаллического дисплея (РКД) 9; индифферентного электрода (ІЕ)

10; датчика температуры (ДТ) 11; управляемого источника тока (КДС) 12; компьютера 13.

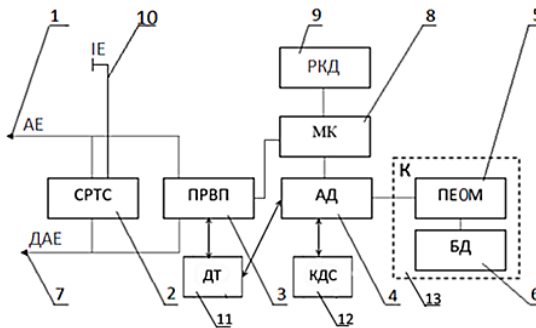


Рис. 1. Аппарат диагностики и электростимуляции биологических тканей человека

Так работа блоков управляемого источника тока и датчика температуры по новому алгоритму диагностики комплексного значения сопротивления кожи биологической ткани и текущего значения температуры в момент измерения активного сопротивления и формированию необходимого корректирующего сигнала стимуляции биологических тканей человека позволили существенно повысить точность диагностики и расширить функциональные возможности за счет сочетания диагностики отклонений от нормального функционального состояния организма человека, электростимуляции и корректировки электрического поля зоны исследования [3].

Во время процедуры пациент чувствует покалывание, легкое жжение, вибрацию. Терапевтическое воздействие способствует улучшению кровообращения, рассасыванию отеков, увеличивая содержание кислорода в клетках организма, и применяется при выраженном болевом синдроме, травматических повреждениях, заболеваниях опорно-двигательного аппарата и суставов, эпилепсии, мигрени и других болезнях.

Литература

1. Ультразвукові фізіотерапевтичні апарати та пристрої: монографія / Терещенко М.Ф. Тимчик Г. С., Чухраєв М.В. Кравченко А.Ю. - Київ.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. -184 с.
2. Tymchik G.S. The temperature method of control in a magnetotherapy / G.S. Tymchik, M.F. Tereshchenko, V.U. Rudyk // XIV PhD Workshop OWD 2012, Wisla. - P. 318-324.
3. Tymchik G. Investigation Thermal Conductivity of Biological Materials by Direct Heating Thermistor Method / G. Tymchik, S. Vysloukh, N. Tereshchenko, S. Matvienko. – 2018 IEEE 38th International Conference on ELECTRONICS AND NANOTECHNOLOGY (ELNANO), April 24-26, 2018, – Kyiv, Ukraine. – pp. 429-434.

АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ ДЕТАЛЕЙ ПРИ 3D-ПЕЧАТИ

Студент гр. ПБ-81мп. Доценко А. К.

Кандидат техн. наук, доцент Стельмах Н. В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

Во процессе печати детали при низком качестве и большой скорости появляется множество ошибок и проблем, но, если качество задано на высоком уровне, количество проблем уменьшается, однако при этом их решение требует большего изменения параметров и настройки печати.

Каждый слой изготавливаемой детали состоит из контура и заполнения. Пропечатавание происходит наплавлением последующего слоя на предыдущий. При некачественном или тонком предыдущем слое, последующий пропечатавается с дефектами: появление пор, неоднородность пропечатавания, смещение последующего слоя вплоть до расслаивания. Одним из дефектов является появление щелей и непропечатанных участков на верхнем или нижнем слое [1].

Избежать появления данного вида дефект можно отрегулировав скорость печати, так как при больших скоростях «сцепление» может происходить не в полной мере. Это поможет заполнить щели, но уменьшит скорость печати верхнего и нижнего слоя. Стоит учитывать, что при уменьшении скорости возможны появления иных дефектов: избыток пластика, появление выпирающих частей на кромках детали.

Еще один метод, решающий проблему программным способом в опциях заполнения материала: перед началом печати, необходимо увеличить прочность соединения контура с наполнением, выставив при этом количество материала, которым будет наполнен периметр. При повышении заплывания из начального состояния на 10-15 % можно решить проблему.

Так же можно повысить температуру печати на 5-10 градусов, что может улучшить заполнение непропечатываний.

Все корректировки стоит проводить поочередно при небольших отклонениях от начального значения. Для разных типов пластика нужно выставлять свои технические параметры печати, которые будут зависеть от свойств пластика, принтера, на котором производится печать, и параметров сопла.

Литература

1. Доценко О. К., Стельмах Н. В. Моделювання елементів підтримок виступаючих частин надрукованих деталей. – 2018.

ИСПЫТАНИЯ ПОРОШКОВ ДЛЯ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОГО ПОЛИРОВАНИЯ ОБРАЗЦОВ ИЗ СПЛАВА Zr-Ni

Студент гр. 1-36 80 03 (магистрант) Захаров И. А., Касьяник А. В.

Кандидат техн. наук Хомич Н. С.

Белорусский национальный технический университет

УП «Полимаг»

Введение. Цель работы – определить эффективность применения металлокерамического порошка, полученного методом СВС, при магнитно-абразивном полировании (МАП) труб-оболочек твэлов из сплава Zr-Ni.

Табл. 1. Химический состав порошка

Оксид	% по массе	Оксид	% по массе
Al ₂ O ₃	10,92	Fe ₃ O ₄	71,79
SiO ₂	14,88	NiO	0,04
SO ₃	0,19	ZnO	0,08
CaO	1,55	SrO	0,02
TiO ₂	0,46	ZrO	0,05

Табл. 2. Результаты испытаний образцов из циркониевого сплава

№	Порошок	Фракция	Усиление магнитной индукции	Весовой съём, мг	Размерный съём, мкм	Шероховатость Ra, мкм	
						До МАП	После МАП
1	ДЧК HG05	140/50	11%	74	24	0,151	0,089
2				98	9,9		0,076
3				49	13		0,076
4	Fe-B ₄ C	160/40		118	16		0,130
5				73	9,9		0,131
6				90	12		0,110
7	Порошок (СВС)	100/50		49	6,6		0,054
8				55	7,4		0,050
9				32	4,3		0,046

Исследуемый порошок в виде гранул (форма - октаэдр), представляет собой гомогенный сплав оксидов; оксид железа (основа), оксид кремния, оксид алюминия и оксиды других металлов. Химический состав порошка приведён в табл. 1.

Для сравнения испытаны другие порошки, применяемые при МАП: порошок ДЧК HG05 и полученный псевдоплавлением порошок Fe-B₄C.

Результаты испытаний. Испытания порошков проводились на установке Т10 при МАП образцов DxL=10x30 мм в течение 5-и минут. Режимы МАП: число оборотов образца в минуту – 1140, ход магнитной системы - 50

мм, частота осцилляции 2 Гц. Результаты испытаний порошков приведены в табл. 2.

Измерение шероховатости выполнены с помощью профилометра «MarSurf PS1» (Mahr, Германия).

Выводы. Испытанный порошок обеспечивает снижение параметра шероховатости Ra в 3 раза, по сравнению с порошками-аналогами, и рекомендуется к использованию на финишных операциях при МАП оболочек твэлов.

Литература

1. Хомич Н.С. Магнитно-абразивная обработка изделий: монография / Н.С. Хомич. – Мн.: БНТУ, 2006. – 218 с.
2. Акулович Л.М., Сергеев Л.Е., Покровский А.И., Сенчуков Е.В. Ферро-абразивные порошки для магнитно-абразивной обработки. Минск: БГАТУ, 2015.

УДК 679.91

СООСНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ТОНКОГО ШЛИФОВАНИЯ ШАРИКОВ ИЗ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Студент гр.11309116 Ефимчик А. О.

Кандидат техн. наук, доцент Щетникович К. Г.

Белорусский национальный технический университет

Шлифования шариков соосным дисковым инструментом происходит в условиях трения качения, поэтому интенсивность обработки низкая. В состав предлагаемого инструмента входят связанные с приводом вращения нижний диск 5, верхний прижимной диск 2 и охватывающее верхний диск кольцо 1. Обрабатываемые шарики 6 размещены на дорожке, образованной торцевой поверхностью нижнего диска, прямоугольной проточкой кольца и конической фаской верхнего диска. Между дисками находится дисковый сепаратор 4, исключающий контакт заготовок друг с другом. Фиксации кольца от вращения осуществляется стопорным винтом, установленным на крышке 3, который закреплен на корпусе с помощью зажимного винта.

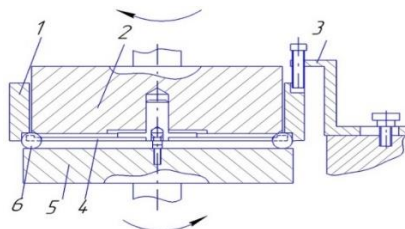


Рис. 1. Конструкция инструмента для шлифования шариков

Осевая нагрузка прикладывается к верхнему диску, который конической поверхностью прижимает шарики к нижнему диску и боковой поверхности кольцевой проточки. Кольцо базируется непосредственно на обрабатываемых шариках и в процессе шлифования самоустанавливается соосно дискам. Несимметричный четырехточечный контакт заготовок с инструментом исключает качение шариков, поэтому их перемещение сопровождается интенсивным скольжением. Из-за неизбежных вибраций инструмента силы трения по площадкам контакта с шариком непостоянны, что способствует быстрому изменению положения оси вращения шарика. Указанные факторы обеспечивают достижение высоких точностных параметров шариков и при необходимости позволяют ускоренно удалить повышенный припуск.

УДК 535.317

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКЕ

Студент гр. 11307216 Резанович В. А., студент гр. 1137116 Жуков В. И.

Кандидат техн. наук, доцент Филонова М. И.

Белорусский национальный технический университет

Материалы как исходное сырье для медицинских изделий должны удовлетворять следующим требованиям:

- биологическая инертность и нетоксичность по отношению к тканям и средам организма, с которыми они соприкасаются;
- возможность асептической обработки без изменения свойств и формы;
- коррозионная стойкость.

Каждый материал обладает определенными механическими (прочность, твердость, упругость, вязкость, пластичность и др.), химическими (влияют на его отношение к различным воздействиям) и технологическими (переработка в изделия, при которых возможны изменения свойств) свойствами.

На основе приведённых требований мы выделили следующую классификацию материалов в современной медицине:

1. По происхождению: природного и синтетического происхождения (предназначенные для контакта со средой живого организма и используемые для изготовления медицинских устройств).

2. По способу использования: трансплантаты и имплантаты. Трансплантаты - природный биоматериал, используется при пересадке органов. Имплантаты - искусственно созданные полимерные, керамические и многие другие биоматериалы.

3. По характеру отклика организма на имплантат: токсичные (оказывающие токсическое действие на организм при контакте) - большинство металлов; биоинертные

(нетоксичные, но биологически неактивные) - керамика на основе Al_2O_3 , ZrO_2 ; биоактивные (нетоксичные, биологически активные, срастающиеся с костной тканью) – композиционные материалы типа биополимер/фосфат кальция, керамика на основе фосфатов кальция.

Ученые продолжают трудиться над разработкой новых видов материалов, которых с каждым днём становится всё больше. В данной работе мы разработали упрощённую классификацию современных медицинских материалов.

Литература

1. Гюнтер В.Э., Ходоренко В.Н., Ясенчук Ю.Ф. и др. Никелид титана. Медицинский материал нового поколения. Томск: МИЦ 2006; 296.

УДК 533.9.01

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ МОЩНОСТИ В СОСТАВЕ ПЛАЗМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Студент гр. 816001 (магистрант) Кандрукевич И. Н.,

студент гр. 816001 (магистрант) Шульга Д. А.

Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники

Определение величины, вкладываемой в плазму газового разряда электрической мощности, является необходимым для управляемого регулирования процесса плазменной обработки. Однако, измерения нестационарных электрических сигналов недетерминированной формы представляют собой сложную задачу [1].

Измеритель состоит из датчиков тока и напряжения, перемножителя входных сигналов, интегрирующего АЦП и цифрового индикатора.

Активная мощность, поглощаемая нагрузкой, определяется формулой

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt, \quad (1)$$

где P – активная мощность; T – время интегрирования; $p(t)$ – значение мгновенной мощности, определяемая по формуле

$$p(t) = u \cdot i, \quad (2)$$

где i – мгновенное значение тока через нагрузку; u – мгновенное значение напряжения на нагрузке [2].

Для определения активной мощности по формуле (1) при наличии входных сигналов тока и напряжения необходимо осуществить перемножение входных сигналов тока и напряжения по формуле (2), что дает функцию мгновенного значения мощности $p(t)$ и произвести усреднение полученной функции за время T , в результате будет получено искомое значение мощности.

Датчик напряжения представляет собой делитель напряжения, стоящий параллельно нагрузке. Датчик тока состоит из одного резистора номиналом в 1 Ом, который подключен последовательно нагрузке. В основе аналогового прецизионного перемножителя лежит микросхема КР525ПС2А, которая осуществляет перемножение мгновенных значений сигналов тока и напряжения с выхода датчика.

Сигнал с выхода аналогового перемножителя поступает на вход интегрирующего АЦП, который выполняет интегрирование входного сигнала по формуле (1) и его дальнейшее преобразование в цифровую форму с последующим выводом на цифровой индикатор. В качестве АЦП в приборе используется АЦП двойного интегрирования БИС КР572ПВ5А.

Литература

1. Кушнир Ф. В., Радиотехнические измерения – М.: Связь, 1990.
2. Горбунов Б. И. Контрольно-измерительная техника, М.: Высшая школа, 2001.

УДК 615.473

ШПРИЦЕВОЙ НАСОС

Студент гр. 11307114 Кипень С. В.

Кандидат техн. наук Степаненко Д. А.

Белорусский национальный технический университет

Современная медицина продвинулась далеко вперед. Увеличилась ранняя выявляемость патологий новорожденных и грудных детей. Разрабатываются новые способы лечения гормонозависимых заболеваний, например, сахарного диабета. Кроме того, появляется большое количество новых лекарственных препаратов, требующих постоянного дозированного введения. Соответственно, разрабатываются инновационные способы введения этих препаратов.

Автоматические шприцевые насосы сегодня имеют широкое распространение. Использование помп связано с непрерывным дозированным введением разнообразных лекарств. Шприцевые насосы предназначены для повсеместного использования в отделениях неонатологии и педиатрии, реанимации и анестезиологии, хирургии. Данное оборудование широко известно на отечественном рынке медицинской техники.

Шприцевой дозатор (шприцевой насос, шприцевая помпа) – это прибор для максимально точного автоматического или механического введения лекарственного препарата в определенной дозировке в течение требуемого промежутка времени.

Шприцевой насос прост в управлении. Перед началом процедуры введения лекарственного препарата шприцевой насос автоматически самодиагностируется на наличие ошибок. Углубление для шприца может вмещать

один шприц номинальным объемом от 10 до 50 мл. После установки шприца прибор автоматически определяет объем шприца с помощью датчика, установленного в кнопке фиксации шприца и выдает рекомендуемые значения скорости вливания препарата. В аппарате предусмотрены функции ускоренной инфузии и устранения воздушных пузырьков из системы. Перед началом установки шприца толкатель отводится вручную нажатием на нем рычага ручного управления до момента соприкосновения его со штоком шприца, после этого шток шприца помещается в углубление для установки.

УДК 679.91

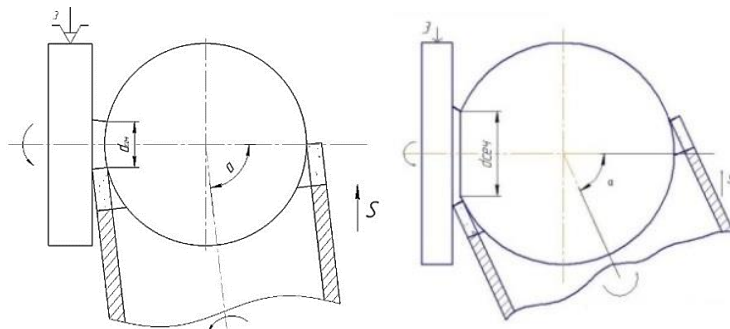
ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ШАРА НА МОДЕРНИЗИРОВАННОМ ТОКАРНОМ СТАНКЕ

Студент гр. 11309114 Козлов Е.А.

Кандидат техн. наук, доцент Щетникович К.Г.

Белорусский национальный технический университет

При формообразовании сферической поверхности шара из минерального сырья используются машинно-ручной и механизированный способ обработки. При машинно-ручном способе заготовке предварительно придается шарообразная форма, а окончательное формообразование осуществляется кольцевым инструментом при ручном удержании заготовки (рис.). Способ трудоемкий и требует значительных физических усилий. Механизированная обработка шаров возможна на токарно-копировальных станках и станках с ПУ, однако приобретение специального оборудования не всегда экономически целесообразно.



Использование токарно-винторезных станков, у которых вместо резцедержателя установлен шпиндель с электроприводом или электро-шпиндель для вращения кольцевого алмазного инструмента, позволяет обработать шары с высокой точностью.

Выступающий за пределы кулачков участок цилиндрической заготовки превышает диаметр шара. Кольцевой алмазный инструмент закрепляется в электрошпиндель и вращается с высокой скоростью. Угол α наклона оси инструмента несколько меньше 90° , чтобы шар раньше времени не отделился от заготовки. Диаметр сферической поверхности $D_{сф}$ зависит от внутреннего диаметра кольцевого инструмента $D_{и}$ и угла α наклона оси инструмента к оси вращающейся заготовки: $D_{сф} = \frac{D_{и}}{\sin\alpha}$. Необработанный сегментный участок шара вблизи оси вращения заготовки подшлифовывают чашечным алмазным кругом.

Требует специального оборудования. Обработка шаров возможна на станках

УДК 621

СТЕНД ИСПЫТАНИЯ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА НА ПРОЧНОСТЬ

Студент гр. 31302113 Говин Е. М.

Кандидат техн. наук Мониц С. Г.

Белорусский национальный технический университет

Стенд предназначен для приложения установленной растягивающей нагрузки к протяженным длинам оптического волокна при испытании прочности условиях эксплуатации и перемотке под натяжением.

Область применения: стенд может быть установлено в составе производственной линии вытяжки волокна (совместный режим – только для волокна с защитным покрытием), или как самостоятельное оборудование на этапе технологического процесса (автономный режим).

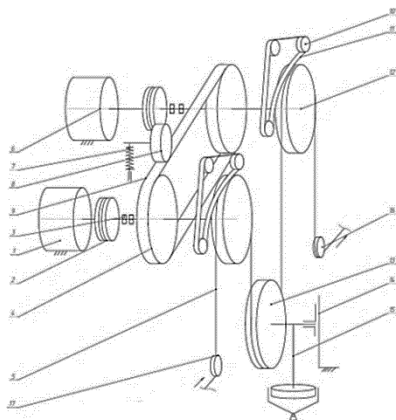


Рис. 1. Схема испытательного устройства

Испытательное устройство состоит из роликов 12 перемещения волокна, ролика 13 нагружения, который установлен на направляющей 14 и нагружается от привода 15. Волокно поджимается к роликам 12 ремнями 11, установленных на роликах 10. Ролики 12 установлены на осях, на которых также закреплены приводные шкивы 4 с ремнем 9. Вращение шкивам 4 передается от электродвигателя 1 через муфту 2. Скорость вращения шкивов 4 фиксируется датчиком 6.

Регулировка ременной передачи производится роликом 8 с пружиной 7.

Литература

1. Анурьев В.И. «Справочник конструктора-машиностроителя» В 3-х томах. Том 1 - 9-е изд., перераб. и доп. / Под ред. И. Н. Жестковой. - М.: Машиностроение, 2006. - 928 с.: ил.

УДК 616.7

УСТРОЙСТВО АКТИВНОЙ РАЗРАБОТКИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Студент гр. 11307114 Колесник О. Н.

Кандидат техн. наук, доцент Габец В. Л.

Белорусский национальный технический университет

Многие травмы костей нижних конечностей требуют операции, после которой, из-за износа или повреждения костей, необходима медицинская реабилитация. Для этого применяются все современные методы физиотерапии и реабилитационной медицины. После сложных операций именно медицинская реабилитация обеспечивает более быстрое и полноценное восстановление сил. Это позволяет улучшить подвижность суставов и мышц, справиться с атрофическими и дегенеративными процессами.

Устройство активной разработки нижних конечностей [1] предназначено для реабилитации при парезах, параличах нижних конечностей, ДЦП и других двигательных расстройств. Основное преимущество устройства в том, что оно полностью воспроизводит процесс ходьбы даже если пациент совсем не может передвигаться самостоятельно. Устройство вырабатывает моторную привычку держать ноги правильно. Принцип действия устройства заключается в том, что пациент с помощью обеих рук (или хотя бы одной) приводит в движение механизм, который двигает нижние конечности, имитируя процесс ходьбы. Грудная и поясничная поддержка имеет два положения - жесткое, если требуется сильная фиксация, и подвижное, позволяющее пациенту делать вращательные движения тазом для формирования правильного стереотипа ходьбы. Если руки пациента тоже неподвижны или малоподвижны, механизм может приводиться движением медперсоналом или любым сопровождающим лицом. Результатом занятий на устройстве

будет пассивная проработка мышц и суставов ног, а также тренировка мышц верхнего плечевого пояса, спины и живота. Эффект от занятий пациента на устройстве сравним с эффектом от лыжной ходьбы для спортсмена - задействуются практически все мышцы, в большей или меньшей степени. Устройство служит для выполнения комплексных реабилитационных упражнений в вертикальной позиции и предназначен для отделений медицинской реабилитации, а также для использования в физкультурно-оздоровительных комплексах и в домашних условиях.

Литература

1. Электронный ресурс Производство и продажа игрового и спортивного оборудования. Режим доступа свободный <http://kidyclub.ru/product/trenazher-imitron-dlja-vosstavnovlenija-hotby4294/>

УДК 679.91

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПОЛУЧИСТОВОГО ШЛИФОВАНИЯ ШАРИКОВ

Студент гр. 11309116 Колоскин И. А.

Кандидат техн. наук, доцент Щетникович К. Г.

Белорусский национальный технический университет

После обдирочного шлифования заготовки имеют значительные отклонения от сферической формы и большую разноразмерность. Получение шариков одного уровня точности обеспечивает инструмент, представленный на рисунке 1.

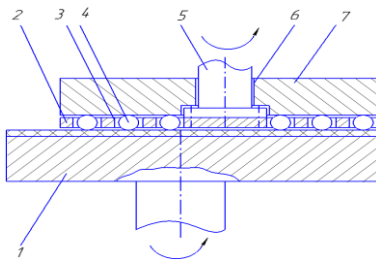


Рис. 1. Конструкция инструмента для шлифования шариков

Обрабатываемые шарики 4 размещают в отверстиях 3 сепаратора 2 на имеющем эластичное покрытие эксцентрично расположенном нижнем приводном диске 1. Особенностью конструкции является то, что дисковый сепаратор связан с приводом вращения, а верхний диск 7, имеющий центральное отверстие 6 свободно установлен на валу 5 сепаратора и торцевой поверхностью опирается на обрабатываемые шарики. Таким образом, верхний диск, расположенный соосно с сепаратором, может свободно

поворачиваться относительно сепаратора и в процессе обработки самоустанавливается в горизонтальной плоскости параллельно нижнему диску.

Обработка шариков, происходит вследствие разности линейных скоростей нижнего и верхнего дисков в точках контакта с шариками. Поскольку коэффициент трения шариков об эластичное покрытие нижнего диска намного больше коэффициента трения о верхний диск, то скорость проскальзывания шарика относительно верхнего диска близка к относительной скорости дисков. Одинаковые угловые скорости сепаратора и нижнего диска обеспечивают постоянную скорость проскальзывания шариков, независимо от их положения в сепараторе. Выравнивание условий обработки заготовок позволяет получить шарики с точностными параметрами, требуемыми для выполнения операции тонкое шлифование.

УДК 620.178.352

УСТРОЙСТВО ИСПЫТАНИЯ ВТУЛОЧНО-РОЛИКОВЫХ ЦЕПЕЙ НА ЦИКЛИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ

Студент гр. 11302114 Зубович И. В.

Доктор техн. наук, профессор Киселев М. Г.

Белорусский национальный технический университет

На рисунке 1 представлена схема разработанного устройства. Устройство испытания втулочно-роликовых цепей на циклические нагрузки работает следующим образом. Отрез цепи 4 устанавливается в захваты 2,7. Производится настройка стенда в зависимости от типа цепи, угол поворота (скручивание) цепи механизмами 1,3 и предварительное нагружение отреза за счет подпружиненного захвата 7. После настройки стенда включается привод 8, который циклически разжимает отрез цепи, в промежутках между растяжениями на цепь воздействуют ролики 6 от эксцентрика 5. После выполнения цикла испытаний производят съем отреза цепи и измерения геометрических размеров цепи, а также ее визуальный осмотр.

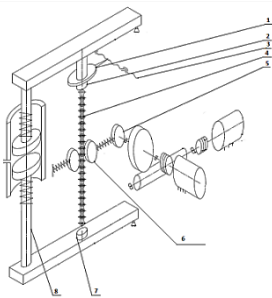


Рис.1. Устройство испытания втулочно-роликовых цепей на циклические нагрузки

Литература

1. ГОСТ 13568-97. Цепи приводные роликовые и втулочные. Общие технические условия. ОКС 21.220.30. ОКП 41 7310. Дата введения 2000-07-01

УДК 007.52

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭКСОСКЕЛЕТОВ В ГРАЖДАНСКОЙ, ПРОМЫШЛЕННОЙ И ВОЕННОЙ ОТРАСЛЯХ

Студенты гр. 11307117 Королинский Р. Н., Анацко Н. Э.

Кандидат техн. наук, доцент Зайцева Е. Г.

Белорусский национальный технический университет

В скором времени экзоскелет будет способен не просто исправлять ошибки прошлого, но и не допустить их в будущем. Экзоскелет есть устройство, предназначенное для восполнения утраченных функций, увеличения физической силы человека и расширения амплитуды движений за счёт внешнего каркаса и приводящих частей. Экзоскелет повторяет биомеханику человека для пропорционального увеличения усилий при движениях.

По своей природе экзоскелеты можно будет разделить на две части – гражданские и военные. Основное отличие будет роли использования и улучшение определенной функции. Например, гражданские экзоскелеты будут в основном служить для поддержки опорно-двигательного аппарата, так же можно будет использовать в промышленных делах, а военные экзоскелеты будут ставить акцент на увеличении выживаемости солдат в зонах боевых действий за счет позволения переноса комплекса индивидуальной защиты человека высшего класса бронезащиты, увеличения физической силы и так далее.

Экзоскелет довольно востребован, т.к. с помощью него можно помочь травмированным людям, людям с инвалидностью и пожилым людям, которые в силу своего возраста имеют проблемы с опорно-двигательным аппаратом. Отсюда можно сделать вывод, что экзоскелеты имеют направленность на лечение дефектов у пациентов.

На сегодняшний день готовые образцы и прототипы экзоскелетов имеет ряд таких стран как: Россия, США, Япония и Израиль.

Преимущество экзоскелета состоит прежде всего, экзоскелет помогает самостоятельно ходить, присесть, встать, подниматься по лестнице и наклонным поверхностям, поворачиваться и даже стоять на одной ноге. То есть позволяет гулять, путешествовать, пользоваться транспортом, подниматься на нужный этаж, заботиться о себе и жить полноценной жизнью. При этом руки человека остаются свободными, и он может работать, заниматься своим хобби или выполнять работу по дому.

Следующая важная отличительная особенность экзоскелета заключается в том, что он способен помочь людям даже с полным повреждением спинного мозга. То есть те, кто раньше не мог пользоваться даже коляской, теперь получают возможность ходить.

УДК 621.06

ГИДРОМАССАЖЕР

Студент гр. 11307114 Курганская О. С.

Ст. преподаватель С. Н. Суровой

Белорусский национальный технический университет

Данное изобретение относится к области медицины, в частности к устройствам для проведения лечебного, спортивного и гигиенического массажа. Гидромассажер предназначен для лечения различных заболеваний нервной системы, при лечении травм и заболеваний опорно-двигательной системы. Процедура проводится при температуре воды 35–32 °С, ежедневно или через день температура воды понижается на 1–2 °С, к концу лечения её доводят до 20–15 °С.

Гидромассажер включает в себя механизм вращения и механизм опрыскивания. Механизм опрыскивания работает следующим образом: После подачи в трубы воды, она при помощи специальных насадок опрыскивает человека. Чтобы опрыскивание проходило по всему периметру тела механизм опрыскивания движется в вертикальном направлении. В то время как механизм вращения медленно поворачивает человека на 180 градусов и обратно. Это позволяет механизму опрыскивания покрыть водой все тело. В гидромассажном устройстве содержится 4 механизма опрыскивания, расположенных по углам кабины и один механизм вращения находящийся в центре. Механизм опрыскивания работает следующим образом: труба неподвижно закреплена с вращающимся червяком, который поднимается и опускается благодаря вращающемуся колесу с внутренней и внешней резьбой. Это колесо вращает второй червяк, соединенный с двигателем неподвижной муфтой. К трубе сверху при помощи гибкой подводки подсоединены потоки горячей и холодной воды. В крышке кабины находится смеситель для горячей и холодной воды, который управляется при помощи пульта. Механизм вращения работает следующим образом: двигатель соединен неподвижной муфтой с коническим редуктором, который передает вращение на поворачивающуюся платформу. К платформе на эпоксидный клей (ГОСТ 10587-84) приклеена резиновая подложка. По радиусу она изогнута таким образом, чтобы входить в специальный паз в поддоне. Это позволяет изолировать механизм вращения. Благодаря тому, что вращающаяся платформа находится выше поддона, вода стекает по нему и не просачивается через слой резины.

В поддоне предусмотрено сливное отверстие и шланг монтируемый в канализацию.

Гидромассажер относится к медицинскому оборудованию. Он дает возможность автоматизировать и ускорить процесс лечения, так же позволяет большому количеству клиник и лечебным учреждениям применять данный способ лечения. В ходе работы была изменена конструкция устройства, для правильного воздействия струями воды. Инновацией данного механизма является механизм, вращающий человека вокруг и управляющий движением струй. Это позволяет равномерно опрыскивать тело.

УДК 679.91

МЕХАНИЗМ ВРАЩЕНИЯ ШАРА

Студент гр. 11302116 Коцур В. С.

Кандидат техн. наук, доцент Щетникович К. Г.

Белорусский национальный технический университет

Механизм многоосного вращения шара предназначен для использования в производственных учреждениях в качестве основного устройства для контроля качества поверхности обработанного изделия. Данное устройство позволяет повысить производительность процесса контроля поверхности шара, уменьшить участие человека в процессе измерения.

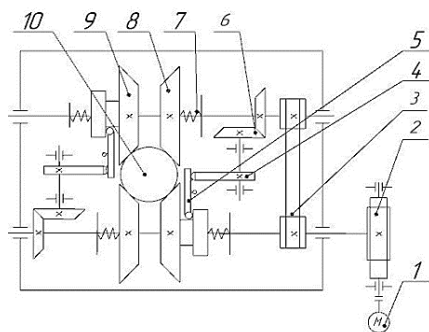


Рис. 1. Схема устройства для контроля поверхности шара

Механизм работает следующим образом. Шар 10 устанавливается на стол (на схеме не показан) и зажимается четырьмя обрезиненными роликами 8 и 9, два из которых (9) являются приводными. Ролики получают вращение через ремennую передачу 3 с передаточным числом равным единице и редуктор 2 расположенный вне корпуса. Изменение положения мгновенной оси вращения шара достигается периодическим кратковременным отведением двух ро-

ликов 10 от шара двумя рычагами 5 через вращение на валу кулачков 4 с помощью конической передачи 6. В момент отведения роликов 9 от шара два других ролика 8 проворачивают его вокруг оси, расположенной под определенным углом к оси первоначального вращения. Механизм позволяет контролировать качество поверхности шара с заданным шагом.

УДК 620.1.05

УСТРОЙСТВО ПРОВЕРКИ УПРУГИХ СВОЙСТВ ТРУБКИ ИНЪЕКЦИОННЫХ ИГЛ

Студенты гр. 11307116 Аншиц А. А., Кучинская О. В.

Доктор техн. наук, профессор Киселев М. Г.

Белорусский национальный технический университет

Иглы для инъекций (подкожных) внутримышечных и внутривенных представляют собой металлическую трубку (из нержавеющей стали 12Х18Н10Т) различного диаметра и длины [2].

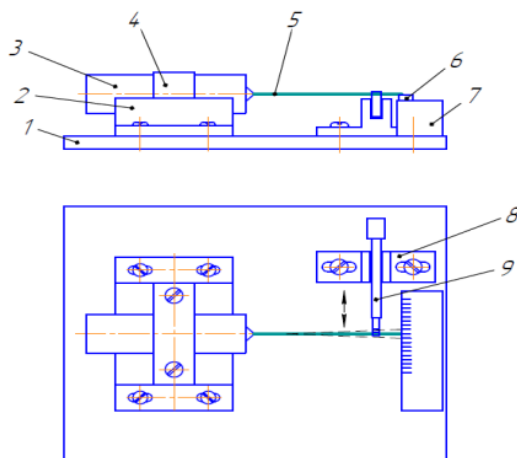


Рис. 1. Принципиальная схема устройства

Согласно ГОСТ 25046 – 2005 [1] было разработано устройство для испытания упругих свойств трубки инъекционной иглы, состоящее (рис. 1.) из основания 1, на котором смонтирована призма 2. В ее пазу с помощью хомута 4 неподвижно установлен одноразовый шприц 3 с закрепленной на нем испытуемой иглой 5. На подставке 6,7, установленной на основании, расположена линейка 6 с ценой деления 1 мм, которая имеет возможность перемещаться по ее поверхности. Свободный конец иглы располагается в пазу рычага 9, установленного в направляющем кронштейне 8, и совершает

движение в направлении, перпендикулярном оси трубки, вызывая отклонение ее свободного конца. Испытуемая игла закрепляется на шприце, последний устанавливается в пазу призмы и хомутом закрепляется на ней. Свободный конец иглы должен совпадать с нулевым делением на ее шкале. Затем вилка рычага вводится в контакт с концом иглы и вручную перемещается на требуемое значение деформации при изгибе в обе стороны от оси симметрии иглы. После этого вилка рычага выводится из положения свободного качения относительно первоначального, которое не должно превышать $\pm 0,7$ мм.

Литература

1. Иглы инъекционные одноразового применения. Основные размеры. Технические требования. Методы испытаний: ГОСТ 25046 – 2005. – Введ. – 01.11. 06. – Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2005.
2. Сабитов В.Х. Медицинские инструменты. –М.: Медицина, 1985. – 175 с.

УДК 535.317

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ХИРУРГИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Студенты гр.11307116 Аншиц А. А., Кучинская О. В.

Кандидат техн. наук, доцент Филонова М. И.

Белорусский национальный технический университет

Хирургический инструментарий – совокупность инструментов, приспособлений, устройств, предназначенных для выполнения хирургической операции. Производство хирургических инструментов на заводах состоит из ряда технологических процессов: получение заготовки, механической обработки, термической обработки, внешней отделки [1].

Основными требованиями к сталям и сплавам для режущих хирургических инструментов принято считать высокие значения твёрдости, режущей способности, коррозионной стойкости и др.

Сталь для ножниц изготавливается по специальному металлургическому циклу, обеспечивающему введение в состав стали азота в виде ферроазота. Ножницы из такой стали проходят технологический цикл изготовления из прутка посредством горячего формообразования и дальнейшей механической и термической обработки. Охлаждение производится на воздухе или инертной газовой атмосфере. Например, в работе [2] для достижения расширения технологических возможностей изготовления режущей кромки, увеличения износостойкости, химической и термической стойкости предлагается выполнить основание и режущую кромку хирургических ножниц из

объемного карбида кремния, который может быть монокристаллическим или поликристаллическим.

Литература

1. Вейнов В.П. Современные медицинские инструменты [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Вейнов В.П., Мусин И.Н., Сахабиева Э.В.– Электрон. текстовые данные, – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016, – 108 с.

2. Хирургические ножницы: пат. 86440 РФ, МПК A61B 17/32 / Г.Ю. Калинин, С.Ю. Мушникова, И.Ш. Абдуллин, М.М. Миронов; заявитель ФГУП ЦНИИ КМ "Прометей"; заявл. 07.11.08; опубл. 10.09.2009 // Официальный бюл. / Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам – 2009. – №25. – С.2.

УДК 616.72-008.8

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЯЗКОСТИ КРОВИ

Студент гр.11307114 Левшик Д. А.

Кандидат техн. наук Степаненко Д. А.

Белорусский национальный технический университет

Вязкость крови является очень важным показателем состояния крови, определяющим максимальный срок нормального функционирования сердца и сосудов. Повышенная вязкость негативно влияет на состояние сердца, сосудов и всех внутренних органов. При наличии такого состояния сердечно-сосудистая система изнашивается быстрее, возникает угроза образования тромбов и прочих негативных явлений.

Чтобы диагностировать повышенную или пониженную вязкость крови, пациенту необходимо сдать общий анализ, который покажет количество эритроцитов, гемоглобина, скорость оседания эритроцитов и прочие показатели. Еще один обязательный анализ – гематокрит. Он позволяет выявить соотношение плазмы и форменных элементов. Коагулограмма определяет состояние гемостаза.

В современной медицинской практике определить вязкость крови помогает также специальный прибор – вискозиметр. В данной работе предложено устройство для измерения вязкости крови.

Вязкость воды при температуре 20 °С составляет 1 мПа·с, а вязкость крови в норме – 4..5 мПа·с. При различных патологиях значения вязкости крови могут изменяться от 1,7 до 22,9 мПа·с. Неоднородность структуры крови, специфика строения и разветвления кровеносных сосудов приводят к довольно сложному распределению вязкости крови, движущейся по сосудистой системе.

Ротационный метод вискозиметрии заключается в том, что исследуемая жидкость помещается в малый зазор между двумя телами, необходимый для сдвига исследуемой среды. Одно из тел на протяжении всего опыта остаётся неподвижным, а другое, называемое ротором ротационного вискозиметра, совершает вращение с постоянной скоростью. Очевидно, что вращательное движение ротора вискозиметра передается к другой поверхности посредством движения вязкой среды. Отсюда следует тезис: момент вращения ротора ротационного вискозиметра является мерой вязкости.

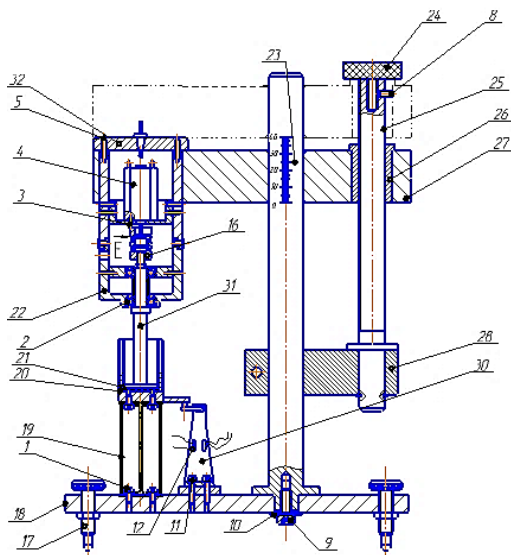


Рис. 1. Устройство для измерения вязкости крови

Устройство состоит из неподвижного внешнего стакана 20 и внутреннего стакана 21, связанного с валом 31, установленным с возможностью вращения в подшипниках 2, через муфту 16 вал 31 связан с выходным валом двигателя 4, закрепленного в корпусе 22 винтами 3. Корпус 22 двигателя закрыт крышкой 32, которая фиксируется винтами 5 и шайбами 15, и закреплен на кронштейне 27, установленном с возможностью вертикального перемещения по стойке 23, вращая винт 25 за ручку 24. Для обеспечения возможности перемещения кронштейна 27 в нем установлена резьбовая втулка 26, через которую проходит винт 25, установленный с возможностью вращения в хомуте 28, закрепленном на стойке 23. Стойка 23 закреплена на плите 18, в которую вкручены четыре опорных винта 17. На плите 18 также установлены торсион 19 с внешним стаканом 20, закрепленном на нем вин-

тами 1, и тензобалка 30 с наклеенными на ней двумя парами тензорезисторов 12. Вилка 33 служит для преобразования крутильной деформации торсиона 19 в изгибную деформацию тензобалки 30.

Принцип работы устройства заключается в следующем: лаборант, производящий исследование, с помощью пипетки в зазор между внешним 20 и внутренним 21 стаканами устройства, помещает исследуемую жидкость – кровь. Включает устройство в сеть, затем нажимает на кнопку включения, за счет этого начинает работать электродвигатель 4, по средством которого начинает вращаться внутренний стакан 20. При вращении внутреннего стакана возникает момент сопротивления деформации жидкости, за счет этого начинает менять свое положение внешний стакан 20, к которому приклеен торсион 19, закручивание торсиона приводит к отклонению тензобалки 30, на которой наклеены тензорезисторы 12 и они преобразуют деформацию в сигнал, который поступает на электронный блок управления, информация воспроизводится на 2-ух цифровых сегментных индикаторах. Стерилизация осуществляется химическим методом, после того как стаканы пройдут дезобработку и ПСО. Во внешний стакан добавляется «Солиокс» – дезинфицирующее средство высокого уровня, препаративная форма средства – порошок. Самоактивация раствора происходит в течение 15 минут после растворения средства в воде. По окончании стерилизации жидкость отсасывателем извлекается из стакана, промывают стерильной водой, просушивают.

УДК 616-092

СИСТЕМА ТОКОВИХРЕВОГО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ БИОТКАНЕЙ

Магистрант Люцко П. С.

Кандидат техн. наук, доцент Савченко А. Л.

Белорусский национальный технический университет

Патологические процессы могут протекать в пародонте в течение многих лет с обострениями и ремиссиями. Многие факторы, как физиологические, так и патологической природы оказывают влияние на состояние тканей пародонта. Различные стадии формирования корней молочных и постоянных зубов, возрастные изменения в костной ткани челюстей (остеосклероз) обусловлены физиологическими факторами. Острые и хронические формы периодонтитов, наличие радикулярных кист, состояния после проведения резекции верхушки корня, опухолевые процессы кости челюстей, травматические переломы, собственно пародонты, наиболее часто встречаются при патологическом состоянии пародонта.

Система токовихревого контроля включает в себя генератор одиночных импульсов высокой частоты; электронный блок; токовихревой датчик из

высокочастотного материала содержащий четыре диаметрально расположенные в меридиональном направлении элемента сферы, на одном конце сходящиеся в полюсах, на втором полюсе сходящихся, но образующих воздушный локальный зазор, концентрирующий высокочастотное электромагнитное поле на контролируемый участок биоткани.

Генератор одиночных импульсов высокой частоты возбуждает токовихревой датчик, содержащий четыре диаметрально расположенные в меридиональном направлении элемента сферы, на одном конце сходящиеся в полюсах, на втором полюсе сходятся, но образуют воздушный локальный зазор, концентрирующий высокочастотное электромагнитное поле на контролируемый участок биоткани. К токовихревому датчику подключён электронный блок, определяющий параметр импульса на объекте сравнения (воздух) и на биоткани. В электронном блоке происходит обработка параметров импульса, а именно вычисляется разница между параметрами импульса полученными с блока сравнения (воздух) и биоткани. Разница между параметрами появляется благодаря тому, что в биоткани присутствуют токопроводящие элементы, и за счет вырабатываемых вихревых токов происходит круговое движение ионов в ткани.

Особая конструкция датчика и одиночных импульсов генератора высокой частоты позволяет оценить локальное состояние пародонта без врачебного вмешательства и дискомфорта для пациента.

УДК 615.478.6

УСТРОЙСТВО СПИРОМЕТРИЧЕСКОЕ

Студент гр.11307114 Мялик А. В.

Кандидат техн. наук Степаненко Д. А.

Белорусский национальный технический университет

В последние годы во всем мире отмечается рост бронхообструктивной патологии, увеличивается заболеваемость бронхиальной астмой и хронической обструктивной болезнью легких. В практике врача-терапевта исследование вентиляционной функции легких или функции внешнего дыхания так же важно, как электрокардиография или определение уровня глюкозы в периферической крови. Задачами функционального исследования параметров внешнего дыхания являются раннее выявление нарушений дыхания на доклинической стадии и их диагностика. Эти задачи решаются при исследовании функции внешнего дыхания, включающем спирографию и пневмотахографию.

Спирометрическое устройство – это устройство, применяемое для измерения параметров внешнего дыхания человека. Разработанное устройство можно отнести к пневмотахометрам. Пневмотахометр – прибор для измерения параметров дыхания, принцип работы которого построен на измерении разности

давлений, возникающей при прохождении воздуха через элемент аэродинамического сопротивления. Скорость тока газа измеряется и непрерывно регистрируется при помощи чувствительного дифференциального манометра и электронного усилителя. Таким образом, удается зарегистрировать сигнал изменения объемной скорости потока воздуха во время вдоха и выдоха – пневмотахограмму (кривая «поток-объем»). Автоматическое интегрирование этого сигнала позволяет получить традиционные спирографические показатели – значения объема легких в литрах.

Таким образом, в каждый момент времени в запоминающее устройство компьютера одновременно поступает информация об объемной скорости потока воздуха и объеме легких в данный момент времени. Это дает возможность построения на экране монитора (дисплея) кривой «поток-объем». Существенным преимуществом подобного метода является то, что прибор работает в открытой системе, то есть больной дышит через трубку по открытому контуру, не испытывая дополнительного сопротивления дыханию, как при обычной спирографии.

Автоматический компьютерный анализ кривой «поток-объем» – это наиболее перспективный метод количественной оценки нарушений легочной вентиляции, который позволяет более подробно изучить функциональные характеристики воздухоносных путей.

УДК 621.7-113

ШУРУПОВЕРТ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ

Студент гр. 11302214 Ничипорук А. С.

Кандидат техн. наук, доцент Минченя В. Т.

Белорусский национальный технический университет

Шуруповерт ультразвуковой предназначен для отвинчивания заржавевших винтов, шурупов с поврежденным шлицем, ввинчивания шурупов в твердые породы дерева, в пластмассы. Также универсальная конструкция позволяет применять различные насадки, которые могут отвинчивать/завинчивать винты различных типов и размеров.

Благодаря передаваемым на поверхность завинченного винта (шурупа) вторичным ультразвуковым колебаниям, процесс отвинчивания значительно упрощается, т.к. происходит значительное ослабление сил затяжки, так же уменьшаются силы трения между материалом и шурупом который в него ввинчивается. Данное свойство шуруповерта просто незаменимо при отвинчивании заржавевших винтов (шурупов), или винтов (шурупов) с поврежденным шлицем.

Высокочастотные колебания передаются на исполнительный орган (призматический хвостовик), установленный в вал-втулку, от которого через насадку

ультразвуковые колебания передаются на шляпку винта (шурупа). Далее они передаются на его поверхность, и под воздействием этих колебаний происходит ослабление сил затяжки, или разрушение мест схватывания материалов винта (шурупа) и детали под влиянием диффузных явлений, или уменьшение сил трения между шурупом и материалом, в который он вкручивается.

Следует отметить, что разработанный инструмент имеет не большие габариты и приспособлен для портативного использования, что делает его универсальным.

УДК 621.865.8

СТОЛ МОНТАЖНЫЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ

Студент гр. 11302114 Новицкий М. В.¹, магистрант Асимов А. Р.²

Кандидат техн. наук, доцент Минченя В. Т.¹

¹Белорусский национальный технический университет

² Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники

В условиях массового производства роботизированные устройства используются для монтажа электронных SMD компонентов на печатных платах. Применением различных автоматических устройств при сборке печатных плат в единичном производстве, позволяет обеспечить высокое качество установки различных электронных компонентов, увеличить производительность и устранить вероятность человеческой ошибки при монтаже [1].

Однако анализ предметной области показывает, что источником проблем синхронизации человек-робот является то, что робот получает производственную информацию в цифровом виде, а человек, традиционно привык получать информацию с бумажных носителей (технологических карт, чертежей, схем, инструкций) или в крайнем случае, с их электронных аналогов, считываемых с экрана компьютера. Поэтому использование технологии дополненной реальности позволяет решить проблему разнородности источников информации, дополняя манипуляции робота, наглядными и интерактивными инструкциями монтажнику при сборке печатной платы.

Целью данной работы является разработка малогабаритного автоматизированного монтажного стола, в котором будет использоваться технология дополненной реальности, позволяющая с помощью специальной программы показать монтажнику как и куда устанавливать электронные компоненты. После установки всех компонентов система автоматически проверяет правильность их установки.

Предложенная конструкция имеет меньшие габариты и стоимость благодаря использованной беспроводной связи между каретками, обеспечивающими перемещение стола по заданным координатам, и блоком управления.

Литература

1. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учебное пособие. – С.Пб., М., Краснодар: Лань, 2012,- 606с.: ил.

УДК 681.625.9

ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ЗАПОЛНЕНИЯ 3D-ПЕЧАТНЫХ МОДЕЛЕЙ НА ИХ ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Студент гр. ПБ-51 Мастенко И. В.

Кандидат тех. наук, доцент Стельмах Н. В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

Метод Fused deposition modeling (FDM) является наиболее широкодоступным видом 3D-печати, в основном, применяется для изготовления детали с заданными параметрами за короткий промежуток времени, а именно - быстрого прототипирования. Широкое распространение FDM-печать приобрела в последние годы из-за своей дешевизны и простоты, при этом применяются много материалов для 3D-печати Acrylonitrile butadiene styrene (ABS), Polyamide (PA), Polyoxymethylene (POM), другие [1, 2].

Образцы из ABS, полученные методом FDM-печати, испытывают при одноосном сжатии, чтобы оценить эффективность ориентации печати, плотности и структуры наполнителя с точки зрения жесткости и прочности. Сжимающие свойства 3D-печатных материалов вдоль трех ортогональных направлений изучаются на цилиндрических образцах, заполненных сотовыми и прямоугольными узорами. Для достижения разных плотностей для каждого типа структуры используется пять процентов наполнителя (0, 20, 30, 40 и 100%). Образцы, заполненные сотовыми рисунками, являются более жесткими и прочными, чем образцы с прямоугольными рисунками, только в случае нагрузки приложенной вдоль модели. Однако структуры с прямоугольными узорами требуют меньше время для печати. Прочность на сжатие и жесткость увеличиваются относительно плотности структуры. Модели, напечатанные вдоль направления нагрузки, имеют более высокую прочность и жесткость, чем в других ортогональных ориентациях. В сотовых структурах, напечатанных поперечно с относительной плотностью около 20–40%, возникла комбинация сдвигового и локального разрушения [2, 3].

Литература

1. Мастенко І.В., Матвієнко С.М. Пост-обробка деталей після FDM-друку // Збірник статей «Погляд у майбутнє приладобудування». – К.: НТУУ «КПІ» 2018. – С. 221-224.

2. Using 3D printing for getting composite prototypes/Ihor Mastenko, Roman Mastenko, Nataliia Stelmakh// XX Międzynarodowej Studenckiej Sesji Naukowej «Materiały i Technologia XXI wiek».- 2018 – P.13-14.

3. Grigory S. Tymchik, Nataliia V. Stelmakh, Anatoliy S. Vasyura, Waldemar Wójcik, Kuanysh Muslimov, "Automated generation of the design solution of the assembly in instrument engineering," Proc. SPIE 10808, 1080828 (1 October 2018).

УДК 535.317

ОЦЕНКА ПАЯЕМОСТИ ПОКРЫТИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОЭФФИЦИЕНТА РАСТЕКАНИЯ ПРИПОЯ

Магистрант гр.817201 Нияковский А. А.

Доктор техн. наук, профессор Ланин В. Л.

Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники

Коэффициент растекания припоя возможно определить по высоте капли припоя до и после растекания, и по их соотношению оценить паяемость. Это значение высчитывается исходя из высоты капли припоя после растекания H_p :

$$K_{p2} = \frac{(H_0 - H_p)}{H_0} = 1 - \frac{H_p}{H_0}. \quad (1)$$

Исходя из условий идеального растекания, при известном объеме и исходной высоте капли припоя H_0 , возможно выразить отношение H_p к H_0 . Для выражения значения высоты капли припоя после растекания применяется соотношение этой высоты и радиуса капли b к углу смачивания, исходя из которого получаем зависимость (рис. 1):

$$\frac{H}{b} = \frac{1 - \sin \vartheta}{\cos \vartheta}. \quad (2)$$

Исходя из графика, можно сделать вывод о том, что при увеличении угла смачивания коэффициент растекания линейно снижается. Отличной паяемости соответствуют: коэффициент растекания от 0,9 и выше, а угол смачивания 5–10 град.

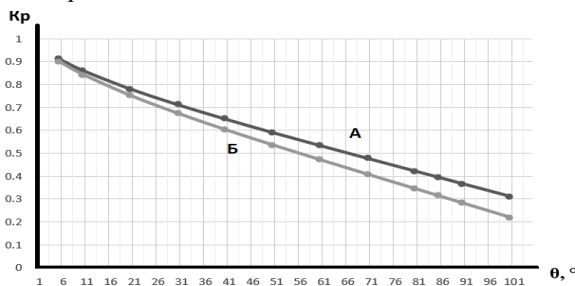


Рис. 1. Зависимость коэффициента растекания от угла смачивания и массы припоя: А= 250 мг, В = 500 мг

УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ УСИЛИЯ, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ДВИЖЕНИЯ ШТОКА-ПОРШНЯ ОДНОРАЗОВЫХ ШПРИЦЕВ

Студент гр. 11307115 Петров В. А.

Доктор техн. наук, профессор Киселев М. Г.

Белорусский национальный технический университет

Шприцы медицинские – инструменты, используемые для инъекций, проведения диагностических пункций или отсасывания патологического содержимого из полостей человеческого организма. Одноразовые шприцы изготавливают из пластмассы. Важнейшим эксплуатационным параметром является усилие, которое необходимо для движения штока-поршня.

Методика проведения испытания шприца на этот показатель и его величина установлены ГОСТ ISO 7886-1-2011.

В данной работе представлена конструкция силоизмерительного устройства, лабораторного типа. Схема устройства представлена на рис. 1.

На основании 1 закреплены две призмы 2. К одной из призм посредством уголка прикреплена балка с тензодатчиками 3 на другом конце которой закреплена пластина с отверстием под сменные втулки 4 в которые происходит установка одноразовых шприцев. Ко второй призме прикреплена стойка 5, на которой с помощью уголков закреплены направляющая скольжения 6, вал 7 и электродвигатель 8. Вал с электродвигателем соединены посредством жесткой муфты 9. Каретка 10 приводится в движение вращением вала-винта и перемещает толкатель 11 который давит на поршень шприца. Усилие, действующее на него передается на балку и регистрируется с помощью измерительного устройства, соединенного с тензодатчиками.

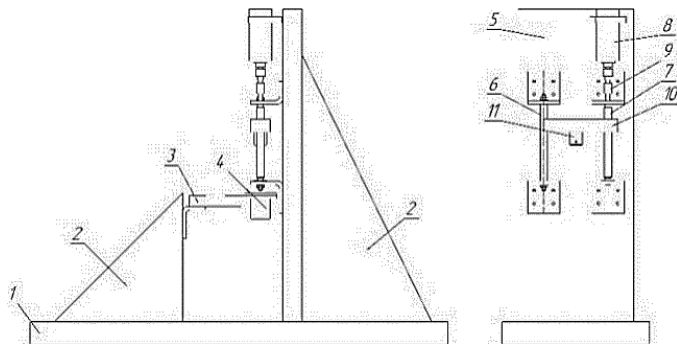


Рис. 1. Устройство измерения усилия, необходимого для движения штока-поршня одноразовых шприцев

СТАНОК ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ БЫТОВОЙ

Студент гр. 11302114 Борисенко С. А.,

студент гр. 11302214 Оленцевич В. А.

Кандидат техн. наук Монич С. Г.

Белорусский национальный технический университет

Ленточная пила – многорезцовый режущий инструмент, применяемый в ленточнопильных станках. Представляет собой замкнутую гибкую стальную ленту (кольцо) с зубьями по одному из краёв. Лента устанавливается на два вращаемых электродвигателем шкива станка. Ленточная пила позволяет делать прямолинейные и криволинейные пропилы. На рисунке 1 приведена схема пиления на вертикальном ленточнопильном станке.

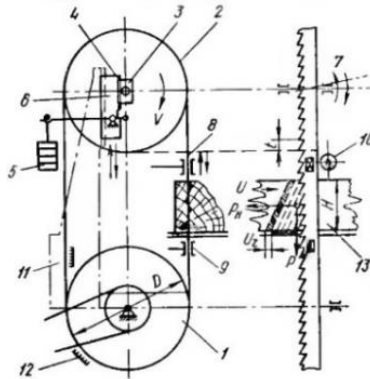


Рис. 1. Схема работы ленточной пилы

Ленточная пила состоит из гибкой стальной ленты, одеваемой на вращающиеся шкивы, электродвигателя, приводящего во вращение нижний шкив, регулируемого стола, устройства натяжения, направляющих, устройства подачи, пылесборника.

Нижний шкив 1 приводной, а верхний 2 -холостой; для необходимой жесткости и устойчивости пила натягивается за счет вертикального перемещения суппорта 3 верхнего шкива по направляющим 4 под действием специального натяжного устройства 5. Перемещением промежуточного суппорта 6 для смены пильной ленты осуществляется подъем или опускание шкива вместе с натяжным устройством. Устойчивость и правильное движение пилы на шкивах достигается регулированием наклона 7 оси верхнего шкива.

Литература

1. Манжос Ф. М. Деревообрабатывающие станки. М., 1963.

ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПА ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ПРОТЕЗА ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Студент (магистр) Притула О. А.

Ассистент Вонсевич К. П.

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

Определение типов поверхности на основании её оптических параметров достаточно крупная задача, требующая как вычисления значительного набора оптических характеристик, так и соответствующей аппаратуры. Однако, сфера применения систем распознавания поверхностей обширна, и не всегда позволяет использование громоздких анализирующих устройств. Например, в сфере бионического протезирования верхних конечностей, где требования к портативности и миниатюрности измерительных модулей критичны [1].

Внедрение информации о поверхности в систему обратной связи (ОС) протеза, позволяет улучшить точность исполнения захватов, а также предотвращать проскальзывание объектов манипуляции. Среди способов построения подобных ОС, можно выделить: анализ поверхности объектов с помощью датчиков силы, оптоволоконных, пьезоэлектрических или акустических сенсоров [2].

Авторами предлагается альтернативный метод организации модуля распознавания поверхностей с помощью отраженного света, на основании информации от простой ИК-оптопары СУН70, и эллипсоидального рефлектора, вмонтированных в дистальную фалангу искусственного пальца протеза.

Подобная конструкция электронно-оптической системы, обеспечивает дополнительную концентрацию рассеянных боковых лучей, на приёмнике ИК-излучения, повышая при этом количество входного потока отраженного от поверхности света и, как следствие, выходную точность распознавания и классификации поверхностей с помощью микроконтроллера и интегрированной искусственной нейронной сети.

Литература

1. Вонсевич К. П. и др. Information-measuring system of myograph of bionic limb prosthesis // *Perspektyvni Tekhnolohii ta Prilady*. – 2017. – №. 1. – С. 32-37.
2. Deng, Hua, et al. "Slippage and deformation preventive control of bionic prosthetic hands." *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics* 22.2 (2017): 888-897.

ПЬЕЗО-СЕНСОР ДЛЯ FORCE-МИОГРАФИИ

Студент (магистр) Притула О. А.

Ассистент Вонсевич К. П.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

Имитация природного функционирования человеческой конечности в её протезном исполнении является достаточно сложной и многокомпонентной задачей [1]. При этом, качество считывания сигналов с тела пациента – один из критических факторов, которые влияют на успешную реализацию функционального протезного устройства.

Технология картографического анализа мышечной активности (или Форсе-миография) [2], это один из передовых методов регистрации сигналов, который производится, в основном, с помощью тензорезистивных датчиков силы. Не смотря на наличие ряда преимуществ, такие датчики имеют достаточно узкий динамический диапазон (ДД) и не линейную выходную характеристику.

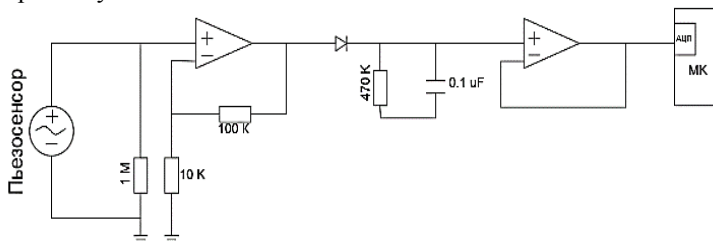


Рис. 1. Пример схемы подключения пьезоэлектрического датчика

В качестве альтернативного сенсорного элемента, для реализации Форсе-миографического измерительного устройства, авторами было предложено использование пьезоэлектрического датчика вибраций LDT0-028. Такой тип сенсора имеет более широкий ДД, высокую чувствительность и при подключении через соответствующую электрическую схему (рис. 1), может быть успешно использован системах распознавания движений с микроконтроллерным управлением.

Литература

1. Vonsevych, Kostiantyn, et al. "Fingers movements control system based on artificial neural network model." *Radioelectronics and Communications Systems* 62.1 (2019): 23-33.
2. К. П. Вонсевич, М. О. Безуглий, А. О. Гапонюк, «Оцінювання часових характеристик електроміограми функціональних рухів кисті руки для інтуїтивного керування біонічним протезом», *Наукові Вісті НТУУ КПІ*, №. 1, С. 45–53, 2018.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ РАСПЫЛИТЕЛЬ ЖИДКОСТИ

Студент (магистрант) гр. ПБ-382мп Руцкая О. В.

Кандидат техн. наук, доцент Терещенко Н. Ф.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

Современный мир трудно представить без различных терапевтических аппаратов (ТА), которые обеспечивают лечебное воздействия на человека и такие ТА, выполняющие большой массив поставленных задач в условиях высокой эффективности, имеют большой спектр использования в клинической практике [1]. Нами разработан и испытан многофункциональный ультразвуковой распылитель жидкости (МУРЖ), который используется в системе лечебного комплекса вакуумной абсорбции и санации открытых раневых зон и обеспечивает существенный эффект в процессе выздоровления [2].

МУРЖ может использоваться для лечения, терапии и косметологии кожи, предотвращать появление преждевременных морщин, обеспечивает поддержание водного баланса кожи, может использоваться для лечения дыхательных путей [3].

Многофункциональный ультразвуковой распылитель жидкости, содержит акустический линейно-ступенчатый концентратор с аксиальным выходным каналом [4]. На рис.1 изображен такой распылитель.

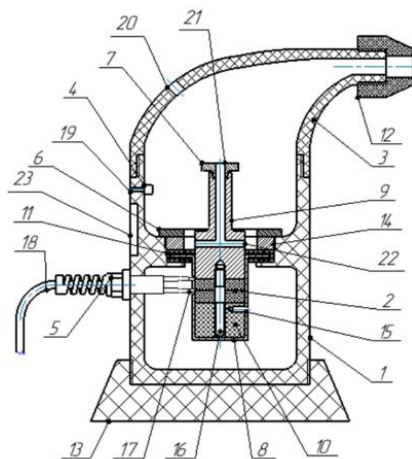


Рис.1. Многофункциональный ультразвуковой распылитель жидкости

Конструктивно многофункциональный ультразвуковой распылитель жидкости состоит из корпуса 1, пьезопреобразователей 2, мундштука 3; датчика температуры 4; штекера 5; керамического нагревателя 6; распылительной головки 7; стакана 8; акустического линейно-ступенчатого концентратора 9; накладки-демпфера 10; резинового уплотнения 11; сопла 12; подставки 13; гайки шлицевой 14; стопорного винта 15; шпильки 16; электрода 17; провода 18; латунных дорожек 19; отверстия для притока воздуха 20; осевого выходного канала 21; капиллярного входного отверстия 22; блока управления 23.

Такая компоновка обеспечивает возможности создания различных дисперсий ингаляционного облака, создания и поддержания комфортной температуры и продолжительной надежной работы. Разработанный многофункциональный ультразвуковой распылитель жидкости используется для косметологии и терапии кожи при различных воспалительных процессах, обеспечивает оптимальное увлажнение кожи, предупреждает морщины, и эффективно применяется как ингалятор, для лечения дыхательных путей. Благодаря этому МУРЖ дает лучший результат, чем существующие образцы распылителей.

Литература.

1. Ультразвукові фізіотерапевтичні апарати та пристрої: монографія / Терещенко М.Ф. Тимчик Г. С., Чухраєв М.В. Кравченко А.Ю. - Київ.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. -184 с.
2. Руцкая О. В Высокоамплитудная акустическая система ультразвуковой хирургии и терапии / О.В. Руцкая, Н.Ф. Терещенко // Новые направления развития приборостроения: материалы 11-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов . – Минск: БНТУ, 2018.- С. 159-160.
3. Цапенко В.В. Комплексный излучатель ультратонотерапии /В.В.Цапенко, Н.Ф. Терещенко, Н.В.Чухраєв//Приборостроение-2015: материалы 8-й международной научно-технической конференции, Минск, 25-27 ноября 2015 г.: в 2 т. // Белорусский национальный технический университет; редкол.: О.К . Гусев [и др].– Минск,2015.–Т.1.- С. 158-159.
4. Терещенко Н.Ф. Исследование параметров влияния ультразвукового сигнала на биологические структуры./ Н.Ф. Терещенко, А.В. Кириллова // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування.-2011.- Вип.41 . С.152-161.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ ДЕТАЛИ ПРИ ИОННО-ПЛАЗМЕННОМ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОМ АЗОТИРОВАНИИ

Студент гр. ПБ-81мп (магистрант) Прихожа Д. В.

Доктор техн. наук, профессор Антонюк В. С.,

кандидат техн. наук Рутковский А. В.

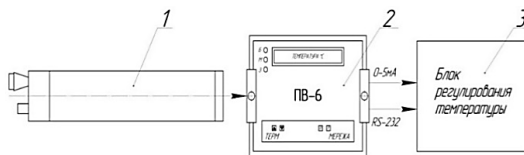
Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

Одним из перспективных направлений повышения износостойкости элементов машин и механизмов является применение технологии ионно-плазменного термоциклического азотирования (ИПТА), которая отвечает современным требованиям производства [1].

Для управления процессом ИПТА предложена автоматизированная система контроля и управления температурой, которая состоит из пирометрического преобразователя (РК-6А); измерительного преобразователя (ПВ-6) и блока регулирования температуры (рис. 1).

Перед началом азотирования в блоке регулирования температуры (3) устанавливают верхний и нижний порог температуры детали. Информация о текущей температуре детали снимается пирометром (1) и поступает в измерительный преобразователь (2). При достижении верхней пороговой температуры процесса азотирования происходит автоматическое снижение напряжения и охлаждение детали до нижней пороговой температуры, после чего происходит повышение до верхнего порога, установленного оператором.



1 – преобразователь пирометрический (РК-6А);

2 – преобразователь измерительный (ПВ- 6); 3 – блок регулирования температуры

Рис. 1. Блок-схема автоматизированной системы

Таким образом, предложенная автоматизированная система управления температурой детали при ионно-плазменном термоциклическом азотировании позволяет дистанционно контролировать температуру и управлять процессом ионно-плазменного термоциклического азотирования деталей.

Литература

1. Ляшенко Б.А., Рутковский А.В., Антонюк В.С. и др. Застосування йонно-плазмового термоциклического азотування для підвищення зносостійкості високолегованої сталі // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Вип №3(74) – 2015 - С. 28 – 33.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ЛИНЗ

Студенты гр.11307216 Роговцова А. С., Муха И. М.

Кандидат техн. наук, доцент Филонова М. И.

Белорусский национальный технический университет

Основными свойствами стекла, из которого изготавливают линзы, являются: светопропускаемость (прозрачность), светопреломление, отражение, вязкость, кристаллизация, рассеивание и др. Обычные силикатные стекла хорошо пропускают всю видимую часть спектра и практически не пропускают ультрафиолетовые и инфракрасные лучи. Изменяя химический состав стекла и его окраску, можно регулировать светопропускание стекла. В зависимости от серийности выпуска продукции заготовками для производства линз служат прессовки или куски стекла. Прессовки применяют в массовом и серийном, а куски стекла - при единичном производстве. Основные этапы технологии изготовления линз:

1. Шлифование (грубое, среднее и мелкое). Грубое шлифование линз выполняют поштучно или блоками, причём блоки шлифуют, как правило, на станках, а одиночки - как на станках, так и вручную. Мелкое шлифование первой поверхности блока линз выполняют на станках модели ШП, в основном в два перехода, водными суспензиями микропорошков или алмазным инструментом.

2. Полирование ведут на те же станках водных суспензий полирита с применением смоляных полировальников.

3. Центрирование линз - это операция по совмещению геометрической и оптической осей линзы. Операция центрирование линз выполняет в два перехода: 1) совмещение оптической оси линзы с осью вращения шпинделя станка; 2) шлифованием цилиндрической поверхности линзы до ее заданного диаметра бесконтактными методами.

4. После центрирования линзы направляют на фасетирование, промывку, просветление и склеивание.

5. Контроль линз. Различают: контроль формы поверхности контактными методами, контроль формы поверхности. Совершенствование технологии изготовления оптических линз является актуальным, т.к. они широко применяются в приборах и медицинской технике.

Литература

1. Под ред. М.Н. Семибратова. Технология обработки оптических деталей. Москва.: Машиностроение, 1975. – 208 2006; 296.

ПРИМЕНЕНИЕ РЯДА ФУРЬЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ КОНЦЕНТРАТОРОВ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ХИРУРГИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Студент гр.11307216 Роговцова А. С., студент гр. 11307116 Жуков В. И.

Кандидат техн. наук Степаненко Д. А.

Белорусский национальный технический университет

Сегодня ультразвук широко применяется в медицинской диагностике и хирургии. Существуют два основных способа его применения в хирургии: первый используется для лечения онкологических заболеваний и основан на способности фокусированного ультразвука вызывать локальные разрушения в тканях (мозге, матке, молочной и предстательной железах), а во втором механические колебания ультразвуковой частоты накладываются на хирургические инструменты. Ультразвук позволяет сократить травматичность хирургических процедур и время, затраченное на проведение операции и восстановление пациента.

Основным элементом конструкции ультразвуковых хирургических инструментов является концентратор – устройство для увеличения интенсивности ультразвука или амплитуды колебательных смещений. Различают фокусирующие (высокочастотные) и стержневые (низкочастотные) концентраторы.

Распределения амплитуды колебательных смещений по длине стержневого концентратора описывается дифференциальным уравнением Вебстера. В работе изучена возможность представления решения уравнения Вебстера в виде ряда Фурье, что позволит исследовать дифференциальные уравнения колебаний концентраторов методом гармонического баланса.

На примере конического концентратора с отношением диаметров $N = 2,5$ и резонансной частотой $f = 20$ кГц были исследованы его колебания. Параметры $K = 2,324$ (коэффициент усиления) и $L = 0,14$ м (резонансная длина) были получены по известным формулам для расчета такого концентратора. Распределение амплитуды колебательных смещений по длине концентратора рассчитывалось путем численного интегрирования уравнения Вебстера методом Рунге-Кутты. Полученное решение продолжалось четным образом на отрезке $(-L; L)$ и представлялось в виде ряда Фурье с помощью численного гармонического анализа.

Расчет показал, что распределение амплитуды достаточно точно аппроксимируется двумя гармониками ряда Фурье, что делает возможным исследование дифференциальных уравнений колебаний концентраторов методом гармонического баланса.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ГРАВИРОВАНИЯ

Студент гр. 11302114 Русак А. О.

Кандидат техн. наук, доцент Габец В. Л.

Белорусский национальный технический университет

Устройство для гравирования представляет собой станок для обработки резанием заготовок, использующий в качестве режущего инструмента фрезы.

Гравировальные устройства, предназначены для выполнения таких видов работ, как высококачественной обработки (фрезерования и гравирования) поверхности однотипных заготовок и деталей; обработки деталей сложной конфигурации из таких материалов как: древесина, алюминиевые сплавы, полимеры, фанера и ДСП; выполнения 2D и 3D-фрезерования. Устройства для гравирования бывают: универсальными, консольными, многоцелевыми, с перемещающимся порталом, бесконсольными, копирувальными и т.д. [1].

При разработке конструкции устройства выбор остановился на конструкции с перемещающимся порталом. Он дает возможность перемещения по третьей координате, что позволит качественнее и быстрее обрабатывать детали сложной формы без дополнительных операций из древесины, алюминиевых сплавов, полимеров и т.д.

Разрабатываемая конструкция гравировального устройства представляет собой продольно-фрезерный двухстоечный станок с подвижным порталом и с подвижной поперечиной. Перемещения по трем координатам осуществляется при помощи шарико-винтовой передачи по направляющим. Достоинством такой конструкции является возможность обработки деталей сложной конфигурации без дополнительных установов. Недостатком является менее жесткий портал по сравнению с продольно-фрезерными двухстоечными станками с неподвижным порталом. Габаритные размеры 860×530×570 мм. Рабочее поле составляет 800×500 мм.

Разрабатываемая конструкция состоит из унифицированных узлов, что обеспечивает простоту в обслуживании. А размеры устройства позволяют его установку в небольших помещениях, что непременно заинтересует творческих людей, занимающихся единичным производством изделий.

Литература

1. Кряжев, Д.Ю. Фрезерная обработка на станках с ЧПУ: учеб. пособие / Д.Ю. Кряжев – М: Ирлен Инжиниринг, 2005 – 41 с.

АППАРАТ РЕНТГЕНОВСКИЙ ПЕРЕДВИЖНОЙ

Студент гр.11307114 Семейко И. Н.

Кандидат техн. наук, доцент Савченко А. Л.

Белорусский национальный технический университет

Рентгеновские аппараты широко используются в современной медицинской практике. С их помощью осуществляется диагностика и лечение различных заболеваний, прежде всего в травматологии, хирургии и ортопедии.

Изображение формируется на основании различной степени поглощения лучей внутренними тканями пациента и называется рентгенограммой. Может отображаться как на специальной пленке, так и на компьютере (для цифровых моделей) [1].

Рентгеновский диагностический передвижной аппарат предназначен для выполнения рентгеновских снимков различных органов пациента в условиях больничных палат, в полевых, экспедиционных и других нестационарных условиях. Аппарат эффективен при оказании скорой помощи при диагностике травм [2].

Моноблок с рентгеновской трубкой свободно перемещается вокруг своей оси, вдоль и поперек колонны. Благодаря этому возможно делать рентгеновские снимки в любом положении пациента. При снимках можно применять все типы рентгеновских кассет и съемочных столов. Установленное рабочее напряжение на трубке не зависит от колебаний напряжения и сопротивления электросети.

Портативность, простота обслуживания и защита от неиспользуемого рентгеновского излучения позволяют применять аппарат не только в рентгеновских, но и непосредственно в зубо врачебных кабинетах.

Центр масс аппарата смещен в нижнюю часть, которая представляет собой колесную платформу, в том числе с возможностью перемещения встроенным электроприводом. Такая компоновка в соответствии с [3] обеспечивает возможность транспортировки любым видом транспорта.

Целью разработки является проектирование конкурентоспособной конструкции аппарата рентгеновского передвижного.

Литература

1. Павлинский, Г.В. Основы физики рентгеновского излучения / Г.В. Павлинский – Самара: Изд-во «Физико-математическая литература», 2007 – 240с.
2. Лазарев, П.П. Оборудование рентгеновского кабинета / П.П. Лазарев – Санкт-Петербург: Изд-во «Санкт-Петербург», 2012 – 197 с.
3. Патент РФ 2334465 МПК А61В6/00. Мобильный малогабаритный рентгеновский аппарат / А.Л. Филатов – Опубл. 27.09.2008.

УЛУЧШЕНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ОСТРОТЫ ОСТРИЯ ИНЪЕКЦИОННОЙ ИГЛЫ

Магистранты Семенкович В. П., Али Ахмад
Докторр техн. наук, профессор Киселев М. Г.
Белорусский национальный технический университет

В ходе проведения экспериментов прокалывание осуществлялось инъекционными иглами одного типоразмера при двух состояниях их острия: в состоянии поставки, т.е. с остро заточенным острием, а также в его изношенном состоянии, за счет предварительного истирания острия иглы о мелкозернистую шлифовальную шкурку.

Материалом образцов для прокалывания служили полиэтиленовая пленка высокого давления по ГОСТ Р 10354-82 толщиной 150 мкм, и целлофановая пленка по ГОСТ 7730-89 толщиной 40 мкм. Данные материалы отличаются своими механическими свойствами, и, в первую очередь, упругостью и прочностью, что позволит изучить влияние этих показателей материалов на процесс их прокалывания инъекционной иглой.

За время однократного прокалывания полиэтиленовой пленки инъекционной иглой значение, действующего на нее усилия, принимает следующие характерные значения: $F_{пр}$ - усилие первоначального прокалывания пленки; F_{max} - максимальное усилие прокалывания пленки.

При испытании остроты острия инъекционных игл нормируется значение максимального усилия прокалывания ею полиэтиленовой пленки. Однако этот показатель является комплексным и характеризует остроту всей заточенной части иглы, а не отдельно ее острия.

Прокалывание полиэтиленовой пленки инъекционной иглой с остро заточенным острием по сравнению с затупленным острием приводит к увеличению значений F_{max} и $F_{пр}$, в результате чего отношение $F_{max}/F_{пр}$ снижается. В силу того, что, по мере затупления острия иглы, отношение $F_{max}/F_{пр}$ не остается постоянным, то проводить оценку его остроты по значению максимального усилия прокалывания полиэтиленовой пленки является некорректным.

При прокалывании целлофановой пленки изменение усилия, действующего на иглу за время прокола, носит четко выраженный импульсный характер, как с острым острием, так и с затупленным острием и значения F_{max} и $F_{пр}$ совпадают. Следовательно, при испытании остроты острия инъекционных игл в качестве прокалываемого материала необходимо применять целлофановую пленку, а в качестве нормируемого параметра использовать значение максимального усилия ее прокола, которое в отличие от полиэтиленовой пленки, совпадает со значением ее первоначального прокола.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПЛАСТМАСС

Студент гр. 11307216 Сенокосов А. С., студент гр. 11307116 Жарун М. Н.

Кандидат техн. наук, доцент Филонова М. И.

Белорусский национально технический университет

Пластические массы (пластмассы) являются смесью веществ, содержащих искусственные высокомолекулярные смолы, наполнители в виде древесной муки, очесов хлопка, каолина, асбеста, слюдяной муки и других материалов. По физико-химическим свойствам связующих веществ (смол) пластмассы разделяют на терморезистивные и термопластические.

Наиболее важным этапом изготовления деталей из пластмассы является формование. Наиболее широко распространенными являются следующие методы: прямое компрессионное и литейное прессование, литье под давлением и литье под вакуумом.

Совершенствование технологии производства пластмассовых деталей идет по следующим направлениям.

1. Совершенствование прессуемых материалов, обладающих повышенной нагревостойкостью; использование новых дугостойких, влагостойких, нагревостойких, механически прочных материалов (МФК-20, К-78,51, К-77-51) взамен асбестовых для деталей дугогасительных камер.

2. Совершенствование технологических процессов: широкое применение таблетирования терморезистивных пресс-материалов перед прессованием деталей, широкое применение нагрева таблеток и термо-реактивных пресс-материалов токами высокой частоты непосредственно перед прессованием.

3. Совершенствование пресс-форм: применение многогнездных, а также двух- и трехэтажных пресс-форм, разработка и внедрение безоблойных и тонко-облойных пресс-форм для простого прессования.

4. Механизация и автоматизация технологических процессов. Все элементы механизации и автоматизации, как правило, встраиваются в прессы и автоматические линии.

В данной работе мы привели характеристики пластмасс, выяснили главные способы переработки и ознакомились с направлениями совершенствования изготовления деталей из пластмасс.

Литература

1. Зайцев И. В. Технология электроаппаратостроения: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. школа, 1982. – 215 с., ил.

2. <http://leg.co.ua/knigi/oborudovanie/tehnologiya-i-oborudovanie-proizvodstva-elektricheskoy-apparatyury-62.html>

УДК 621.179.17

ЭЛЕКТРОМАГНИТНО-АКУСТИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Аспирант Сергиенко К. С.

Кандидат техн. наук Подолян А. А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

Электромагнитно-акустический преобразователь для контроля объектов цилиндрической формы относится к технике неразрушающего контроля металлических изделий ультразвуковым методом.

Рассмотрен электромагнитно-акустический преобразователь для контроля объектов цилиндрической формы, конструкция которого показана на рис. 1.

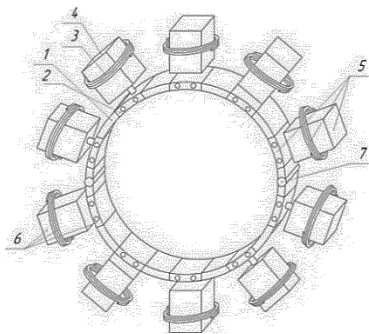


Рис. 1. Электромагнитно-акустический преобразователь для контроля объектов цилиндрической формы:

- 1 – каркас для фиксации массива элементов; 2 – основной плоский проводной излучатель;
- 3 – электромагнит; 4 – магнитоводы;
- 5 – основной магнитный элемент;
- 6 – дополнительный магнитный элемент; 7 – фиксатор для закрепления каркаса с массивом элементов на объекте цилиндрической формы

Использование предложенного преобразователя позволит повысить эффективность и точность контроля измерений объектов цилиндрической формы, и упростить проведение автоматического и автоматизированного контроля.

УДК 620.17.051

УСТРОЙСТВО ИСПЫТАНИЯ УПРУГОСТИ ХИРУРГИЧЕСКИХ ИГЛ

Студент гр. 11307115 Соболев Д. Е., студент гр.11307114 Березняк В. Д.

Доктор техн. наук, профессор Киселёв М. Г.

Белорусский национальный технический университет

Принцип работы созданного устройства, реализующего требования ГОСТ 25981-83, поясняется схемой, приведенной на рисунке 1.

Шток 13 перемещается по скользящей посадке в отверстии кронштейна 8, закрепленного на стойке 7. Шток, на нижнем конце которого закреплено

лезвие из твердого сплава, плавно подводится до касания с поверхностью иглы, что фиксируется по моменту загорания лампочки Л, питаемой от источника постоянного тока ИП.

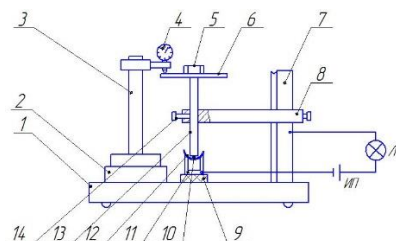


Рис. 1. Принципиальная схема устройства испытания упругости хирургических игл

С помощью стопорного винта 14 шток фиксируется в этом положении. Затем на площадку 6, закрепленную на верхнем конце штока устанавливаются грузы 5 необходимой массы с учетом массы штока и площадки. Затем к поверхности площадки подводится измерительный наконечник индикатора часового типа 4 с ценной деления 0,01 мм, закрепленного в магнитной стойке 3, установленной на металлической плите 2. После выполнения этих процедур, стопорный винт опускается, и происходит нагружение испытываемой иглы, вызывающее ее упругую деформацию, величина которой определяется по показаниям индикатора. Полученные значения деформации иглы сравниваются с ее нормируемой для данной иглы величиной.

УДК 681.2.084

МЕТОДИКА И АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ПРОВЕРКИ ОСТРОТЫ ОСТРИЯ МЕДИЦИНСКИХ СКАЛЬПЕЛЕЙ

Студент гр. 11307115 Соболев Д. Е.

Доктор техн. наук, профессор Киселёв М. Г.

Белорусский национальный технический университет

Скальпель (хирургический нож) относится к медицинским инструментам, предназначенным для рассечения мягких тканей. Его важным параметром (ГОСТ 21240-89) является острота острия.

Разработано специальное устройство для проведения испытания остроты острия скальпелей, основанная на реализации условий проведения аналогичных испытаний инъекционных игл, схема которого приведена на рисунке 1.

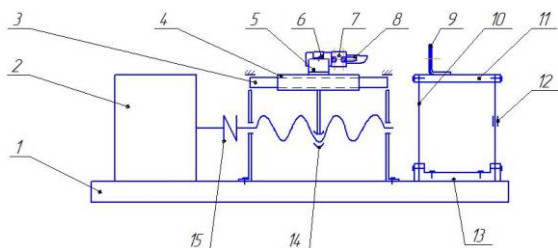


Рис. 1. Принципиальная схема устройства проверки остроты острия скальпеля

От электродвигателя 2, прикрепленного к основанию 1 устройства, через муфту 15 и передачу «винт-гайка» 14, каретке 4, установленной на направляющих 3, сообщается продольное движение. Испытуемой скальпель 8 устанавливается в оправке 7, которая закреплена в призме 5, связанной с кареткой. Прокальываемый материал крепится к рамке 9, которая установлена на подвижной пластине 11 плоскопараллельных направляющих, состоящих из корпуса 13 и двух стальных пластин 10. На одну из них наклеены тензометрические датчики 13. В процессе прокальывания материала скальпелем происходит упругая деформация пластин, величина которой фиксируется тензодатчиками и далее сигнал передается на усилитель и цифровой запоминающий осциллограф. Полученная таким образом осциллограмма позволяет определить характер изменения и величину усилия, действующего на испытуемый скальпель, за время однократного прокальывания им испытуемого материала.

УДК 621.3.035.182

КОМПЕНСАЦИОННЫЙ КРОНШТЕЙН

Студент Сорочинский Д. Д.

Кандидат техн. наук Подолян А. А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

Компенсационный кронштейн относится к области приборостроения, в частности к станкостроению, а именно к креплению элементов силовой конструкции станка.

Рассмотрен компенсационный кронштейн, конструкция которого показана на рис. 1. С помощью электромагнитно-акустического метода [1] показано, что кронштейн может быть применим в конструкциях крепления материалов с различными температурными коэффициентами линейного расширения.

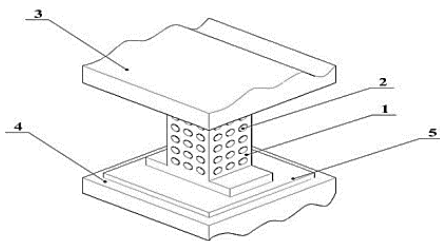


Рис. 1. Компенсационный кронштейн: 1 – металлический компенсационный кронштейн; 2 – цилиндрические сквозные отверстия разного диаметра; 3, 4 – элементы силовой конструкции; 5 – соединительный элемент

Таким образом, использование предложенного кронштейна позволяет, расширить технические возможности, упростить конструкцию и повысить надежность крепления.

Литература:

1. Анализ электромагнитно-акустического преобразователя с угловым вводом возбуждения ультразвуковой волны / Г.С. Тымчик, А.А. Подолян // Вестник НТУУ «КПИ» серия приборостроение. – Киев: Изд-во НТУУ «КПИ», серия приборостроения. – 2014 – Вып.47 – С.85-94

УДК 611.08

УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ИМПЕДАНСА СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ

Студент гр. 11307114 Стамбровский А. С.

Кандидат техн. наук, доцент Савченко А. Л.

Белорусский национальный технический университет

Предлагаемое устройство относится к медицинской технике, а именно к устройствам для биомеханических исследований и к приборам, определяющим защитное напряжение мышц, импеданс и т.д. Оно может быть использовано в нейрофизиологических и психологических исследованиях, спортивной медицине, технике для реабилитации людей с ограниченными возможностями.

Цель предлагаемого устройства – контроль импеданса сердечной мышцы с расширением технических возможностей и повышением достоверности результатов по сравнению с имеющимися средствами [1, 2].

Устройство работает следующим образом. Во время торакальной операции или реанимации, а также во время эксперимента на открытой мышце, в том числе сердечной [3], к интересующему участку ткани прикладывают

простерилизованное устройство. С помощью актуатора или шприца откачивают из камеры устройства через шланги воздух до определенного уровня разрежения, измеряемого с помощью датчика давления. Как только датчик фиксирует требуемое разрежение, мембраны, на которых подвешен шток, начинают перемещаться вниз, шток действует на биоткань через стержень и сменную насадку специально подобранной формы. Перемещение мембран, соответствующее величине внедрения штока в мышечную ткань, измеряется индуктивным датчиком. Электрический сигнал с выхода индуктивного датчика поступает на электронный блок через электрический разъем. Сигнал усиливается и преобразуется в цифровую форму, после чего выводится на компьютер. Вид представления результатов может быть различным и зависит от решаемых задач.

Литература

1. Авторское свидетельство СССР №181778 МПК А61К, А61В. Устройство для исследования тонуса мышц в динамике / В.С. Гюрфинкель, В.А. Сафронов.– Опубл. 21.04.1966.

2. Авторское свидетельство СССР №181777 МПК А61К, А61В. Способ исследования тонуса мышц в динамике / В.С. Гюрфинкель, В.А. Сафронов.– Опубл. 21.04.1966.

3. Ченцов, Ю.С. Мышечные ткани. Виды мышечной ткани: учебное пособие для студентов вузов по специальности «Биология»/ Ю.С. Ченцов. – Москва: МГУ, 2001. – 273 с.

УДК 004.4

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЛОСКОГО РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА ПРОГРАММНЫМИ СРЕДСТВАМИ

Студент гр. ПГ- пб1 Ступак О. Ю.

Кандидат техн. наук, доцент Цыбульник С. А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

Цель кинематического анализа плоского рычажного механизма состоит в определении параметров движения его звеньев по заданному движению ведущих звеньев без учета действующих сил.

Основными задачами кинематического анализа являются:

- построение плана положений механизма;
- построение плана скоростей шарниров;
- построение плана ускорений шарниров.

Кинематическому анализу, в связи с перечисленными задачами, должен предшествовать структурный анализ механизма, при котором определяется,

сколько, какого класса и в какой последовательности соединены кинематические пары, образующие ведомую кинематическую цепь механизма. Задачи кинематического анализа механизмов чаще всего решаются графическими или аналитическими методами.

Графические методы основаны на геометрическом построении траекторий движения отдельных звеньев механизма, скоростей и ускорений их шарниров. Получаемые результаты дают наглядную картину движения звеньев механизма и его шарниров, но необходимые построения выполняются для каждого конкретного положения механизма. Последнее не позволяет получить общее универсальное решение.

Аналитические методы обеспечивают высокую точность вычисления искомых параметров. В настоящее время очень часто применяют именно аналитические методы. Тем не менее, для предварительной оценки кинематических параметров механизма и контроля аналитических вычислений используются простейшие геометрические построения – планы положений, скоростей и ускорений.

В данной работе рассмотрена возможность применения современных компьютерно-интегрированных технологий и языков программирования для построения планов положений, скоростей и ускорений плоского рычажного механизма. Реализация построения названных планов проходила при помощи языка программирования Processing. Программный метод построения планов в языке Processing представляет собой комбинацию графических и аналитических методов с их основными преимуществами и недостатками. Главным недостатком программного метода является сложность алгоритма построения плана положений, а преимуществом – такой подход позволяет студентам развить навыки программирования при решении задач механики.

UDC 621.7.015: 004.89

EXPERT SYSTEM OF DESIGNING TECHNOLOGY OF PROCESSING DETAILS

Student group PB-81mp Suvala A. V.
PhD, Assoc. Prof., Vysloukh S. P.
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

One of the main trends in recent years is computer designing technologies using in various production areas. [1]. Achievements in the field of artificial intelligence make it possible to perform work related to the design of technological processes' automation by increasing the degree of design systems intellectualization. Intellectualization based on the knowledge bases using and intellectual

support of decision-making processes, the unification and formalization of knowledge processing procedures, the development and application of intelligent models, the organization of continuous knowledge accumulation [2].

Therefore, based on the analysis of intelligent systems, the task is to create an expert system that will reduce the time and improve the quality of designing technological processes for details machining in instrument engineering through an operational dialogue with the user.

The developed expert system consists of an interpreter, a working memory that includes a database and knowledge base, knowledge acquisition components, explanatory and dialog components. The database designed to save output and intermediate results. At the same time, the knowledge base stores long-term data. The explanatory element serves to determine what knowledge used in solving the problem. The dialogue component focused on the organization of friendly communication with all categories of users, both in the course of solving problems and acquiring knowledge and explaining the results of work.

Expert systems in production solve the problems of many contradictory factors conflict and numerous options for solving the task by the designer.

References

1. Масленникова О.Е. Основы искусственного интеллекта. / О.Е. Масленникова, И.В. Гаврилова. – М.: ФЛИНТА, 2013. – 282 с.
2. Ярмошенко О.В. Інтелектуальні системи прийняття рішень при проектуванні технологічних процесів [Текст] / О.В. Ярмошенко, С.П. Вислоух // Молодий вчений. – 2017. – №2. – С. 229–234.

УДК 539.1.07:621.382.21.3

ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ЗАЩИТЕ ОТ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Магистрант Тёмный Д. В.

Кандидат техн. наук, доцент Зайцева Е. Г.

Белорусский национальный технический университет

Одним из свойств рентгеновского излучения является его способность проходить через вещество. Увеличение напряжения изменяет спектр излучения за счет повышения максимальной энергии излучения и увеличения количества фотонов высокой энергии, обуславливающих его большую проникающую способность. Опасность при рентгенографических исследованиях заключается в том, что рентгеновские лучи действуют по принципу радиации, превращая нейтральные атомы в положительно или отрицательно заряженные ионы. В свою очередь, это может вызвать изменение структуры клеток, метаболизма и функционирования тканей, органов и

всего организма. Даже при незначительной, но частой дозе облучения возможны изменения в хромосомном аппарате клетки - мутации.

При защите от рентгеновского излучения толщина защитного экрана определяется необходимой степенью ослабления мощности дозы излучения. Для экранирования используются такие материалы как свинец, бетон, свинцовое стекло и др. В отдельных случаях, когда по характеру выполняемых работ использование стационарной защиты затруднено, допускается обеспечение защиты путем использования переносных защитных ширм, экранов, а также средств индивидуальной защиты (защитные фартуки, рукавицы, щитки и пр.)

Свинец и его соединения токсичны. Свинец может накапливаться в органах, вызывая их постепенное разрушение, концентрируется в печени и почках. Является канцерогеном. Трудно выводим из организма.

Исходя из вышесказанного, можно выделить следующие цели и задачи для уменьшения влияния свинца на организм человека при рентгенографических исследованиях:

- 1) измерение мощности дозы излучения за защитой, в зависимости от напряжения;
- 2) минимизация, либо полное исключение свинца, как средства защиты от рентгеновского излучения
- 3) применение альтернативных защитных материалов, не оказывающих вредного влияния.

Таким образом попадание в организм свинца при рентгенографических исследованиях будет сведено к минимуму как у пациентов, так и у рентгенолаборантов.

УДК 681.625.9

ОБРАЗОВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ НА ИСКАЖЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ 3D-ПЕЧАТИ

Студент гр. ПБ–61 Третяк Е. В.

Кандидат техн. наук, доцент Стельмах Н. В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

Целью работы была 3D-печать частей сборочной единицы. Одной из них стала кругообразная деталь с массивом одинаковых вершин и впадин. После завершения операции было обнаружено ненужное отверстие с верхней стороны детали, как будто сделано иглой.

Проблему могло вызвать недостаточное охлаждение верхнего слоя и то, что верхняя поверхность является недостаточно толстой. Охлаждение мо-

жет быть причиной искажения поверхности. Как правило, при запуске печати кулер 3D-принтера будет иметь низкую скорость и постепенно будет ее набирать. Если охладитель работает нормально, но недостаточно охлаждает, то недостаток может быть в том, что он направляет недостаточное количество воздуха над моделью.

Другая проблема охлаждения возникает при нанесении каждого последующего верхнего слоя. Когда он закрывает внутреннюю опорную конструкцию, ее необходимо быстро охлаждать, чтобы предотвратить попадание в отверстия между опорами. Скорость вентилятора можно настроить в G-коде программы для 3D-печати. Общий код для включения вентилятора M106, а выключения M107. Записываем в управление соплом и устанавливаем необходимую скорость кулера для требуемых слоев.

Например, смотря на G-код (сгенерированный в Cura) для куба размером 1 см x 1 см, напечатанного на высоте слоя 0,1 мм, увидим, что есть 97 слоев. Зная, что есть настройки «Bottom/Top Thickness» 0,6 мм, можем оглянуться назад: LAYER: 91 затем в строке после добавления M106 S255. M106 устанавливает вентилятор, а S255 задает ему полную мощность. Чтобы исправить недочет, можно сделать проще – увеличить толщину верхнего слоя, или вместо внутреннего автозаполнения, заменить в G-коде печать последнего слоя на сплошной. Тем самым в крупногабаритных деталях исключить провисание последних слоев детали.

В случае с вышеописанной кругообразной деталью, которая входит в сборочную единицу, ее было покрыто отделочным материалом – краской, и сверху прикреплено еще одну комплектующую.

Поэтому для устранения проблемы нежелательных отверстий и искажений поверхности изделия надо убедиться, что у кулера отрегулированы скорость и положение. При необходимости выставить их вручную.

УДК 616-71

ВЕСЫ МЕДИЦИНСКИЕ НАПОЛЬНЫЕ

Студент гр. 11307114 Уласевич А. О.

Кандидат техн. наук, доцент Савченко А. Л.

Белорусский национальный технический университет

Весы – измерительный прибор, предназначенный для определения массы объекта в результате действующей на этот объект силы тяжести и требующий управления процессом взвешивания.

Основными характеристиками весов являются:

- класс точности (1-4).
- цена поверочного деления e .
- наибольший предел взвешивания (НПВ).

- наименьший предел взвешивания (НмПВ).

Современные весы в основном являются электромеханическими (электронными), причем преобразователь силы тяжести в электрический сигнал состоит из упругого элемента и датчика для преобразования деформации в электрический параметр.

Предлагаемая конструкция медицинских весов для взвешивания людей приведена на рисунке 1.

Работает устройство следующим образом. Нагрузка прикладывается к платформе 1. Далее через две трубные балки 2 усилие передается на две несущие балки 3, которые в свою очередь передают усилие на четыре упругих элемента 5. Каждый упругий элемент имеет по два тензорезистора, что создает полумостовую схему. Через провода сигнал с тензорезисторов передается на электрическую плату 8. Питание платы просходит из блока батареек 7. Стоят весы на резиновых опорных элементах 6.

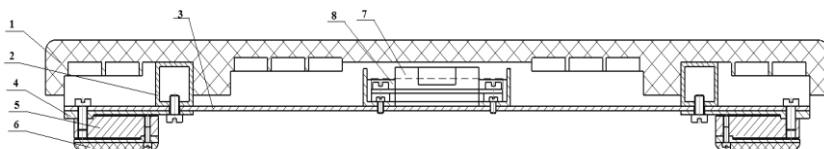


Рис. 1. Весы медицинские напольные

Главной особенностью данного устройства является возможность без применения дополнительных средств сменить грузоприемное устройство. Это дает возможность применять данные весы при взвешивании детей от 10 кг., а также возможно установка платформы для взвешивания животных. Еще одной особенностью является беспроводная передача от весов на компьютер или другое устройство информации о массе взвешиваемого пациента. Это позволяет автоматически передать данные в электронную амбулаторную карту пациента.

УДК 621.336

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ НА ОСНОВЕ РАЗМЕРНОЙ НАСТРОЙКИ

Студент гр.ПБ-81мп (магистрант) Циба Т. Е.

Кандидат техн. наук, доцент Шевченко В. В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

Основным требованием к деталям приборов является высокая точность их геометрических форм и размеров, что обеспечивает надежность и беспре-

ребойную работу прибора в целом. Обеспечить точность и качество поверхности деталей возможно только повышением надежности и точности механообработки.

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

Реализация системы поднастройки, непосредственно в процессе обработки сводится к использованию высокоточного датчика касания, с помощью которого определяются реальные размеры обработанной детали. Сравнивши измеренный и теоретический (эталонный) размер, который рассчитывается с управляющей программы с помощью ЭВМ проводится анализ величины несоответствия и на ее основании вырабатываются необходимые, коррекционные сигналы. В блоке коррекции на основании этих сигналов вносятся изменения в процесс расчёта перемещений рабочих механизмов ГПС [1].

Коррекция может быть реализована двумя способами: уловным смещением нуля станка, использующего при расчете координат перемещений, и реальной поднастройкой положения инструмента на рассчитанный размер. Второй способ более эффективный, но для его реализации необходимо иметь привод с большой дискретностью перемещения.

Система автоматической настройки, позволяет производить точную начальную выставку инструмента, а также его поднастройку в процессе обработки, что значительно повышает точность механообработки и качество обрабатываемой детали.

Литература:

1. Остафьев В. А., Тымчик Г. С., Шевченко В. В. Адаптивная система управления // Механизация и автоматизация управления, 1983. – №1. – С. 18–20.

УДК 621.391

СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Студент гр.ПБ-81мп (магистрант) Циба Т. Е.

Кандидат техн. наук, доцент Шевченко В. В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

В процессе резания рабочие поверхности режущего инструмента поддаются действию различного рода влиянию, что ухудшает работоспособность инструмента, из-за поломки, размерного износа инструмента или пластиче-

ской деформации. Нарастающий износ приводит к разрушению конструктивных элементов режущего инструмента. В результате, всего перечисленного снижается точность и качество механообработки, производительность, а также возрастает процент брака [1].

Исходя из этого, крайне необходимым является использование системы диагностики работоспособности режущего инструмента в процессе резания, что дает возможность своевременно заменять режущий инструмент, также предотвращать непредвиденный выход инструмента из строя.

Наиболее эффективным является использование системы диагностики, основан на измерении сигнала акустической эмиссии и мощности резания, что позволит более полно анализировать процесс резания, оценить стойкость инструмента, и даст дополнительную информацию для оценки работоспособности режущего инструмента.

Применение данной системы диагностики работоспособности режущего инструмента, на основании мощности резания и сигнала акустической эмиссии повышает качество, производительность и точность процесса механообработки.

Литература:

1. Шевченко В.В. Контроль состояния режущего инструмента с помощью электрических сигналов / В.В. Шевченко // Сборник научных трудов V научно-технической конференции Приборостроение: возможности и перспективы (Киев, 25-26 апреля 2006 г.). – Киев, 2006. – С.112-113.

УДК 338.45

ДИАГНОСТИКА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Студент гр. ПБ-81мп (магистрант) Циба Т. Е.

Кандидат техн. наук, доцент Шевченко В. В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

Для выпуска качественной продукции на производстве необходимо производить постоянный контроль и мониторинг технического процесса. Негативно отображается на получении соответственной прибыли производство большого количества бракованных деталей. Для решения данной проблемы на производствах применяют системы диагностики, которые в свою очередь следят за износом инструментов и контролируют процесс обработки детали.

Одной из важнейших характеристик технологического процесса является надежность технических средств. В автоматизированном производстве необходимо уделять особое внимание диагностике режущего

инструмента, так как она уменьшает возможность производства бракованной продукции. Также диагностика процесса резания позволит следить за динамикой резания режущего инструмента и своевременно заменять его в случае его неисправности.

Наиболее эффективным является электрический метод диагностики, с помощью которого возможно отследить геометрию резца и степень износа его режущей поверхности, также определить дефекты, которые могут привести к сбою всей системы.

С данной проблемой справится система диагностики, основанная на фиксации сигнала акустической эмиссии, который определяет силу резания и крутящий момент, а также информацию от системы измерения размеров детали. Вся информация отправляется в адаптивную систему, где с помощью баз данных анализируется вся входящая информация и корректируются режимы резания [1].

Таким образом, данная система повышает надежность режущего инструмента. Это позволяет свести к минимуму производство бракованной продукции, поэтому является эффективным вложением в будущее производства.

Литература

1. Шевченко В.В. Система контроля процесса обработки деталей в условиях «безлюдной технологии» / В.В. Шевченко, И.В. Капинос, Д.О. Грабовский. // Прогрессивные технологии и приборы. Луцк. -2011.

УДК 616.24-073.43:534.7:615.47

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ ПУЛЬМОНОЛОГИЧЕСКИХ И ДРУГИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Студент гр. 11307117 Чернецкий М. В.

Кандидат техн. наук, доцент Зайцева Е. Г.

Белорусский национальный технический университет

Качественная диагностика пульмонологических заболеваний имеет большое значение. Анализ легких с применением прослушивающих устройств позволяет обнаружить заболевание на ранних стадиях, но для того чтобы врач услышал отклонения в дыхании, необходим опыт и квалификация. Процесс обучения такому прослушиванию является трудоемким. Чтобы получить корректные знания в этом направлении студентам и в дальнейшем врачам, необходимо прослушать большое количество человек, здоровых и больных. Помимо этого, врачу необходимо прослушивать пациента в тишине. Кроме того, для врачей сложной проблемой является этиология кашля, т.е. причины его возникновения.

Классическими аппаратами для прослушивания являются стетоскоп и фонендоскоп. Стетоскопом называются медицинский прибор, который дает возможность специалисту выявить у пациента функциональные отклонения в работе внутренних органов и систем. Он состоит из голови, трубки и наушников.

Фонендоскоп позволяет специалисту оценить работоспособность крупных артерий и сердца. С его помощью прослушиваются шумы, указывающие на приобретенные и врожденные пороки. Также фонендоскоп дает возможность определить степень заполнения кровью артерий.

Характеристики устройств являются практически одинаковыми. Отличие между аппаратами заключается в их функциональных способностях. Мембрана фонендоскопа пропускает через себя высокочастотные импульсы. Трубка стетоскопа предназначена для оценки низкочастотных импульсов.

Общими недостатками этих аппаратов является невозможность записи, визуализации и передачи прослушиваемых сигналов, отсутствие возможности оперативной обработки этих сигналов специальными диагностическими алгоритмами и, следовательно, значительный период времени между прослушиванием и началом лечения.

Следовательно, актуальной задачей для повышения эффективности исследования патологии дыхательных путей является увеличение чувствительности и оперативности звуковой диагностики.

УДК 616.12-005.04-036.838

КОНЦЕПЦИЯ РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ВЕЛОТРЕНАЖЁРА ДЛЯ ЛИЦ, ПЕРЕНЕСШИХ ИНСУЛЬТ

Студент гр. 11307114 Чуйко А. В.

Кандидат техн. наук, доцент Зайцева Е. Г.

Белорусский национальный технический университет

Реабилитации после инсульта – восстановление разрушенных нервных клеток или обеспечение условий для того, чтобы здоровые нейроны мозга взяли их функцию на себя. Реабилитация включает совокупное воздействие фармакологических препаратов, физиотерапии и лечебной физкультуры. В начальной стадии реабилитации или в других случаях лечебную физкультуру необходимо начинать, когда пациент еще должен соблюдать постельный режим как в больнице, так и в стационарных условиях.

Восстановлению двигательных способностей ног и рук могут способствовать занятия на pedalных тренажерах. Использовать после инсульта обычный велотренажер, опасно: человек с нарушенной координацией движений рискует упасть с высокого сиденья, получив при этом травму. Уместная альтернатива – специальный реабилитационный велотренажер.

На основании анализа известных технических решений реабилитационных тренажеров была предложена концепция, обеспечивающая возможность как активной работы пациента по вращению педалей, так и пассивного движения конечностей за счет вращения педалей от привода при замкнутом контакте между педалями и конечностями. На рисунке 1 представлена схема предлагаемого тренажера.

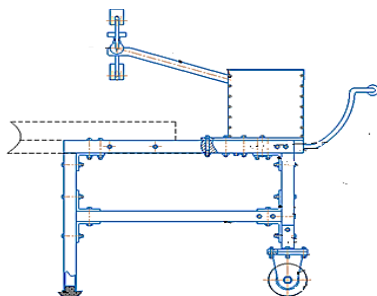


Рис. 1. Схема реабилитационного велотренажера

Указанный велотренажер возможно использовать как в стационаре, соединяя болтами с больничной кроватью, так и в домашних условиях.

УДК 612.141

МЕТОД ИСПЫТАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ

Магистрант Шавилков Э. С.

Кандидат техн. наук, доцент Габец В. Л.

Белорусский национальный технический университет

Важным элементом диагностики заболеваний сердечно-сосудистой системы и одним из методов контроля состояния здоровья человека является самостоятельное измерение им своего артериального давления (АД).

В настоящее время АД неинвазивно измеряется двумя методами:

1. Аускультативный метод Короткова (механические измерители АД) [1]
2. Осциллометрический метод (электронные измерители АД) [1]

Применяемые в настоящее время методы проверки и подтверждения метрологических характеристик электронных тонометров при измерении АД не дают возможности оценить реальную точность измерений, а служат для подтверждения точности индикации измеренных значений.

Это связано с тем, что проверка и подтверждение метрологических характеристик электронных тонометров выполняется в статических условиях, а реальные измерения проходят в динамическом режиме при различных состояниях сердечно-сосудистой системы и состояниях пациента.

Фирмы-изготовители применяют собственные специальные алгоритмы для обработки результатов при измерении АД. Вследствие этого, при одних и тех же условиях измерения при применении приборов разных типов и разных изготовителей могут быть получены различные результаты измеренного АД. Разница в результатах становится более существенной при отклонении АД и частоты сердечных сокращений от средней нормы.

Реальную погрешность электронного тонометра при измерении АД в динамическом режиме возможно оценить при симуляции измерения АД посредством специальных генераторов сигнала пациента.

В канале давления генератора после выбора в меню нужных значений АД и частоты пульса осуществляется моделирование сигналов по форме пульсаций давления (осцилляций), возникающих в манжете, сжимающей артерию при измерении давления осциллометрическим методом. При измерении АД установленные данные подаются последовательно с процессора на 12-разрядный ЦАП, сигналы усиливаются и поступают на выход в виде статического значения давления и форм кривых динамического значения. По команде с дисплея встроенный компрессор начинает накачивать избыточное давление в манжету с заданными значениями АД. Измерение давления в манжете осуществляется с помощью встроенного цифрового манометра.

Литература

1. ГОСТ 31515.1 – 2012 «Сфигмоманометры (измерители артериального давления) неинвазивные Часть 1 Общие требования»

УДК 616.77

УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗРАБОТКИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Студент гр. 11307114 Шакаль С. В.

Кандидат техн. наук, доцент Габец В. Л.

Белорусский национальный технический университет

Одно из направлений в медицинской технике – вспомогательные средства для реабилитации больных и инвалидов с нарушением опорно-двигательного аппарата, так как практически все нарушения опорно-двигательного аппарата приводят к нарушению функции конечности [1].

Устройство для разработки контрактур тазобедренного сустава представлено на рисунке 1 и состоит из вилки 1 и опоры для ноги 2. Опора выполнена в виде 4х попарно соединенных трубок под голень 3 и под бедро 4. На опоре для ноги крепятся тканевые держатели 5 для обеспечения комфортных условий. В узле предусмотрена подстройка тренажера под различную длину ноги с помощью регуляторов 6 и 7. Стопа крепится к подступнику 8 с помощью липучих лент 9. Опора для ноги представляет собой кривошипно-ползунный механизм. Под действием силы тяги, передаваемой от

электродвигателя 10 к ходовой гайке связанной с вилкой 1, происходит возвратно-поступательное движение последней, что приводит к сгибанию и разгибанию ноги пациента в тазобедренном суставе.

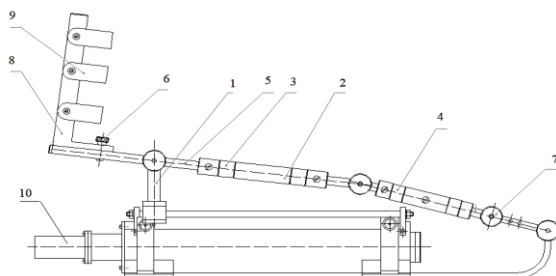


Рис. 1. Устройство для разработки нижних конечностей

Таким образом, созданное устройство позволяют больному самому изменять угол разработки контрактуры в довольно широком диапазоне (от 0 до 90°), не прибегая к помощи медицинского персонала.

Литература

1. Качесов, В.А. Основы интенсивной реабилитации. Травма позвоночника и спинного мозга / В.А. Качесов // Кн.1. – М.: 2002. – 126 с.

УДК 647.258:614.885

ПРОБЛЕМЫ УХОДА ЗА ПОЖИЛЫМИ ЛЮДЬМИ И ИХ ДИАГНОСТИКИ

Студент гр. 11307117 Шаков И. А.

Кандидат техн. наук, доцент Зайцева Е. Г.

Белорусский национальный технический университет

В данной работе рассмотрены проблемы, с которыми сталкиваются каждый день люди преклонного возраста или инвалиды. Соответственно актуальным является вопрос ухода за больными или пожилыми людьми. На сегодняшний день этот вопрос очень актуален, так как людей, которым нужен уход и лечение, очень много. Для того, чтобы правильно сформулировать требования к уходу за больными, нужно узнать перечень определенных нужд и норм для человека преклонного возраста.

Большинство больных людей преклонного возраста мучается с такими проблемами, как перемещение куда-либо, плохое зрение, поэтому они стараются на ощупь найти то, что им надо. Это отнимает у них большое количество сил. Развитие техники и медицины позволяет эту проблему решить путем автоматизации сделать жизнь людей преклонного возраста и инвалидов комфортнее.

Во-первых, необходимо обратить внимание на образ жизни человека и понять, чем он занимается, чтобы учесть все нужные варианты. Немаловажно отметить три фактора, которые надо учесть при создании какого-либо приспособления для помощи, лечения или ухода за больным. Нужно обратить внимание на диагностический фактор для возможности постоянного мониторинга здоровья и потребностей организма человека. Необходим правильный распорядок дня и правильный рацион приема только здоровой пищи в нужном количестве. Необходимо наладить связь между людьми для просмотра состояния здоровья больного. Вторым ключевым аспектом является физиологический. В нем необходимо проанализировать потребности человека для полного комфорта и выполнения каких-то определенных им задач. И последним важным аспектом является психологический. В нем содержится вся концепция общения с окружающим миром, также о том, в каком человек настроении и как он повлияет на состояние своего организма.

Стоит также вопрос о решении проблемы ухода за пожилым человеком с помощью социального работника. Не каждый может себе такое позволить, и к тому же больному человеку неудобно, когда за ним постоянно присматривают. Поэтому решение вышеуказанных проблем посредством создания соответствующей системы выведут геронтологическую медицину на новый уровень, где каждый пожилой человек будет чувствовать себя комфортно.

УДК 621

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИСПЫТАНИЙ ЗУБНЫХ БОРОВ

Магистрант гр. 1-38-80-01 Шатило Т. П.

Кандидат техн. наук Монич С. Г.

Белорусский национальный технический университет

На рисунке 1 приведена фотография устройства для измерения радиального биения боров и алмазных головок, разработанного на кафедре «Конструирование и производство приборов» БНТУ.

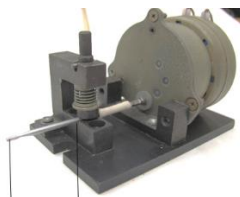


Рис. 1. Устройство для измерения радиального биения

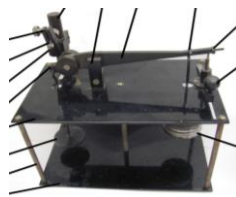


Рис. 2. Устройство для испытания прочности шейки бора

Для измерения радиального биения в данном случае, в отличие от стандартной методики, будет применяться бесконтактный метод, основанный

на использовании малого инструментального микроскопа МИМ-5, который позволит получить более точные результаты измерений.

На рисунке 2 приведена фотография устройства испытания прочности шейки бора, также созданного на кафедре «Конструирование и производство приборов» БНТУ.

Данный способ измерений соответствует стандартной методике испытания прочности шейки боров, однако, данное устройство спроектировано таким образом, чтобы обеспечить максимальную точность и сократить время измерений.

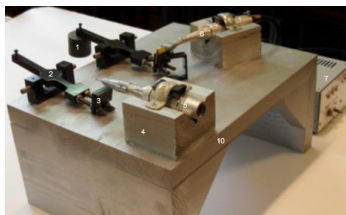


Рис. 3. Устройство для испытания режущей способности боров

Данные методики прошли опробование, результаты измерений получены и обработаны. Использование данных методов измерений позволит: использовать бесконтактных методов (измерение радиального биения), получать более точные результаты измерений, обеспечит удобство проведения испытаний.

Литература

1. ГОСТ 30213-94 «Инструменты стоматологические вращающиеся. Методы испытаний».
2. ГОСТ 22090.1-93 «Инструменты стоматологические вращающиеся. Боры стальные и вердосплавные».
3. Линда Р. Бартоломуччи Бойд Стоматологические инструменты. МЕДпресс-информ, 2007.
4. Трезубов В.Н. Стоматологический кабинет: оборудование, материалы, инструменты. СПб, 2006.

УДК 621.7.012

УСТАНОВКА СТРУННОЙ РЕЗКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКА

Студент гр. 11302114 Шевель К. П.

Доктор техн. наук, доцент Минченя В. Т.

Белорусский национальный технический университет

Струнная резка используется во многих отраслях промышленности, в частности для резки металлов, керамики, продуктов пищевого производства

и других всевозможных материалов. Достоинствами струнной резки являются обеспечение высокого качества резки материала, более высокая точность по сравнению с ножевой резкой за счёт уменьшения габаритов режущего инструмента, устранение необходимости затачивания инструмента, уменьшение разрушающих воздействий материала, подвергающегося резанию. Широкое распространение струнные инструменты получили при дозированной резке глиняного бруса пластического формования на кирпичи.

Недостатком струнной резки являются: большие силы резания, захват разрезаемого материала при выходе струны из бруса, как следствие снижение качества за счет образования выступов, потеря ресурсов на изготовление определённой продукции в серийном и массовом производстве.

Целью данной работы является разработка установки струнной резки, в которой повышается качество реза, уменьшается сила резания и исключается деформация материала на выходе струны.

Конструктивной особенностью данной разработки является введение в зону обработки ультразвуковой энергии. Данная разработка предназначена для технологической линии на предприятии производства кирпичей.

Достоинствами данной разработки является гибкость работы, получение различных профилей разрезаемой поверхности. При введении ультразвука в зону резания снижается сила резания, а за счет этого на выходе отсутствует деформация разрезаемого бруса, что увеличивает качество и точность процесса резания.

Литература

1. Технология керамики. Юшкевич М.О., Роговой М.И. – М.: «Стройиздат», 1969.
2. Ультразвук в поверхностной обработке материалов. Киселёв М.Г., Минченя В.Т., Ибрагимов В.А. – М.: «ТЕСЕЙ», 2001.

УДК 539.52

УСТРОЙСТВО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИНЕЙНОГО РАСШИРЕНИЯ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ГИПСА

Студент гр.11302116 Шевель Н. А.

Доктор техн. наук, профессор Киселев М. Г.

Белорусский национальный технический университет

Линейное расширение стоматологического гипса является важной характеристикой, которую определяют согласно ГОСТ 31568-2012 (ISO 6873 1998) на кафедре "Конструирование и производство приборов" БНТУ создано устройство для определения линейного расширения стоматологического гипса согласно требованиям, выше указанного стандарта.

Фотография общего вида данного устройства с указанием его основных элементов представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Фотография общего вида устройства определения линейного расширения стоматологического гипса

На массивном деревянном основании 1 установлена стеклянная пластина 2 толщиной 8 мм. На её поверхность устанавливается стальной цилиндр 3 наружным диаметром 56 мм и внутренним - 50 мм. Цилиндр представляет собой сборную конструкцию, состоящую из 2х полуцилиндров, скрепленных между собой двумя хомутами 4. На верхней части цилиндра помещается дюралевая пластина 5 толщиной 6 мм. На основании устройства закреплена стальная (сталь 45) пластина 8 размером 120x120 мм и толщиной 20 мм. Она служит для закрепления магнитной стойки 7, на которой установлен индикатор часового типа 6 (ИЧ-10) с ценой деления 0.01 мм. По мере затвердевания гипса залитого в полость цилиндра, происходит его расширение, величина которого в данный момент времени фиксируется по показаниям индикатора часового типа.

УДК 531.44

УСТРОЙСТВО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ТАБЛЕТКИ С ПОВЕРХНОСТЬЮ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Студент гр. 11307114 Хуссейн Абдел Сатер,

студент гр. 11302116 Шевель Н. А.

Доктор техн. наук, профессор Киселев М. Г.

Белорусский национальный технический университет

Для испытания таблеток на истирание используются различные устройства, отличающиеся применяемыми материалами, контактирующими с их поверхностью. Поэтому важно обладать данными о величине коэффициента трения поверхности таблетки при их скольжении по поверхности различных материалов.

На рисунке 1 приведена принципиальная схема устройства определения коэффициента трения таблетки с поверхностью различных материалов.

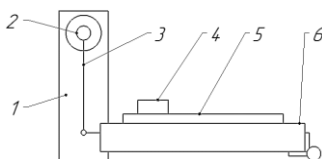


Рис. 1. Принципиальная схема устройства определения коэффициента трения таблетки с поверхностью различных материалов

Работа устройства основана на определении угла трения и заключается в следующем. На поворачивающейся плитке 6, закреплена пластина 5 из испытуемого материала, на поверхности которой устанавливается таблетка 4. После этого включается реверсивный электродвигатель 2 (РД- 09), закрепленный на вертикальной стойке 1 устройства. На его валу, вращающимся с частотой 78 мин^{-1} , закреплена нить 3, второй конец которой связан с поворачивающейся плитой. При вращении вала происходит плавный поворот плиты вокруг оси её вращения с одновременным изменением угла наклона плиты относительно горизонтали. Значение текущего положения угла определяется по угловой шкале, прикрепленной к основанию. В момент начала движения таблетки по пластине, электродвигатель отключается и определяется значение угла наклона 7, тангенс которого соответствует коэффициенту трения f .

УДК 62-65

ПРИБОРЫ СО СТЕКЛЯННЫМИ ИЗЛУЧАЮЩИМИ ИНФРАКРАСНЫМИ ПАНЕЛЯМИ ДЛЯ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Студент гр. ПГ-пб1 Шмидко В. И.

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

За последнее десятилетие при проектировании приборов и инженерных систем, все чаще используют различные ЖК, STN, OLED и другие дисплеи для отображения информации повышенной четкости в условиях ограниченного пространства. Указанные технологии позволяют отображать в десятки раз больше информации на малой площади, чем при использовании ламповых, светодиодных или стрелочных индикаторов при тех же габаритах приборов. Однако, недостатком современных панелей является то, что они выходят из режима нормальной работы при температурах ниже 0°C (для STN-дисплеев), -20°C для (PLED-дисплеев) и -40°C (для OLED-дисплеев). Таким

образом, возникают ограничения использования электронных дисплеев в зонах, где преобладают пониженные температуры внешней среды.

Для решения вышеописанной проблемы, необходимо внедрить в конструкцию прибора систему термокомпенсации таким образом, чтобы не увеличивать первоначальные габариты прибора и его потребляемую мощность.

Существуют три способа передачи тепловой энергии: конвекционный, контактный и инфракрасным излучением. Инфракрасные излучатели на стекле достаточно распространены из-за высокой излучательной способности стекла, порядка 94% [1], и часто применяются с температурой нагрева стекла около 40°C [2].

Обычно дисплеи защищены стеклом от загрязнения, попадания влаги и механических повреждений. Для использования стекла как инфракрасного излучателя, необходимо нанести на стекло нагревательный слой из прозрачного полупроводникового материала [3], что позволит обогревать дисплей и область вокруг дисплея, таким образом, производя температурную компенсацию.

Такое решение позволит использовать современные дисплеи в приборах, функционирующих в условиях низких температур без существенного увеличения массогабаритных характеристик.

Литература

1. Госсорг, Ж. Инфракрасная термография. Основы, техника, применение / Ж. Госсорг. Пер. с франц. – М.: Мир, 1988. - 339 с.
2. Штивер. Техническая и справочная информация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.shtiever.com/Library.html>. - Стр 1-4.
3. Способ получения инфракрасной излучательной панели // Патент Украины № 116929 25.05.2018. / Родионов Е.В.,

УДК 541.13

УСТРОЙСТВО НА ОСНОВЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА ДЛЯ ИНАКТИВАЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ

Студенты гр. 816001 (магистранты) Шульга Д. А., Кандрукевич И. Н.,
Тубольцев В. В.

Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники

Современные методы стерилизации и дезинфекции основаны на использовании термической обработки, фильтрации, применении радиации и химических соединений. Однако все эти методы имеют ряд недостатков. Газообразный оксид этилена токсичен и требует длительного времени обработки, а также дополнительной дегазации обработанных объектов. При тепловой обработке жидкости в процессе обработки для снижения темпера-

туры и времени экспонирования вводят стабилизаторы или химические реагенты, усиливающие инактивирующее воздействие, что требует последующей очистки препарата. При облучении ультразвуком не обеспечивается полная инактивация многих вирусов.

Метод стерилизации низкотемпературной атмосферной плазмой является перспективным.

Обработка плазмой атмосферного давления эффективна экономически и является альтернативой плазме низкого и высокого давления. Преимуществом данного метода является возможность интеграции в существующие производственные установки, в том числе поточные [1]. Низкотемпературная плазма эффективно инактивирует микроорганизмы на живых тканях, ускоряет сворачиваемость крови, деление клеток и заживление ран [2].

Авторами данной статьи было разработано устройство для генерации плазмы. Оно представляет собой источник высокого напряжения с подключенным к нему планарным электродом, работающим на основе диэлектрического барьерного разряда. Электрод конструктивно представляют собой пластину с напыленным слоем меди, покрытую диэлектриком.

Данный прибор для работы не требует химикатов, имеет малые габариты и вес. Отсутствие громоздких и энергоёмких вакуумных систем, возможность обработки больших объёмов жидкости, оперативность и универсальность применения, невысокая цена обеспечивают преимущества перед аналогами.

Литература

1. Энциклопедия низкотемпературной плазмы. – М.: Наука. – 2000.– Т. 3.
2. Tiede, R., Hirschberg, J., Daeschlein, G., von Woedtke, T., Vioel, W. and Emmert, S. (2014) Plasma Applications: A Dermatological View. Contributions to Plasma Physics, 54, 118-130.

УДК 616-073.173

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ФОТОПЛЕТИЗМОГРАФИИ

Студент гр. М01-321-1 (магистрант) Балтаев Р. В.

Доктор техн. наук, профессор Юран С. И.

Ижевский государственный технический университет
им. М. Т. Калашникова

На качество снимаемых фотоплетизмограмм существенное влияние оказывают различные мешающие факторы, которые называются артефактами. Они возникают в результате действия внешних электромагнитных полей, попадания света от посторонних источников излучения на фотоприемник

датчика. Существуют и физиологические артефакты, оказывающие большее влияние на выходной сигнал фотоплетизмографа. Это двигательные артефакты, факторы, связанные с индивидуальными оптическими свойствами биологических тканей (пигментация кожного покрова).

В работе рассматриваются технические решения, позволяющие снизить влияние этих факторов.

Влияние внешних электромагнитных полей снижается тщательным экранированием датчика и аппаратуры, а также частотной фильтрации сигналов с использованием аналоговых или цифровых фильтров нижних частот с высокой крутизной спада амплитудно-частотной характеристики и режекторных фильтров на частоту сети 50 Гц.

Подавление оптических помех можно решить путем хорошего оптического экранирования или использованием фотоприемника с оптическим фильтром видимого света. В то же время, оптическое экранирование может ухудшить условия регистрации сигнала фотоплетизмограммы.

Физические артефакты (смещение датчика по поверхности биологического объекта): перемещение датчика по поверхности кроме геометрических факторов имеет еще и изменение прижимающего усилия. При записи фотоплетизмограмм необходимо поддерживать усилие прижима постоянным. Это возможно при использовании блока стабилизации давления прижима датчика к биоткани. В противном случае эффективное сечение кровеносных сосудов, а значит, и кровенаполнение ткани будет изменяться совершенно непредсказуемым образом. Следовательно, полученные пульсовые кривые будут нести информацию, связанную в значительной степени с изменением условий измерения – степенью изменения усилия прижима датчика.

Реализация рассмотренных методов позволяет повысить качество регистрируемых фотоплетизмограмм и, следовательно, уровень диагностики состояния сосудистой системы биологических объектов.

УДК 616-71

СИСТЕМА ПЕРФОРАЦИИ КОЖИ С АВТОМАТИЧЕСКИМ ЗАБОРОМ КРОВИ

Ассистент Яковенко И. А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

Современные методы забора капиллярной крови позволяют более широко использовать их для диагностики состояния организма по сравнению с методами забора артериальной и венозной крови. Это обусловлено особенностью строения капилляра, который представляет собой небольшой однослойный кровеносный сосуд в котором не хватает эластичной ткани, как

в крупных кровеносных сосудах, что дает возможность: реализовать забор более простыми инструментами для перфорации кожи (ланцет, наноиглы и т.д.); возможность собирать капиллярную кровь из различных участков тела, что позволяет использовать данный метод для людей пожилого возраста и новорожденных; проводить забор образца вне клинической лаборатории (например дома). Существующие методы исследования капиллярной крови можно разделить на инвазивные, неинвазивные и наиболее перспективные – малоинвазивные с различными способами перфорации кожи для забора крови (наноиглки, использование лазера Er:YAG 2940 нм), что позволяет более широко использования капиллярную кровь в диагностике и мониторинге здоровья человека.

В данной работе авторами было разработано систему перфорации кожи с автоматическим забором крови, которая состоит из блока перфорации, системы перемещения и позиционирования, блока управления, модуля индикации жидкости, а так же системы пломбирования и считывания. Даная система работает следующим образом: после идентификации пальца пациента, блок перфорации устанавливается в необходимое положение и при незначительном перемещении вверх осуществляется прокол. При изменении давления в пробирке капиллярная кровь попадает внутрь до тех пор, пока модуль индикации не даст сигнал на блок управления о достаточный объем крови и не отключит работу вакуумного насоса. Далее система считывания сканирует штрих-код из пробирки и записывает его в карту пациента. Система перемещения и позиционирования подает образец в систему пломбирования, которая герметично закупоривает пробирку. На выходе получаем герметично опломбированную пробирку с биологическим материалом и штрих-кодом, который привязан к конкретному пациенту.

Преимуществами предложенной системы является безопасность проведения процедуры забора крови и повышение защиты результатов от механических ошибок, связанных с человеческим фактором и целенаправленной подмены.

УДК 681.2.084

УСТРОЙСТВО ПРОВЕРКИ ОСТРОТЫ РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ МЕДИЦИНСКИХ СКАЛЬПЕЛЕЙ

Магистрант гр. 1-38 80 03 Яхимович П. Г.

Доктор техн. наук, профессор Киселев М. Г.

Белорусский национальный технический университет

Представляемое устройство позволяет проводить количественную оценку остроты режущей кромки медицинского скальпеля, основанную на

измерении силы резания при рассечении инструментом различных материалов. На фотографии (рис. 1) представлен общий вид созданного устройства.



Рис. 1. Устройство проверки остроты режущей кромки медицинских скальпелей

Конструктивно устройство выполнена следующим образом: на массивном основании 7 смонтированы направляющие, на которых закреплена каретка, которая от электродвигателя 8 через передачу «винт-гайка» получает поступательное перемещение. На каретке смонтированы упругие направляющие в виде двух стальных (У8А) пластин, которые в нижней части прикреплены к передвижному кронштейну 6, а в верхней – к установочной плите. На плите устанавливается приспособление 5 для закрепления образца материала. Испытуемый скальпель 4 фиксируется на стойке 3, жестко связанной с основанием 7 установки. При включении электродвигателя 8 происходит перемещение образца разрезаемого материала по направлению к лезвию скальпеля 4. Возникающее в процессе резания усилие приводит к изгибу стальных пластин, на поверхности которых наклеены тензодатчики, включенные в полумостовую схему. Сигнал от тензодатчиков, пропорциональный силе резания, поступает на блок усилителя сигнала 2 и далее на цифровой осциллограф 1.

UDC 004.415.25

PRINCIPLES OF CREATION OF A DESIGN DOCUMENTATION 'OF SPHEROIDAL REFLECTORS BY AUTOMATED DESIGN TOOLS

Student gr. PB-71mn (magister) Kozlovskiyi A. G.

Ph.D, assoc. prof. Bezuglyi M. O.

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Spheroidal reflectors, tht are part of optical photometers, have wide usage in spheres such as classical optics, labor protection and astronomic, for measuring and estimation direct and indirect optical dimensions, such as ultra-violet and infrared emissions [1].

Usage of that sort of optical devices allow to perform metrological analysis of light flux, determinate its specter, obtain chemical composition of it and others optical features required for experiment. Under that circumstance, creating of a design documentation of spheroidal reflectors, the main part of which are inner ellipsoids, requires extremely high precision and quick change of geometrical features of inner ellipsoid.

As aim of this article is to develop a program for creation of a design documentation of spheroidal reflectors automatically in real time using optical and geometry principles of ellipsoid as the last ones have a big set of geometric parameters that are required for optical experiments under different impact of direct and indirect features.

Hence, new automatic program was developed for creation of design documentation of spheroidal reflectors using software environmental Pyscripiter v 3.6.0.0, that has a good background of features to satisfy sort of that aims and allows to simplify the process of designing of spheroidal bodies. In that case, using a developed program, design engineer obtains a completed draw quickly by entering required parameters, features, circumstance, coating etc. and following instructions that show up in a special dialog box (window). As a result, an output of the program is a draw with a fully complete design documentation includes technical requirements that was inputed by a design engineer.

Finally, the spheroidal reflectors have very wide sphere of usage especially in scientific-experimental, experimental-design departments and labs. The developed program would be great in usage for both young explorers and scientists. A program would help them to find an exactly correct set of geometric parameters that satisfy goals of experiment.

References

1. Bezuglyi M.A. Features of producing of ellipsoidal reflectors of photometers / M.A. Bezuglyi, I.I. Siniadskyi, N.B. Bezugla, A.G. Kozlovskiy // Journal of NTUU «Igor Sikorsky polytechnic institute». Series of instrumentation engineering. – 2016, №2 (52). – p.76-81.

СЕКЦИЯ 3. МИКРО- И НАНОТЕХНИКА

УДК 621.9.048:539.87

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОГО ПОКРЫТИЯ ДИСКРЕТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИМПУЛЬСНОГО ДУГОВОГО РАЗРЯДА БОЛЬШОЙ ЭНЕРГИИ

Студент гр. ФК-51 Аврамчук К. И.

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

Износостойкость упрочненного слоя мозаичной архитектуры, представляющего собой дискретно расположенные эрозионные кратеры, сформированные на упрочняемой поверхности действием мощного электрического разряда, определяется его структурным состоянием. Эрозионные кратеры окружены беспористым слоем порядка 80 мкм, микроструктура которого состоит из мартенсита с карбидными включениями и имеет микротвердость 574 МПа [1]. Такие тонкие слои вторичных структур способствуют снижению коэффициента трения и износа [2].

В данной работе приведены результаты исследования особенностей формирования и твердости упрочняющего покрытия на образцах из стали 20. Образец из стали устанавливали в патроне токарного станка мод.16К20. На суппорте станка крепили приспособление с легирующим электродом сообщаемое ему колебания с частотой $\tau = 1-1,5$ мкс. При контакте электрода с образцом система представляла собой замкнутую электрическую цепь: сила тока $I = 65-70$ А, напряжение $U = 55-60$ В. Для формирования необходимой сплошности покрытия выбирали скорость вращения заготовки $V = 60$ об/мин и скорость относительного перемещения суппорта с электродом вдоль заготовки $V = 30$ мм/мин. Материал электрода – сталь 65Г. Сплошность формирующегося покрытия составляла $\psi = 50\%$. Твердость сформированного упрочняющего покрытие измерили с помощью прибора ПМТ-3 при нагрузке 1Н. Светлопольные участки покрытия, окаймляющие эрозионный кратеры, плохо травятся и имеют наибольшие значения твердости 8,3-14,8 ГПа, а участки расположенные в кратере – 270-312 МПа.

Литература

1. Влияние материала электрода на структуру и свойства поверхностного слоя сталей после воздействия импульсного электрического разряда большой мощности / В.М. Волкогон, С.К. Аврамчук, М.В. Бобер, Т.В. Павличук // Инженерия поверхности и реновация изделий: матер. 7-й Междунар. науч.-техн. конф., 2007г., г. Ялта. – С. 33–38.
2. Упрочнение поверхности металлов покрытиями дискретной структуры с повышенной адгезионной и когезионной стойкостью / Б.А. Ляшенко, Ю.А. Кузема, М.С. Дигам [и др.]. – Киев : ИПМ АН УССР, 1984. – 57 с.

ОСОБЕННОСТИ ЭФФЕКТА ДЖОЗЕФСОНА

Студент гр. 11310116 Альфер А. Ю.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Сернов С. П.

Белорусский национальный технический университет

Цель работы: изучить сущность эффекта Джозефсона, проанализировать его вольт-амперную характеристику.

Эффект Джозефсона – явления, возникающие в контактах двух сверхпроводников через слабую связь. В ходе работы был проведён критический обзор литературы в области эффекта Джозефсона. Также был проведён анализ вольт-амперной характеристики эффекта. [1]

Эффект был теоретически описан английским физиком, Джозефсоном, в 1962 году. В его работе исследовался контакт сверхпроводников сквозь слой диэлектрика, было предсказано течение сверхпроводящего тока через контакт при отсутствии положительного напряжения и при наличии напряжения кроме тока будет течь сверхпроводящий ток частой:

$$\omega = \frac{2eV}{\hbar}.$$

Такой ток называется джозефсоновским током.

Экспериментально доказан эффект был в 1963 году физиками Андерсоном и Роуэллом. Исследования показали, что эффект справедлив не только для туннельных переходов, но и для любого рода слабых связей (джозефсоновский контакт).

Эффект делится на стационарный и нестационарный. Стационарный эффект Джозефсона заключается в отсутствии падения напряжения при наличии диэлектрика, с условием протекании тока не выше критического. Основывается стационарный эффект на туннельном эффекте. Нестационарный заключается в падении напряжения при тех же условиях, но с током, значения которого выше критического. Контакт в данном случае излучает электромагнитные волны. [2]

Применяется эффект Джозефсона для высокоточного измерения напряжения, в сверхпроводящих интерферометрах, для создания генератора или приёмника электромагнитных волн субмиллиметрового диапазона, солитонов, сквидов. В перспективе использование для создания квантовых вычислительных систем, а также для записи и передачи информации в этих системах.

Литература

1. Учебно-методическое пособие/ Сост. Я. В. Фоминов, Н. М. Щелкачев. – М.: МФТИ, 2010. – 32 с
2. Josephson B.D., Possible new effects in superconductive tunnelling / Phys. Lett. – 1 (7), 1962 – P. 251–253.

ЭФФЕКТ ЗЕЕМАНА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

Студент гр. 11310116 Анискевич В. Э.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Сернов С. П.

Белорусский национальный технический университет

Цель работы: исследование эффекта Зеемана и его применения.

В данной работе проведен литературный обзор по теме влияния на атомные спектры внешних магнитных и электрических полей. Изучены место и классификация эффекта в физике твердого тела, связанные эффекты и возможности применения.

Эффектом Зеемана называется расщепление спектральных линий (а также энергетических уровней) под действием сильного магнитного поля. Этот эффект объясняется с помощью классической электронной теории Лорентца и квантовой теории Бора.

Существует эффект Зеемана двух видов – простой (нормальный) и сложный (аномальный), что зависит от сложности исследуемых спектральных линий. Также эффект наблюдается в двух направлениях – поперек магнитного поля (поперечный эффект) и вдоль него (продольный эффект). Нормальный эффект Зеемана заключается в следующем. Линия с частотой ν при приложении внешнего магнитного поля расщепляется в триплет с частотами $\nu + \Delta\nu$, ν и $\nu - \Delta\nu$ (при наблюдении поперек магнитного поля) с крайними линиями, поляризованными перпендикулярно направлению магнитного поля (Ф-компоненты), а средней – вдоль магнитного поля (В-компонента). При продольном эффекте Зеемана наблюдается расщепление линии в дуплет с частотами $\nu - \Delta\nu$ и $\nu + \Delta\nu$, поляризованными по левому и правому кругу соответственно. Величина смещения $\Delta\nu$ прямо пропорциональна напряженности магнитного поля [1].

В настоящее время исследование явления Зеемана представляет один из важных методов определения характеристик уровней энергии атомов и сильно облегчает интерпретацию сложных атомных спектров; изучение зеемановского расщепления позволяет также получать ценные сведения о магнитных полях в источниках света, в частности при исследовании Солнца – о магнитных полях в солнечном спектре [2].

Литература

1. Ландсберг, Г.С. Оптика. Учебное пособие / Г.С. Ландсберг. – 6-е изд., стереот. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 848 с.
2. Ельяшевич, М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия / М.А. Ельяшевич. – 2-е изд. – М. : Эдиториал УРСС, 2001. – 896 с.

УДК 621

МАГНИТНЫЕ НАНОЧАСТИЦЫ ДЛЯ ФЕРРОЖИДКОСТЕЙ

Студент гр. 11310116 Анискевич В. Э.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет

Цель работы: изучить технологический процесс получения магнитных наночастиц для феррожидкостей.

В данной работе проведён литературный обзор в области синтеза наноматериалов (изучены виды материалов, их свойства, методы получения, способы применения). Особое внимание уделено изучению методов получения магнитных наночастиц для феррожидкостей.

Феррожидкости – устойчивые высокодисперсные гетерогенные системы, состоящие из дисперсной среды, магнитных наночастиц и стабилизатора.

Свойства феррожидкостей зависят от свойств входящих в них компонентов, при разных сочетаниях которых можно достичь изменения параметров феррожидкостей в достаточно широких пределах, что обуславливает широкий спектр возможностей применения феррожидкостей. В настоящее время применение магнитных наночастиц наиболее широко развивается в областях хранения и записи информации, также они могут быть использованы для создания квантовых компьютеров [1].

Методы получения магнитных наночастиц для феррожидкостей можно разделить на две группы. Первая – получение наночастиц измельчением (методы "сверху-вниз"). Вторая – получение наночастиц сборкой из атомов, ионов (методы "снизу-вверх"). В данной работе изучен вопрос использования в качестве магнитных наночастиц Fe_3O_4 (магнетит). Эффективным методом получения феррожидкостей является гидролиз и соосаждение. Изучены основные факторы, влияющие на качество порошков. В результате изучения технологического процесса получения магнитных наночастиц построена технологическая схема.

Литература

1. Баранов, Д.А. Магнитные наночастицы: достижения и проблемы химического синтеза / Д.А. Баранов, С.П. Губин / Наносистемы. –2009. – №1-2. – С. 129.

УДК 621

МАТЕРИАЛЫ С МАГНИТОКАЛОРИЧЕСКИМ ЭФФЕКТОМ

Студент гр. 11304116 Байчук Н. А.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучение технологического процесса получения материалов с магнитокалорическим эффектом. В работе

проведен критический обзор литературных данных в области синтеза материалов с магнитными свойствами.

Магнитокалорический эффект (МКЭ) – состоит в изменении температуры магнитного материала при изменении внешнего магнитного поля, который воздействует на него в адиабатических условиях. Лучшее всего МКЭ отражается при температурах, близких к температуре магнитного фазового перехода [1].

Особое внимание уделено изучению технологии получения сплава $MnFe_2Si$, с легирующими элементами Cr и Fe методом двукратной плавки с последующим отжигом. Исследования МКЭ является важным эффектом при изучении материалов, обладающих последовательностью фазовых переходов и оценить величину изменения энтропии.

Также были изучены методы измерения МКЭ, которые можно разделить на прямые и косвенные. При прямом методе измеряется изменения температуры материала при воздействии магнитного поля. При косвенном методе измерения МКЭ обрабатывается семейство изотермических кривых намагничивания. При прямом методе исследования МКЭ возможно исследование только больших образцов. Косвенный метод непригоден в силу малой величины магнитного момента у тонких пленок.

В результате изучения особенностей технологического процесса была разработана технологическая схема с описанием влияющих факторов.

Литература

1. Аникина И. Н. Магнитокалорический эффект сплава $MnFe_2Si$, легированного Cr и Fe: магистерская диссертация / И.Н. Аникина ; УрФУ, Екатеринбург, 2015. – 65 с.

УДК 621

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ ПЕНОПЛАСТА «NEREX» ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Магистранты Балыев И. А.¹, Эсенов М.Э.¹

Доктор физ.-мат. наук, профессор Маркевич М. И.¹,
кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.²

¹Белорусская государственная академия авиации

²Белорусский национальный технический университет

В современных условиях применяют широкий спектр полимерных материалов. Пенопласты занимает одно из лидирующих мест по объему применения для теплоизоляции строительных конструкций. Применяют данный материал и при строении беспилотных самолетов.

Применения лазерных технологий позволяет получать совершенно новые эффекты, повысить качество обработки. Принципиально важными

особенностями этой технологии являются локальность и селективность вложения энергии при больших плотностях мощности, отсутствия механических контактов инструмента и изделия в процессе обработки, простота и широкие возможности управления энергией и размерами лазерного пучка, возможность полной автоматизации технологического процесса.

В данной работе исследовали изменения морфологии поверхности пенопласта «HEREX», возникающие под воздействием импульсного лазерного облучения с длиной волны 1,064 мкм. Время экспозиции составляло от 15 с до 90 секунд, что соответствовало интервалу энергий от 15 до 90 Дж. Облучение осуществлялось с помощью лазера LS-2134D, работающего в двухимпульсном режиме, со следующими характеристиками: длительность импульсов - 10 нс, частота следования импульсов - 10 Гц, временной интервал между импульсами - 5 мкс. Использование двухимпульсного облучения повышает эффективность обработки, так как под действием первого импульса в результате испарения вещества возникает абляционная плазма, которая создает в приповерхностном слое область с повышенной температурой и пониженной плотностью частиц воздуха, что приводит к более полному использованию энергии второго импульса.

Морфология поверхности пенопласта до и после лазерного воздействия исследовалась на сканирующем электронном микроскопе SEM 515.

В результате проведенных исследований в зоне лазерного облучения было установлено, что происходит изменение структуры, которое выражается в увеличении размера ячейки. Это, в свою очередь, уменьшает число ребер жесткости на единицу объема материала и приводит к ухудшению прочностных характеристик пенопласта «HEREX».

УДК 666.193

ИМПУЛЬСНАЯ ФОТОННАЯ ОБРАБОТКА БАЗАЛЬТОВОЙ ТКАНИ

Магистранты Балыев И. А.¹, Эсенов М. Э.¹

Доктор физ.-мат. наук, профессор Маркевич М. И.¹,
кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.²

¹Белорусская государственная академия авиации

²Белорусский национальный технический университет

В основе процесса лазерного воздействия на полимерные волокна разного происхождения лежат термохимические и термофизические механизмы разрушения. Изменения в материале в значительной степени зависят от режимов облучения. Одной из вариаций лазерного метода воздействия является двухимпульсная абляция. При этом воздействие на полимер осуществляется не одинокими, а сдвоенными лазерными импульсами с временным сдвигом.

В работе рассмотрено влияние лазерного воздействия в широком диапазоне энергии на изменение морфологии поверхности, разрушения базальтовой ткани, изменения поглощения СВЧ энергии. Проанализированы связи между структурными изменениями материалов с характеристиками лазерного воздействия.

Исследования состава образцов проводились с помощью системы энергодисперсионного микроанализа, установленной на сканирующем электронном микроскопе SEM 515. Измерения проводились при различных значениях ускоряющего напряжения: от минимального порога чувствительности системы микроанализа (6,4 кВ) до максимального значения ускоряющего напряжения, равного 30 кВ [1].

Установлено, что под действием лазерного излучения с энергией более 60 Дж начинается разрушение базальтовой ткани. При увеличении падающей энергии до 240 Дж происходит плавление ткани и образуется сквозное отверстие диаметром ~450 мкм.

Форма нитей вблизи очага плавления вследствие высокой температуры искажается, и они приобретают бугорчатый вид, средний размер бугорка составляет ~ 4 мкм. Из сопоставления полученных результатов следует, что лазерное воздействие в двухимпульсном режиме на базальтовую ткань приводит к изменению спектров ЭПР, что может быть использовано как диагностический метод контроля свойств ткани.

Таким образом, показано, что данный материал обладает магниторезонансным поглощением энергии СВЧ при ослабленном нерезонансном поглощении.

Литература

1. Морфология поверхности и магниторезонансное поглощение энергии СВЧ пенопластом, обработанного импульсным лазерным излучением /С. В. Адашкевич [и др.] // Полимерные материалы и технологии. - 2018.- № 1.- С. 27-31.

УДК 541

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КИНЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Студент гр. 11304117 Богданова В. И.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет

В данной работе разработана методика определения кинетических показателей реакций.

Предварительно был проведен обзор литературы в области изучения химической кинетики. Химическая кинетика – раздел физической химии, изучающий закономерности протекания химических реакций во времени.

Химическая кинетика различает взаимодействие в гомогенных (однофазных) и гетерогенных (многофазных) системах.

Скорость химической реакции – величина, определяющая, как изменится концентрация компонентов реакции с течением времени. В основе химической кинетики лежит допущение; вытекающее из закона действующих масс: скорость химической реакции пропорциональна концентрации исходных веществ в данный момент времени.

В результате разработки теоретической части методики были изучены основные характеристики химических реакций.

Особое внимание уделено изучению методов определения порядка реакции и констант скорости. Порядок реакции – показатель степени при концентрации этого вещества в кинетическом уравнении реакции. Реакции бывают нулевого, первого, второго, третьего порядков. Возможен дробный порядок.

Методика разрабатывалась при использовании учебно-лабораторного комплекса УЛК «Химия» на кафедре «Микро и нанотехника». Исходными данными для разработки методики измерения является реакция омыления уксусноэтилового эфира щелочью, потенциметрическая установка, программное обеспечение.

Экспериментальная часть методики включает детальное описание последовательности выполнения опыта, правила пользования установкой потенциометрии, особенности обработки графических экспериментальных зависимостей.

Методика, разработанная в данной работе, позволяет определить порядок различных реакций, константы скорости, энергию активации.

УДК 541

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ЭФФЕКТОВ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Студент гр. 11304117 Валеви́ч И. А.

Кандидат техн. наук Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является разработка методики определения тепловых эффектов химических реакций. В работе проведен обзор литературы в области термодинамики и термохимии.

Предметом термохимии является определение тепловых эффектов химических реакций с целью изучения энергетики образования химических соединений. При изучении особое внимание было уделено основным понятиям термохимии. Основным положением термохимии является закон

Гесса и пять его следствий для расчета тепловых эффектов химических реакций.

Тепловой эффект химического процесса равен сумме тепловых эффектов всех промежуточных стадий процесса. Тепловой эффект химической реакции равен разности теплот образования конечных и исходных участников реакции, умноженных на их стехиометрические коэффициенты.

Классическим методом экспериментальной термохимии является калориметрический метод определения тепловых эффектов химических реакций.

Для определения тепловых эффектов химических реакций применяются калориметры. Образец помещают в реакционный сосуд, содержащий калориметрическую жидкость (воду), и измеряют изменение температуры в результате протекания химической реакции. Прибор градуируют по известным тепловым эффектам реакций с участием эталонного образца. Проведен расчет постоянной калориметра. Разработана методика определения теплового эффекта растворения солей и реакции нейтрализации.

Методика разрабатывалась при использовании учебно-лабораторного комплекса УЛК «Химия» на кафедре «Микро- и нанотехника». Исходными данными для разработки методики являлись инструкция к калориметрической установке с встроенными температурными датчиками, рассчитанное количество солей для получения раствора данной концентрации. Обработка экспериментальных данных проводилась с помощью компьютерной программы.

УДК 621.3.035

ФОРМИРОВАНИЕ ПЛЕНОЧНЫХ СТРУКТУР ТВЕРДЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Студент Гайтюкевич Н. А.

Кандидат техн. наук, доцент Ковалевская А. В.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время переход от невозобновляемых источников энергии к возобновляемым — задача мирового значения. Перспективными источниками энергии с высоким КПД (до 70 %), обладающим высокой экологичностью, бесшумностью и длительностью непрерывной работы являются энергоустановки, основанные на прямом преобразовании химической энергии топлива в электрическую на основе твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ). Твердые электролиты для ТОТЭ изготавливаются из керамических материалов из диоксида циркония.

Изготовление пленки методом литья представляет собой процесс подачи шликера через щель, заданную металлическим ракелем, на подложку,

движущуюся с контролируемой скоростью. Основными компонентами шликера являются керамический порошок и органическая временная технологическая связка (ВТС). ВТС для пленочного литья многокомпонентная, каждый компонент выполняет свою функцию;

- связующее поддерживает уровень прочности при формовании;
- диспергатор является пространственным барьером между частицами и растворителями;

- пластификатор обеспечивает реологические свойства шликера и придает пластичность отлитой керамике;

- поверхностно-активное вещество увеличивает смачиваемость керамического порошка посредством снижения поверхностного натяжения. Основными компонентами шликера являются керамический порошок и органическая временная технологическая связка (ВТС).

Уменьшая толщину и получая плотную структуру проводящей керамики, можно улучшить проводящие свойства твердых электролитов и снизить температуру эксплуатации ТОТЭ с 950–1000 до 850–700 °С, что приведет к увеличению срока службы установки. Использование новых технологий формования пленочных структур, позволяет получать серийно ТЭ толщиной 100–200 мкм.

Область применения ТОТЭ: крупные стационарные установки мощностью 1 МВт и выше, бытовые стационарные установки мощностью 100 Вт – 10 кВт, установки для бортового электропитания транспорта (например, автомобильные рефрижераторы) мощностью порядка 5 кВт, Силовые установки водного транспорта.

УДК 621.92

ФОРМИРОВАНИЕ МНОГОСЛОЙНОГО ГРАФЕНА ГАЗОФАЗНЫМ ОСАЖДЕНИЕМ

Студент гр.11310115 Голотик Т. А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Углерод обладает наибольшим разнообразием аллотропных модификаций: алмаз, графит, фуллерен, углеродные нанотрубки, графен и др.

Графен обычно классифицируют по методам получения. На сегодняшний день разработано множество способов получения графена. Их можно разделить на три основных группы: 1) механическое отшелушивание слоев графена от высокоориентированного пиролитического графита (ВОПГ); 2) химическое расслоение в растворах; 3) выращивание на подложке методом химического газофазного осаждения.

Ключевым для метода химического газофазного осаждения является выбор подложки-катализатора и прекурсора – источника атомов углерода. Как правило, подложкой служит металл-катализатор. Различают два вида металлов для подложек-катализаторов: с высокой растворимостью и с низкой растворимостью углерода

В первом случае CVD-синтез графена происходит по следующей схеме: поверхностная сегрегация углерода с дальнейшей его преципитацией. Во втором случае, т. е. при малой растворимости углерода в металле, процесс роста регулируется некоторым поверхностным механизмом, который при определенных условиях синтеза является само лимитирующим. Последнее означает, что реализуется только монослойный рост графена. Комбинация двух типов металлических подложек также используется для роста графена [1]. В качестве источника атомов углерода в CVD-процессах наиболее часто применяются метан (CH_4)

Сплошность графеновых покрытий определяют, используя оптический микроскоп. В данном методе определяющим параметром синтеза является динамика охлаждения образцов и качество поверхности медных подложек [2].

Литература

1. A roadmap for grapheme / K.S. Novoselov [и др.]// Nature. - 2012. -Vol.490. – P.192-200.
2. Синтез многослойного графена методом газофазного осаждения на меди / И.А. Костоград [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – С.63-71.

УДК 541

ТЕРМОДИНАМИКА И КИНЕТИКА ОБРАЗОВАНИЯ ЭМУЛЬСИЙ И ПЕН

Студент гр. 11310117 Заблоцкая Ю. Д.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет

Целью работы является изучение формообразования эмульсий и пен.

В данной работе проведён анализ литературных источников в области получения дисперсных систем. Дисперсная система – это система, в которой одно вещество, находящееся в раздробленном (диспергированном) состоянии, равномерно распределено в массе другого вещества. В дисперсных системах раздробленное вещество называют дисперсной фазой, а среда, в которой она распределена, дисперсионной средой.

Общая классификация дисперсных систем основана на различии в агрегатном состоянии дисперсионной среды и дисперсной фазы. Для более

удобной формы записи их принято обозначать дробью: числитель - дисперсная фаза, знаменатель - дисперсионная среда [1]. Особое внимание при проведении литературного обзора уделено эмульсиям и пенам. Эмульсия – это гомогенная дисперсная система, состоящая из двух несмешивающихся жидкостей. Самыми распространёнными примерами эмульсий считаются охлаждающие эмульсии в металлообработке (масло в воде – вода охлаждает инструмент и деталь, а масло смазывает, смягчая резание). Эмульсии обычно делят на несколько разновидностей. Главными факторами для этого являются способы эмульгирования, составы жидких фаз, а также природа самого эмульгатора. Эмульсии делятся на четыре вида: прямые, обратные, лиофильные, лиофобные.

Пены – это ячеистые дисперсные системы, которые состоят из пузырьков газа, отделенных друг от друга тонкими твердыми или жидкими пленками, т. е. дисперсная фаза - газ, а дисперсионная среда – жидкость или твердое вещество. Свойства пен обычно характеризуют следующими параметрами: дисперсностью – распределением пузырьков по размерам; стабильностью – временем существования элемента пены; кратностью – отношением объема пены к объему жидкой фазы.

В результате выполнения работы изучены методы формирования дисперсных систем, проанализированы их свойства и структура.

Литература

1. Евстратова К. И., Купина Н. А., Малахова Е.Е. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высшая школа, 1990.

УДК 541

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК РАСТВОРОВ

Студент гр. 11304117 Заболотских А. Н.
Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.
Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является разработка методики определения характеристик различных растворов.

В работе проведен обзор литературы в области термодинамики растворов с целью изучения основных положений теории растворов. Существуют несколько теорий растворов.

Физическая теория растворов гласит о том, что раствор - химическая индифферентная среда, в которой равномерно распределены частицы растворенного вещества.

Химическая теория растворов утверждает, что частицы растворителя и растворенного вещества реагируют друг с другом, в результате чего образуются нестойкие соединения переменного состава – гидраты. В настоящее время исследователи придерживаются физико-химической теории растворов. Ее суть в том, что при растворении частиц вещества происходят физические и химические взаимодействия этих частиц с молекулами растворителя.

Все растворы обладают рядом общих свойств:

1. Давление насыщенного пара растворителя над раствором всегда ниже, чем над чистым растворителем; при этом, чем больше концентрация растворенного вещества, тем давление ниже.

2. Растворы всегда кипят при температурах более высоких, а замерзают при более низких, чем чистый растворитель.

3. Для растворов характерно явление осмоса.

Методика определения характеристик растворов разрабатывалась для реализации на учебно-лабораторном комплексе УЛК «Химия» на кафедре «Микро- и нанотехника». Исходными данными для разработки методики являлись: экспериментальная установка, программное обеспечение, растворы химических веществ необходимой концентрации.

Методика, разработанная в данной работе, содержит теоретическую часть, экспериментальную часть с подробным описанием подготовки и выполнения измерения.

Дано описание установки и рекомендации по обработке экспериментальных данных. Проведен расчет количества химических реагентов для приготовления растворов необходимой концентрации.

УДК 621.382

КОНТАКТ МЕТАЛЛ-ПОЛУПРОВОДНИК В P-N-СТРУКТУРАХ

Иванов Д. С.

Доктор техн. наук, профессор Сычик В. А.

Белорусский национальный технический университет

Контакты металл-полупроводник являются базовыми структурами полупроводниковых приборов и интегральных схем.

Изучение методики изготовления контактов и их свойств является важной частью исследовательской деятельности, как база для дальнейших разработок в современной промышленности.

Создание современной электронной техники базируется на элементах с использованием контактов металл-полупроводник. В связи с этим, изучение теории и экспериментальные исследования по этой теме являются важной задачей.

При создании полупроводниковых приборов часто появляются проблемы контактов, связанных с подсоединением внешних электрических цепей. Наблюдаются такие проблемы, как искажение характеристик и параметров, либо полное нарушение функциональности свойств приборов вследствие ненадежности омических контактов. Такие проблемы, чаще всего, позволяет решить использование омических контактов.

Область применения омических контактов является достаточно обширной. Их используют в диодах, транзисторах, интегральных схемах и т.д. Важными качествами таких контактов можно считать отсутствие помех в электрической цепи, надежность и стабильность во времени таких контактов, а также они обладают сравнительно малым сопротивлением.

Базовыми омическими контактами являются туннельный контакт и контакт типа Шоттки. Для установления зависимости потока электронов через барьер он оценивается распределением потенциала в обедненном слое барьера:

$$V(x) = \frac{qN_D}{\epsilon_S} \left(W - \frac{x}{2} \right); \quad J = J_{sm} \left(\exp\left(\frac{qV}{nkT} \right) - 1 \right); \quad n \equiv \frac{q}{kT} \frac{\partial V}{\partial (\ln J)}$$

где N_D – концентрация примеси; V – контактный потенциал; q – заряд электрона.

Литература

1. Гаман, В.И. Физика полупроводниковых приборов: учебное пособие / В.И. Гаман. – Томск: Томский университет, 1989. – 336 с.

УДК 621.327.2

ФОРМИРОВАНИЕ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ НАНОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ НИТРИДОВ III ГРУППЫ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНО-ПУЧКОВОЙ ЭПИТАКСИИ

Студент гр.11310115 Иванов З. В.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.
Белорусский национальный технический университет

Вопрос появления широкозонных полупроводниковых материалов, способных заменить кремний возник достаточно давно и в последние годы появились немногочисленные варианты его решения. Одними из таких материалов рассматривают нитриды III группы и, в частности, GaN.

Несмотря на преимущество SiC в теплопроводности и кристаллическом качестве эпитаксиальных слоев, с точки зрения технологии и производства GaN является более дешевым и простым в выращивании.

Такие нитриды третьей группы, как GaN, AlN, InN и их твердые растворы InGaN, AlGaIn, за счет ширины запрещенной зоны на сегодняшний день успешно применяются в оптоэлектронных и светоизлучающих приборах.

Подобное стало возможно благодаря использованию в роли акцепторной примеси Mg для получения материала с проводимостью р-типа. Исследования показали для гетероструктур GaN, а также InGaN и AlGaN диапазон длин волн 400-550 нм, что соответствует синей и зеленой частям видимого спектра.

Так, нитриды используются для создания голубых светодиодов. Для выращивания светодиодных структур используют технологии с использованием GaN на сапфировой подложке, или подложке из карбида кремния. Будучи первопроходцами в данной технологии, японская компания Nichia Chemical начинали выращивание GaN на сапфировой подложке методом металлоорганической газофазной эпитаксии, а также применяли метод высокотемпературного отжига для возбуждения акцепторов Mg. Через некоторое время компания также на основе данной технологии стала производить лазеры. На сегодняшний день светодиоды выращенные на подложке из сапфира обладают КПД свечения в 40-45%.

Альтернативный метод выращивания GaN на подложках карбида кремния обладает рядом преимуществ. В первую очередь, Al_2O_3 серьезно уступает SiC в теплопроводности, что важно в вопросе отвода тепла от зоны р-п-перехода. Также, сама кристаллическая решетка SiC имеет меньшее расхождение с GaN. Еще одним преимуществом является меньшее сопротивление карбида кремния, что позволяет уменьшить величину рабочего напряжения. В современных светодиодах, выращенных данным методом, КПД составляет 55% и выше.

УДК 001.891.53

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОНКИХ ПЛЕНОК Ni-Fe

Магистрант Канафьев О. Д.

Доктор техн. наук, профессор Чижик С. А.

Белорусский национальный технический университет

В данной работе в качестве объекта исследования выбраны тонкопленочные структуры на основе Fe, Ni. Актуальность данного выбора определяется способностью данных структур экранировать электромагнитное излучение, а также в комбинации с диэлектриками они могут служить датчиками для детектирования электромагнитных полей.

Наноструктурированные тонкие пленки системы Ni-Fe были синтезированы методом электролитического осаждения в различных режимах: стационарное электроосаждение (при постоянном токе) и в импульсных режимах с различной длительностью импульса и паузы. Пленки осаждались на пластину кремния с подслоем золота толщиной 100 нм.

Качественная оценка образцов проводилась с помощью атомно-силового микроскопа NT-206. Были получены изображения поверхности образцов. Исходя из которых были получены средние квадратичные из абсолютных значений отклонений профиля R_q , а также значения силы трения.

Количественная оценка микромеханических свойств (микротвердости и модуля упругости) проводилась методом наноиндентирования.

Благодаря проведенным исследованиям, были выявлены образцы с наиболее однородной структурой и наилучшими механическими свойствами. Далее они подверглись термообработке при 100, 200, 300, 400 °С. Анализ результатов позволил установить, что термообработка при 100 °С и 200°С ведет к незначительному увеличению модуля упругости (со 189 ГПа до 198 и 191 ГПа соответственно) и микротвердости (с 10,8 ГПа до 11,1 и 10,2 ГПа соответственно) за счет уменьшения внутренних напряжений. При нагреве 400 °С наблюдается непрерывное увеличение размера зерна от 10 (при комнатной температуре) до 200 нм соответственно. Детальный анализ зеренной структуры свидетельствует, что зерна увеличиваются за счет объединения, что вызвано повышением мобильности атомов пленки и рекристаллизацией наноразмерных зерен.

УДК 621.382

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

Студент гр.11310115 Ковальчук А. В.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Биполярный транзистор представляет собой трёхэлектродный полупроводниковый прибор, который наряду с МДП-транзисторами является широко используемым в микроэлектронике типом транзисторов. Ток транзистора в подобных транзисторах течет последовательно от эмиттера к коллектору через два р-п-перехода.

В настоящей работе произведен обзор современных технологий, применяемых для формирования биполярных транзисторов. Они предполагают замену как самих подложек, так и материалов, а, соответственно, и технологий формирования проводящих и изолирующих слоев.

На скорости чипа в несколько ГГц возникает необходимость поиска новых материалов для подложек вместо традиционного кремния и германия. В качестве замены можно использовать арсенид галлия, но данное соединение является значительно более дорогим. Решением стало использование в качестве материала для подложек соединения кремния с германием, SiGe. Результатом применения стало увеличение скорости чипов в 2-4 раза и

такое же снижение энергопотребления по сравнению с кремниевой технологией. Необходимо отметить, что SiGe чипы можно изготавливать на том же производственном оборудовании, которое используется в традиционной кремниевой технологии.

В технологии современных транзисторов происходит замена алюминиевой металлизации на медную. Медь обладает лучшей проводимостью, что позволяет уменьшить сечение межкомпонентных соединений. По данным IBM, применение в технологическом процессе меди вместо алюминия, позволяет снизить себестоимость примерно на 20-30 процентов за счет снижения площади чипа. Проблемой при переходе на медь являлась взаимодиффузия меди и кремния, которая в настоящий момент решена путем формирования специальных барьерных слоев.

При постоянном увеличении плотности транзисторов необходимо уменьшать также толщину его изолирующего слоя, поэтому вместо традиционного SiO₂ предлагается использовать материалы с более высокими изолирующими свойствами – полиамид и перовскиты, что позволяет значительно снизить токи утечки и заметно увеличить плотность транзисторов на чипе.

УДК 621

ОПТИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ БЛИЗОСТИ КАК ОДИН ИЗ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ РАЗРЕШЕНИЯ В ЛИТОГРАФИИ

Аспирант Козлова Т. А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

В настоящее время оптическая литография является ключевой технологией, применяемой при производстве интегральных схем. Постоянная тенденция уменьшения критического размера привела к достижению возможного предела литографии. При определенных требованиях к размерам переносимого на подложку изображения ухудшается его качество. В связи с постоянным улучшением разрешающей способности оптики, применяемой в фотолитографии и, соответственно, уменьшением размеров топологии, возникает необходимость в использовании масок, которые изготовлены с применением технологий повышения разрешения или других вспомогательных методик таких как : оптическая коррекция близости, внеосевое освещение, фазосдвигающие маски [1].

Технологию, которая называется оптической коррекцией близости и применяется при проектировании масок, можно использовать для повышения точности переноса изображения с шаблона на пластину. Целью технологии является улучшение оптических характеристик путем внесения корректировок в маску, которая компенсирует геометрию маски для известных эффектов, которые будут возникать во время переноса изображений.

Исправления, вносимые в топологию, лучше всего описывать как изменения кромки, отдельно взятых элементов рисунка, а не изменение ширины линии. Основными исправлениями, которые необходимо вносить в топологию, принято считать изменение длины открытых линий и угловое скругление. Именно эти две проблемы, являются примерами 2D-близости и требуют решения с применением OPC [2]. Стоит отметить, что реализация вносимых корректировок выполняется строго последовательно от элемента к элементу, т.е. при исправлении каждого следующего элемента стоит учитывать внесенные изменения в предыдущий.

Преимуществом данного метода являются: более точные критические размеры и оптимальное размещение краев структуры; позволяет обеспечить более надежную передачу рисунка при более низких значениях технологического фактора оптической систем; повышенная производительность схемы или устройства для заданного минимального размера из-за равномерности ширины линии, что позволяет увеличить тактовую частоту [3].

Литература

1. Mack C.A. Fundamental Principles of Optical Lithography: The Science of Microfabrication. 2007. 418- 450 с.
2. Cobb N.B. Fast Optical and Process Proximity Correction Algorithms for Integrated Circuit Manufacturing. University of California at Berkeley. 1998. 1- 14 с.
3. Levinson H. J. Principles of Lithography. SPIE PRESS. 2010. 307-310 с.

УДК 621

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ДИФфуЗИОННЫХ РЕЗИСТОРОВ

Студент гр. 11310115 Колесник А. С.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Цель работы – изучение технологических процессов формирования диффузионных резисторов, сравнение различных видов технологий, анализ их возможностей, достоинств и недостатков, выбор и обоснование технологического оборудования.

В работе проанализированы результаты теоретических, экспериментальных и методологических исследований в области теории диффузии. Приведены конструкции основных пассивных элементов микросхем (диффузионных резисторов). Дана характеристика основных технологических процессов изготовления. Рассмотрены основные вопросы проектирования и расчета диффузионных резисторов на базе кремниевой технологии в интегральных микросхемах на основе полупроводников.

Диффузионные резисторы создают на основе диффузионных слоев, представляющих собой слои с определенным типом электропроводности, отделенные от подложки ИМС р-п-переходом.

В монолитных ИМС как правило используются диффузионные резисторы, представляющие собой области внутри кристалла с определенным типом электропроводности, созданные одним из двух известных нам методов:

1. методом локальной диффузии примеси в кристалл
2. методом эпитаксии на общей поверхности кристалла ИМС.

Диффузионные резисторы формируются в «карманах», изолированных от других элементов либо р-п-переходами, либо диэлектриком. Сопротивление диффузионного резистора зависит от линейных размеров области, выполняющей роль резистора (ее длины, ширины и толщины), концентрации примесей [1].

Таким образом, диффузионные резисторы представляют собой наиболее распространенный в современной микро- и наноэлектронике тип резисторов полупроводниковых ИМС, так как предоставляют возможность совместного технологического процесса изготовления с активными компонентами схемы.

Литература

1. Фролов, В.А. Электронная техника Ч.2. Схемотехника электронных схем / В.А. Фролов. - Москва: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте. – 2015. - 609 с.

УДК 621

КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ HCL И H_2VO_3 В СМЕСИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВУХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА

Студент гр. 11310115 Колесник А. С.

Ассистент Люцко К. С.

Белорусский национальный технический университет

В работе описаны теоретические основы и аналитические возможности кондуктометрии, рассмотрен один из способов кондуктометрического анализа – кондуктометрическое титрование. Это титриметрический способ исследования, в котором точка равносильности находится по резкому изменению электрической проводимости раствора в процессе титрования (различная подвижность ионов), т.е. проводится исследование, базирующееся на установлении состава вещества по излому кривой титрования.

Значима практическая ценность кондуктометрического титрования, который наиболее необходим в тех случаях, когда растворы непрозрачны или сильно окрашены (он не требует использования индикаторов, потому что суть этого процесса заключается в замене ионов титруемого вещества ионами добавляемого реагента).

Кондуктометрическое титрование постоянно используется в фармацевтической промышленности, в частности при производстве лекарственных

веществ. Так же этот метод находит своё применение для титрования сильных и слабых кислот, оснований, аминов с различной концентрацией, для определения большинства катионов (Fe^{3+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} и др.) и анионов (Cl^- , Br^- , I^- , оксалат, тартрат, салицилат и др.), общей жесткости.

Рассмотрены и описаны примеры нахождения массы HCl и H_3BO_3 в анализируемом образце. Для этого использовали два самостоятельных метода: метод кислотно-основного кондуктометрического титрования и потенциометрического (рН-метрического) титрования. Проведено сравнение данных, полученных в результате анализа, с действительным значением. Проанализированы результаты и сформулированы выводы о сравнительной точности использованных приёмов анализа. [1]

Литература

1. Радион, Е.В. Физико-химические методы анализа. Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» для студентов химикотехнологических специальностей / Е.В. Радион [и др.]. – Минск: БГТУ, 2010. – 110 с.

УДК 621.382

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ЛИТОГРАФИИ

Студент гр.11310115 Кохнюк С. А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Метод предназначен для изготовления субмикронных и наноразмерных топологических элементов посредством экспонирования электронным лучом. В отличие от находящей широкое применение в микроэлектронике фотолитографии, в данном методе используются электроны вместо фотонов, так как длина волны электронов на порядки ниже, чем у ультрафиолетового излучения. В настоящее время электронная литография позволяет получать разрешение 40 - 80 нм, что делает данный метод перспективным для применения на уровне субмикронных технологий.

Основными элементами сканирующих систем экспонирования являются электронные пушки. Различают две системы электронно-лучевой литографии – сканирующая и проекционная. В первом случае резист экспонируется последовательно перемещаемым в плоскости рисунка фокусированным пучком электронов. В проекционной литографии используется нефокусированный поток электронов и маска с заданным рисунком.

Чтобы получить высокую разрешающую способность, пучок электронов управляется и отклоняется посредством магнитных и электростатических полей. Основными узлами установок электронно-лучевой литографии являются:

- электронно-оптическая система;
- координатный стол с лазерным интерферометром;
- рабочая камера с вакуумной системой, устройством загрузки и выгрузки пластин, системой виброизоляции;
- устройство электропитания и система управления [1].

Основными достоинствами метода являются высокая прецизионность в результате разрешения в субмикронном диапазоне и высокой точности совмещения, а также возможность отказаться от использования масок, основные недостатки - малая производительность и высокая стоимость оборудования.

Электронно-лучевая литография может быть использована как для производства шаблонов, так и для непосредственного формирования рисунка на пластине.

Литература

1. Литографии в микроэлектронике / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bitly.su/ВКЕе>. Дата последнего посещения 02.03.2019.

УДК 621

ПРИМЕНЕНИЕ ФАЗОСДВИГАЮЩИХ МАСОК КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

Аспирант Козлова Т. А.

Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники

В настоящее время оптическая литография является ключевой технологией, применяемой при производстве интегральных схем. В связи с улучшением разрешающей способности оптики, применяемой в фотолитографии и уменьшением размеров топологии, возникает необходимость в использовании масок, которые изготовлены с применением технологий повышения разрешения или других вспомогательных методик. В настоящее время известны следующие методы для повышения разрешения в фотолитографии:

- внеосевое освещение,
- фазосдвигающие маски,
- оптическая коррекция близости [1].

Применение метода, основанной на фазосдвигающей маске заключается в том, что в структуре фотошаблона вытравливаются канавки или же вводятся дополнительные элементы, которые изменяют фазу проходящего света. На рисунке 1 показан пример работы альтернативной фазосдвигающей маски.

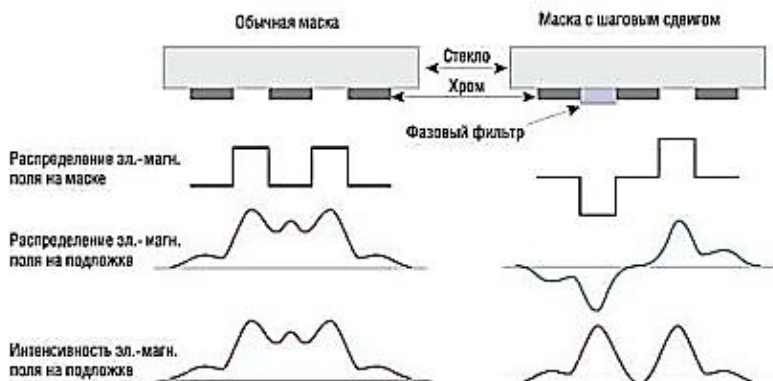


Рис. 1. Принцип действия фазосдвигающей маски

Как видно из рисунка выше, для получения сдвига волны необходимо разместить на прозрачную линию фазовый фильтр, который будет сдвигать фазу падающего излучения на $\Delta\varphi$. В итоге при интерференции волн в противофазе между двумя, находящимися по соседству линиями, происходит взаимное ослабление. Это приводит к повышению разрешающей способности [2].

Литература

1. Mack C.A. Fundamental Principles of Optical Lithography: The Science of Microfabrication. 2007. 418- 450 с.
2. Сейсян Р.П. Нанолитография в микроэлектронике (Обзор). Журнал технической физики. 2011. вып. №8. С. 5-9

УДК 621

ХАЛЬКОГЕНИДНЫЕ СВЕТОВОДЫ ДЛЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

Студент гр. 11310116 Кот С. И.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучение технологического процесса производства халькогенидных светодиодов. В работе был проведен литературный обзор в области синтеза стеклообразных материалов.

Халькогенидные стекла синтезируются на основе системы As-S-Te. Особенностью получения халькогенидных стекол является их сплавление в кварцевой ампуле, в отличие от классической стекольной технологии.

Волокна разделяют на многомодовые и одномодовые. Диаметр кварцевой оболочки для волокон, которые применяют в линиях связи, составляе

125±1 мкм. Диаметры сердцевины у многомодовых и одномодовых волокон 50 или 62,5 мкм и 7-9 мкм соответственно. Выбор диаметра определяется типом волокна. У одномодовых волокон нормируется диаметр модового пятна. Его величина находится в пределах от 8 до 10 мкм и зависит от типа волокна и рабочей длины волны. Отклонение диаметра модового пятна от его средней не должно превышать 10 %. [1]

Волоконную оптику применяют в радиоэлектронике, энергетике, термо-ядерном синтезе, медицине, машиностроении и вычислительных комплексах. Темпы роста волоконной оптики на мировом рынке составляют 40% в год. Массовое производство оптических кабелей позволит им конкурировать на рынке с их электрическими аналогами при потребностях обеспечения передачи сигналов в диапазонах частот 107–109 Гц. [2]

Подробно изучен технологический процесс получения халькогенидного стекла и волокна на его основе, а также область их применения. По результатам разработана технологическая схема процесса.

Литература

1. Листвин, А.В. Оптические волокна для линий связи / А.В.Листвин, В.Н. Листвин, Д.В. Швырков. – Москва: 2003. – 106 с.
2. Иванов Владислав Геннадьевич Анализ материалов для оптического волокна // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2003. №9.

УДК 537

МАГНИТНЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКИ. ГИГАНТСКИЙ МАГНИТОРЕЗИСТИВНЫЙ (ГМР) ЭФФЕКТ

Студент гр. 11310116 Кот С. И.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Сернов С. П.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучение магнитных полупроводников и ГМР эффекта. В данной работе был произведен литературный обзор теории ГМР эффекта.

Магнитные полупроводники – это вещества, которые сочетают в себе полупроводниковый тип электропроводимости с магнитным упорядочением [1].

Температура магнитных фазных переходов у магнитных полупроводников лежит, как правило, в диапазоне гелиевых (4,2К) и азотных (~77,4 К) температур. Подвижность носителей в магнитных полупроводниках невелика по сравнению с обычными полупроводниками. Она лимитируется дополнительным механизмом рассеяния на неоднородностях и флуктуациях намагниченности [1].

Гиганское магнитосопротивление (ГМС) – это изменение сопротивления вещества под действием внешнего магнитного поля. Этот эффект значительно больше, чем обычное лоренцевское и анизотропное МС и поэтому был назван «гигантским». Изменение сопротивления многослойных структур наблюдается из-за того, что внешнее магнитное поле ориентирует магнитные моменты последовательных магнитных слоев в одном направлении. отсутствие магнитного поля намагниченность ферромагнитных слоев антипараллельна. Приложение магнитного поля ориентирует магнитные моменты в одном направлении и увеличивает намагниченность слоев до насыщения, что ведет к уменьшению сопротивления многослойных структур [2].

Магниторезистивный эффект в случае многослойных структур может быть измерен в двух конфигурациях: когда ток протекает параллельно в плоскости слоев (ТВП) и когда ток перпендикулярен плоскостям слоев (ТПП) [2].

Литература

1. Физическая энциклопедия в 5 т. / ред. кол. : А.М. Прохоров (гл. ред.) [и др.]. – Москва, 1988-1998. – Т. 2.
2. Лукашевич М.Г. Введение в магнитоэлектронику / М.Г. Лукашевич. – Минск: БГУ, 2003. – 73 с.

УДК 541

ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ ВЕЩЕСТВ МЕТОДОМ КОНДУКТОМЕТРИИ НА УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОМ КОМПЛЕКСЕ «ХИМИЯ»

Студент гр. 11304117 Литвинова А. В.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является разработка методики измерения концентрации веществ методом кондуктометрии. Методика разрабатывалась при использовании учебно-лабораторного комплекса УЛК «Химия» с программным обеспечением на кафедре «Микро- и нанотехника».

Для составления теоретической части методики в работе проведен анализ обзора литературных источников в области электролитической диссоциации. Изучены виды электролитов, их равновесные и неравновесные свойства, виды выражений концентраций химических растворов.

Исходными реагентами для определения концентрации и разработки методики являлись HCl и HNO₃.

В данной работе используется метод кондуктометрического титрования, который основан на измерении электропроводности растворов при добавлении химического реагента (титранта), взаимодействуя с раствором, изменяющего его проводимость. При определении концентрации сильной кислоты используют реакцию нейтрализации сильной кислоты сильным основанием. Последовательно к исследуемому раствору добавляют раствор щелочи и измеряют его электропроводность. По результатам выполнения эксперимента построен график зависимости электропроводности раствора от объема титранта. Рассчитана концентрация кислоты методом титрования с использованием индикатора. В методике также приводится описание кондуктометрической установки, правила работы с контроллером и программным обеспечением комплекса УЛК «Химия», рекомендации по обработке экспериментальных данных, приведены примеры расчета концентраций растворов.

В результате разработки методики появляется возможность определить концентрации различных химических растворов методом кондуктометрического титрования.

УДК 621.38

НАНОТРАНЗИСТОРЫ

Студенты гр. 10904118 Телюк И. А., Щаврук А. А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Манего С. А.

Белорусский национальный технический университет

Рынок интегральных схем (ИС) постоянно развивается. Это обусловлено бурным развитием Интернета и проблемами безопасности данных пользователей сетей. В настоящее время Мы находимся при создании высокоскоростного Интернета (5G). Это обстоятельство ставит перед инженерами и технологами микроэлектронной промышленности искать пути решения этой проблемы. Возможны два направления решения этой проблемы, продолжать усовершенствовать старую хорошо налаженную технологию создания ИС на основе кремния, либо создавать принципиально новую технологию высокоскоростных ИС на основе новых материалов (GaAs, InP, и др.). Создание быстродействующих ИС с топологией 1-5 нм. Потребуется огромных усилий как, при подготовке специалистов данного направления, так больших финансовых затрат.

Анализ информации поступающей из различных источников, позволяет сделать вывод, что основное направление в разработке быстродействующих ИС с нанотопологией сосредоточено на дальнейшем усовершенствовании технологии кремниевых ИС с МДП – транзисторами.

Следует отметить, что такой переход в технологии к наноразмерным структурам потребует от разработчиков и инженеров понимания физики квантовых явлений в нанoeлектронных приборах. Кроме того, создание всей цепочки производства нанoинтегральных схем (НИС) потребует создание приборов и устройств для контроля параметров нанoструктур и (НИС), а так же методов исследования и контроля (НИС).

Основные проблемы на пути создания быстродействующих ИС с МДП – транзисторами, ограничивающие уменьшение размеров топологии следующие: туннелирование носителей через затвор, уменьшение подвижности носителей в канале из-за высокого уровня легирования базы ($\sim 10^{18} \text{ см}^{-3}$), уменьшение боковых размеров транзистора.

Следует отметить, что при создании НИС необходимо также создание аналоговых устройств, которые обеспечивают взаимодействие этих нанoтранзисторов с более крупными и функционально законченными устройствами. В результате возникают противоречивые требования. Это обусловлено тем, что пороговое напряжение к цифровым НИС и аналоговым устройствам существенно отличаются. Так пороговое напряжение, для нанoтранзисторов, должно быть ($U_{\text{пор}} \geq 0,25U_{\text{пит}}$), тогда как для аналоговых устройств оно должно быть равным нулю.

УДК 621.382

ТЕХНОЛОГИЯ МНОГОУРОВНЕВОЙ КОММУТАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Студент Маркевич Н. А.

Доктор техн. наук, профессор Сычик В. А.

Белорусский национальный технический университет

Увеличение быстродействия ЭВС в условиях применения элементной базы повышенной степени интеграции привело к необходимости максимального повышения плотности монтажа на коммутационных платах устройств и развития методов и средств техники поверхностного монтажа.

Большое количество выводов (более 1000) у современных кристаллодержателей требует чрезвычайно плотной, надежной коммутации, реализация которой на одном уровне платы (в одной плоскости) не представляется возможной. Коммутационные элементы в значительной степени определяют массу и габариты аппаратуры, паразитные связи, мощность рассеяния и в целом надежность ЭВС.

Широко распространены в настоящее время стеклотекстолиты, бумажно-фенольные, полиимидные, керамические материалы, а также ситалл, поликор, кремний и др. Важно отметить, что использование волокнистых

материалов перспективно с точки зрения минимальных остаточных напряжений в многослойных структурах, сформированных на основе данных материалов.

Для изготовления коммутации с использованием полупроводниковой технологии основанием платы является полупроводник. В объеме полупроводника проводящие дорожки формируются при чередовании процессов диффузии и эпитаксии, а на поверхности платы - с применением тонкопленочной технологии. Межслойные соединения выполняются локальной диффузией.

Совершенствование средств для создания межслойной коммутации позволяет минимизировать длину межсоединений, увеличивать плотность компоновки коммутации (с повышенной разрешающей способностью межсоединений) и число коммутационных слоев, в также осуществлять более полное температурное согласование элементной базы с КП и другими конструктивами ЭВС.

Литература

1. Грушевский А. М. Конструктивно-технологические основы сборки электронных средств/А.М.Грушевский// Москва, 2007. – с 10-16.

УДК 77. 026. 34

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРО- И НАНООБЪЕКТОВ МЕТОДАМИ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

Студент гр. 11310115 Мытник Д. О.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время для внедрения микро- и нанотехнологий в производство требуется подготовка необходимого оснащения оборудованием для исследовательской лаборатории. Данное оборудование дает возможность воспроизводить трехмерное распределение физических свойств объектов исследования с разрешением наноразмера, исследовать преобразования положений обособленных молекулярных элементов и кластеров в обширном промежутке температур, производить программную проверку большой совокупности элементов, получать информацию о молекулярном составе поверхности и объёма.

В данной работе проанализированы различные методы структурного и химического анализа микро- и наноразмерных элементов. Существуют спектральная, рентгенографическая методики изучения, атомно-силовая, фотоакустическая, сканирующая зондовая микроскопии.

Более подробно рассматриваемый в данной работе метод сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) имеет ряд достоинств в сопоставлении с другими рассмотренными методами. Если сравнивать с методом световой микроскопии, СЭМ имеет значительно большую разрешающую способность и лучшую глубину резкости, обладает сравнительной легкостью в интерпретировании получаемых данных на изображениях из-за их трёхмерного представления, способностью подключить вспомогательных приборов для исследования в микродиапазоне при довольно простоте в адаптации и манипулировании этими приборами.

Следует отметить относительно невысокие требования к подготовке исследуемых проб. В сравнении со сканирующей зондовой микроскопией СЭМ допускает изучать существенно большие области поверхности, взаимодействовать с очень рельефными поверхностями образцов, применять существенно больший интервал увеличений, извлекать информацию не только лишь о поверхности, но и о прилегающих к поверхности «подповерхностных» слоях [1].

Литература

1. Нагорнов Ю.С., Ясников И.С., Тюрков М. Н. Способы исследования поверхности методами атомно-силовой и электронной микроскопии// Учебное пособие. – 2012. – 38 с.

УДК 62.03

БЕСПЛАТФОРМЕННЫЕ ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ МЭМС-ДАТЧИКОВ

Студенты гр.11310115 Николаева Т. А.¹, Синицкий Д. С.²
Доктор техн. наук, профессор Плескачевский Ю. М.¹,
кандидат техн. наук Реутская О. Г.¹

¹Белорусский национальный технический университет
²ОАО «Минский НИИ радиоматериалов»

Для определения и вычисления различных навигационных параметров, например, пути, применяют специализированные инерциальные навигационные системы. Работа таких систем основана на координатном методе. В результате движения объектов производится измерение абсолютных значений ускорений в инерциальном пространстве по средствам высокоточного акселерометра, который выступает в роли чувствительного элемента. В составе инерциальных систем регистрируются также данные от датчиков угловых скоростей.

К основным классам инерциальных навигационных систем можно отнести платформенные и бесплатформенные системы. Платформенные инерциальные системы включают в свою структуру особую гиросtabilизированную платформу, на которой размещается весь комплекс системы. В свою очередь, бесплатформенная система располагается напрямую на корпус контролируемого объекта, например, беспилотного летательного аппарата. Для значительного увеличения точности определения координат и положения регистрируемых объектов в пространстве обязательным является жесткое закрепление датчиков навигационной системы, в частности гироскопов и акселерометров, с корпусом анализирующего прибора.

Состав инерциальной системы может включать различные комбинации приборов. Основными вариациями, выполняемыми по требованию потребителей, являются: датчики угловых скоростей и акселерометры; акселерометры; акселерометры и неуправляемые гироскопы.

Перспективными и самыми востребованными на сегодняшний день являются системы, включающие как акселерометры, так и гироскопы. Уникальным и наиболее точным чувствительным элементом навигационной системы является датчик, содержащий в одном корпусе акселерометр и датчик угловых скоростей. Точность определения параметров системы зависит от точности работы всех датчиков в целом. Для сбора информации с датчиков и координации работы системы применяют измерительный модуль.

Разработка и расчет алгоритмов работы бесплатформенных навигационных систем является перспективным направлением в области развития микроэлектроники и МЭМС-технологий.

УДК 621.389

ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИЕ БИМОРФНЫЕ АКТЮАТОРЫ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ НАГРЕВОМ

Студент гр. 11310115 Николаева Т. А.

Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.

Белорусский национальный технический университет

Актюатор – исполнительное устройство, которое преобразует энергию из одного вида в другой (чаще всего преобразование происходит в механическую энергию). Микроактюаторы применяются в качестве исполнительных механизмов микроэлектромеханических и микроробототехнических систем. Они обеспечивают микроперемещения и управляемую деформацию, применяются в сенсорных системах, а также преобразуют деформацию в изменение электрического сигнала.

Термомеханические актюаторы являются наиболее распространённым видом, которые используются для создания микродвижителей. Принцип их

действия основан на тепловом расширении материала. Эти актюаторы представляют собой:

- биморфные структуры с различными ТКР;
- структуры, которые имеют области с разной температурой нагрева;
- конструкции, которые состоят из одного материала, который, в свою очередь, расширяется после нагрева.

В случае термомеханических биморфных актюаторов с электрическим нагревом, чтобы получить изгиб балки, нужно через его структуру пропустить электрический ток.

С помощью тепловых преобразователей возможно получение больших деформаций, но при этом они требуют больших энергетических затрат на разогрев и вследствие этого обладают малым КПД.

В случае пьезоэлектрического материала биморфный элемент – это структура, которая состоит из двух соединенных слоёв материалов с различным направлением вектора поляризации. На поверхностях элемента располагаются электроды, чрез которые прикладывается напряжение. Оно вызывает сильное искривление элемента и управляемое смещение актюатора.

Литература

1. Корляков, А. В. Разработка и исследование термомеханического биморфного микроактюатора / А. В. Корляков, А. П. Бройко, И. К. Хмельницкий, В. Е. Каленов, А. И. Крот, А. В. Лагош // Нано- и микросистемная техника. – 2015. – №12. – с. 56-62.

УДК 54.055

К ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МЕМБРАН ДЛЯ СЕНСОРОВ

Студент гр.11310115 Николаева Т. А.

Доктор техн. наук, профессор Плескачевский Ю. М.,

кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в технологии изготовления датчиков и микроэлектромеханических систем одной из основных задач является получение мембран с минимальными механическими напряжениями. Это делается для того, чтобы получить сенсоры с наибольшей чувствительностью в широком диапазоне регистрируемых параметров.

Сенсоры, изготовленные с мембраной, применяются в различных датчиках. Например, датчики давления, температуры и уровня. К достоинствам таких датчиков можно отнести то, что их можно использовать как на малых, так и на больших значениях контролируемых параметров. При этом они

имеют достаточно простую конструкцию и являются относительно дешевыми.

К недостаткам подобных сенсоров можно отнести то, что у них небольшой динамический диапазон входных давлений.

В последнее время широкое применение находят датчики, изготовленные с использованием многослойной мембраны. В качестве материала для изготовления мембраны, в основном, служит нитрид кремния.

Нитрид кремния представляет собой аморфный диэлектрик и его широко используют в качестве изолятора и химического барьера в производстве интегральных схем.

Плёнки нитрида кремния получают, в основном, двумя методами осаждения:

1. Метод химического осаждения при пониженном давлении (LPCVD), т.е. в методе используется давление ниже атмосферного. Это делается для того, чтобы снизить вероятность нежелательных реакций, которые могут проходить в газовой фазе, а также с целью обеспечения более равномерного осаждения пленок на подложку.

2. Плазмохимическое осаждение (PECVD). Метод работает при более низких температурах. С помощью этого метода можно получать покрытия, которые невозможно формировать другими методами из-за недопустимости перегрева подложек и других причин.

Выбор конкретного метода обуславливается технологическими возможностями предприятия и техническим заданием на разработку того или иного сенсора.

УДК 620.186.12

АСМ-СТРУКТУРА ПЛЕНОК ТАНТАЛА НА ПОВЕРХНОСТЯХ ПОКРОВНЫХ СТЕКОЛ И НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

Магистрант Петровская А. С.

Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.

Белорусский национальный технический университет

Танталовые покрытия благодаря сочетанию механической прочности, хорошей биосовместимости, коррозионной стойкости и рентгеноконтрастности широко используются в медицине, микроэлектронике и др. [1]. Изучение поверхностных свойств пленок тантала является важной задачей в области материаловедения.

Целью данной работы является изучение морфологии покрытий из тантала, оксида тантала, нитрида тантала и оксинитрида тантала на подложках стекол и нержавеющей стали с помощью атомно-силовой микроскопии (АСМ).

Образцы из стали и стекла очищали в ультразвуковой ванне по стандартной методике, затем пучком ионов средних энергий в атмосфере аргона. После чего на них наносили покрытия Ta, Ta₂O₅, TaN, TaON методом реактивного магнетронного распыления.

Исследование структуры поверхности стали и покровного стекла с напыленными пленками проводили на АСМ НТ-206 (ОДО «Микротестмашины»), Беларусь).

Поверхность стали имеет ячеистую структуру, для которой значение среднеквадратичной шероховатости Rq составляет 5,0 нм. После напыления на нее пленок Ta, TaN или TaON ячеистая структура сохраняется, однако присутствуют вкрапления, двухфазность структуры. При этом значения Rq в случае нанесения пленок TaN, TaON увеличиваются до 7-8 нм и остаются в пределах 5,0 нм при нанесении Ta. Для поверхности Ta₂O₅ на стали характерна неравномерная островковая локализация микрочастиц, при этом ячеистой структуры не обнаружено. Для поверхности стекла характерны разнонаправлено ориентированные полосы, значения Rq составляют 3-4 нм. Напыление пленок Ta₂O₅ или TaON на предметное стекло позволило получить гладкую ячеистую поверхность с минимальными значениями Rq равными 0,6 нм для Ta₂O₅ и 1 нм для TaON.

В результате проведенных исследований было установлено, что структура полученных образцов в значительной степени зависит от материала и морфологии исходной подложки.

Литература

1. Папилов, И.И. Материалы медицинских стентов: обзор. / И.И. Папилов, В.А. Шкуропатенко. – Харьков: ННЦ ХФТИ, 2010. – 40 с.

УДК 541.183

ВИДЫ СЕНСОРОВ АММИАКА

Студент гр.11310115 Рысик А. Н.

Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.

Белорусский национальный технический университет

Сенсоры контроля аммиака имеют большое значение в жизни человека. Данный газ оказывает удушающее действие на человеческий организм, вызывая отек легких и поражая нервную систему, поэтому очень важно контролировать возможные утечки аммиака в местах, где он применяется. Например, в химической промышленности, охлаждающих установках, медицине и в сельском хозяйстве. Это показывает, что изучение сенсоров аммиака является актуальной темой с научной и практической точек зрения.

На данный момент существует множество конструкций сенсоров аммиака: электрохимические, полупроводниковые сенсоры, газовые сенсоры с наноструктурой, люминесцентные и множество других.

В основе работы сенсоров аммиака лежит явление изменения свойств материала в результате адсорбции молекул газа на его поверхности или в объеме. Яркими примерами являются полупроводниковый и люминесцентный сенсор, в которых рабочими элементами являются газочувствительный слой или квантовые точки.

Электропроводность чувствительного слоя полупроводникового сенсора изменяется при взаимодействии с газом из-за совокупности взаимосвязанных процессов: электронные процессы, поверхностная и объемная диффузия адсорбированных частиц, перенос носителей заряда между зернами поликристаллических образцов [1].

Люминесцентный сенсор включает в себя полупроводниковые нанокристаллы (квантовые точки), которые при наличии в воздухе газа адсорбируют поверхностью молекулы аммиака. В результате этого процесса интенсивность люминесценции квантовых точек уменьшается, что сопровождается сокращением времени затухания люминесценции [2].

Литература

1. Обвинцева, Л.А. Полупроводниковые металлооксидные сенсоры для определения химически активных газовых примесей в воздушной среде // Рос. хим. ж., 2008. Т. LII. No 2. С.113-121.
2. Патент РФ 2012151750/28, 03.12.2012. Люминесцентный сенсор на пары аммиака // Патент России No 2522902. 2014 Бюл. No 20/ Баймуратов А.С. [и др.].

УДК 621.382

ЭЛЕКТРОННО-ДЫРОЧНЫЙ ПЕРЕХОД – БАЗОВЫЙ ЭЛЕМЕНТ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ

Студент гр. 11304115 Платонова Е. Э.

Доктор. техн. наук, профессор Сычик В. А.

Белорусский национальный технический университет

Электронно-дырочный, или p-n переход является основным элементом большинства полупроводниковых приборов, выпускаемых промышленностью в настоящее время. Первая достаточно корректная теория выпрямления p-n перехода была создана В. Шокли в 1949 году.

В любом полупроводниковом приборе имеется один или несколько электронно-дырочных переходов. Электронно-дырочный переход (или p-n переход) – это область контакта двух полупроводников с разными типами

проводимости. Для получения контакта с хорошо контролируемыми и постоянными свойствами необходимо создавать его в виде внутренней границы раздела, на которой полупроводник одного типа переходит в полупроводник другого типа. Это достигается путем легирования (введения) примеси в соответствующие области во время выращивания кристалла либо путем диффузии или имплантации примеси полупроводниковый кристалл.

P-n – переход может быть образован в одном полупроводниковом материале, например, германии (Ge), кремнии (Si), арсениде галлия (GaAs), а также быть создан между полупроводниками с одинаковой и различной шириной запрещенной зоны: Ge -Si, Ge -GaAs и гетеропереход.

В полупроводнике n-типа основными носителями заряда являются электроны, а в полупроводнике p-типа основными носителями являются дырки ($n_p \gg p_p$). При контакте двух полупроводников n- и p-типов начинается процесс диффузии: дырки из p-области переходят в n-область, а электроны, наоборот, из n-области в p-область. Уровни Ферми в n- и p- полупроводниках при комнатной температуре до контакта расположены на разной высоте: в полупроводнике n-типа – вблизи дна зоны проводимости, а в полупроводнике p-типа – у потолка валентной зоны.

Способность p-n-перехода пропускать ток практически только в одном направлении используется в приборах, которые называются полупроводниковыми диодами. При их изготовлении в кристалл с заданным типом проводимости вводят примесь обратной проводимости и кристалл с p-n-переходом помещается в герметизирующий корпус.

УДК 621

ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФОСФИДА ИНДИЯ

Студент гр. 11310116 Предко П. А.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является проведение критического обзора литературы в области синтеза полупроводниковых соединений. В данной работе проведён критический обзор литературы источников в области синтеза монокристаллических полупроводниковых соединений. Подробно рассмотрена классификация и методы получения монокристаллов полупроводниковых соединений.

Полупроводники – вещества, занимающие по своей проводимости промежуточное место между проводниками и диэлектриками – являются основой современной электроники. По структуре эти вещества подразделяются на простые и сложные. К сложным полупроводникам относят соединения

двух и более химических элементов. Особое внимание было уделено синтезу монокристаллического фосфида индия. Самым распространенным методом синтеза монокристаллического фосфида индия является метод жидкостной герметизации расплава, который представляет собой модификацию метода Чохральского. Для выращивания монокристаллов данным методом необходимо иметь исходный материал – порошок из предварительно очищенного поликристалла фосфида индия. Второй неотъемлемой составляющей метода является затравка. Процесс выращивания проводят в атмосфере инертных газов.

В результате изучения технологического процесса синтеза монокристаллов InP были выявлены основные факторы, влияющие на процесс – давление в камере, скорость подъема затравки, скорость вращения тигля. На начальной стадии роста кристалла фосфида индия наблюдается двойникование – это является основной технологической проблемой. Построена технологическая схема процесса. Данное соединение получило широкое применение в приборостроении. Монокристаллический индий в основном применяется в оптоэлектронике, а именно в создании излучателей и приемников излучения [1].

Литература

1. Талызин, В.П. Фосфид индия – получение и свойства [Текст] / В.П. Талызин, Нашельский А.Я.//Успехи химии. - 1986. -№7. - с.1083-1095.

УДК 661.122

ПОЛУЧЕНИЕ МИКРОЧАСТИЦ ЖЕЛАТИНА МЕТОДОМ РАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ СУШКИ

Студент гр. 11310114 Радюкевич Д. Л.

Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.,

кандидат техн. наук, доцент Мельникова Г. Б.

Белорусский национальный технический университет

Получение микрочастиц с включёнными в их состав биологически активными веществами играет важную роль в химической и фармацевтической промышленности. Такие микрочастицы позволяют улучшить растворимость и биодоступность активного вещества, а также дают возможность пролонгировать или локализовать его действие. Технология распылительной сушки направлена на получение микрочастиц из растворов или дисперсий и является эффективным процессом за счет распыления жидкости на мелкие капли и их быстрого испарения, при контакте с газом при высоких температурах.

Целью данной работы является получение микрочастиц-носителей активного вещества на примере желатина.

Для получения микрочастиц использовали раствор желатина марки П-11, ГОСТ 11293 в дистиллированной воде. Процесс распылительной сушки проводили на установке LU-222 Advanced (LU-222 Advanced, Labultima, Индия), параметры процесса сушки: уровень вакуума – -2100 Па, температура осушающего воздуха 170 °С, давление распыления жидкости 4 кг/см².

В результате процесса распылительной сушки были получены сферические микрочастицы, масса которых составила 33,8% от исходной массы вещества в растворе. Полученные микрочастицы исследовали на оптическом микроскопе Микро-200 (ГНПО «Планар», Республика Беларусь), средний диаметр микрочастиц желатина составил 5 мкм.

При добавлении раствора активного вещества к раствору желатина и последующей сушкой можно получить микрочастицы желатина с относительно равномерным распределением активного вещества по объему.

Литература

1. Могилюк В. Распылительная сушка, распыление-охлаждение расплавов и форсунки, используемые для целенаправленного формирования частиц / В. Могилюк // Фармацевтическая отрасль. – 2015 – (51), № 4, С.104-108.

2. Кедик С.А. Получение полимерных микрочастиц с биологически активными веществами методом распылительной сушки / С.А. Кедик, М.Д. Сапельников // Вестник ВГУ. – 2014. – № 2 – С 28-32.

УДК 681.2.082:53.082.7

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛЕНОК ДИОКСИДА ОЛОВА

Студент гр. 11310115 Рысик А. Н.

Доктор техн. наук, профессор Плескачевский Ю. М.,
кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Пленки диоксида олова нашли применение в различных оптоэлектрических и люминесцентных устройствах, защитных покрытиях, а также в газочувствительных сенсорных датчиках. Такие датчики используют на различных предприятиях и в бытовых условиях для определения в воздухе отравляющих, легковоспламеняющихся и взрывоопасных газов. Пленки диоксида олова используют в качестве чувствительного элемента в газовых сенсорах. Они хорошо адсорбируют газы (метан, пропан, оксид углерода и другие), в результате чего изменяется проводимость пленки. Это изменение и регистрируют как сигнал сенсора.

Методы получения пленок из диоксида олова разделяют на две большие группы:

1. Физические. В физических методах пленки образуют с помощью процесса переноса к поверхности подложки атомов или молекул.

2. Химические. Принцип действия методов основан на процессах транспортировки основных компонентов осаждаемых покрытий к поверхности и разложении при взаимодействии с нагретой поверхностью химического соединения на фрагменты. Они распадаются на радикалы молекул, которые осаждаются на поверхности, и летучие соединения.

К группе физических методов относят реактивное катодное распыление при постоянном токе, высокочастотное магнетронное распыление, а также применение ионных пучков. Данные методы требуют применения сложного специального оборудования для напыления, создания высокого вакуума для проведения процесса, а также специфических условий отжига.

Химические методы получения тонких пленок вызывают огромный интерес из всех существующих методов из-за большой многочисленности и разнообразия пленкообразующих веществ, которые позволяют получать заданные физико-химические свойства.

В практике формирования плёнок диоксида олова используют следующие основные технологические методы: химическое осаждение, золь-гель-метод и метод совместной кристаллизации растворов солей. Наибольшее распространение получил метод химического осаждения. Он позволяет с большой точностью отслеживать и корректировать размер кристаллитов в нанопорошках, тем самым улучшая качество пленки.

УДК 669.018

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ МОНТАЖЕ КРИСТАЛЛОВ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

Магистрант гр. 717201 Сафаров Р. В.

Доктор техн. наук, профессор Ланин В. Л.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Монтаж кристаллов интегральных микросхем в корпуса с использованием Au-Si эвтектики и легкоплавкого припоя является основным методом сборки в технологии микросхемного производства. Напряжения, возникающие в кристалле и элементах конструкции корпуса из-за различия коэффициентов термического расширения соединяемых материалов, могут стать причиной отказов микросхем [1].

Тепловую модель мощного транзистора с напаянным кристаллом на кристаллодержатель можно представить в виде трех многослойных параллелепипедов, которые имитируют кристалл с плоским источником тепла на его поверхности, слой припоя заданной толщины и участок кристаллодержателя, ограниченного размерами паяного соединения (рис. 1.) [2].

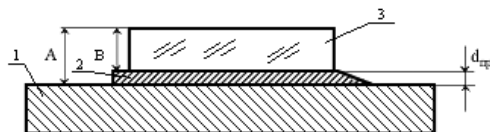


Рис. 1. Схема монтажа кристалла: 1 – кристаллодержатель; 2 – припой; 3 – кристалл

Внутренние напряжения в кристалле при пайке эвтектическим сплавом Au-Si достигают 250 МПа при температуре 420°C, при вибрационной пайке легкоплавким припоем – не более 70 МПа при температуре 220°C. Автоматизированный монтаж кристаллов вибрационной пайкой приводит к гомогенизации паяного соединения, исключению дефектов в виде пустот и непропаев, в результате чего снижается уровень термомеханических напряжений активной структуры.

Литература

1. Солодуха, В.А. Металлокерамические корпуса мощных полупроводниковых приборов / В.А. Солодуха, А.С. Турцевич, А.Ф. Керенцев. – Гомель: УО «ГГУ им. Ф. Скорины», 2010. – 216 с.
2. Синкевич, В.Ф. Физические основы диагностирования предельных состояний и обеспечения надежности мощных транзисторов / В.Ф. Синкевич // Электронная промышленность, 1990. – Вып. 6. – С. 19–26.

УДК 004.5

ОПТИЧЕСКИЕ АЛМАЗОПОДОБНЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА ДЛИН ВОЛН

Магистрант гр. 1–38 80 04 Навицкий А. Н.¹,
студент гр. 1–31 04 01-04 Тылецкий Ю. А.²

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.¹,
кандидат физ.-мат. наук Чекан Н. М.³

¹Белорусский национальный технический университет

²Белорусский государственный университет,

³ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси»

Просветляющие покрытия уже долгое время используются для устройств инфракрасной области спектра. К таким покрытиям относится и алмазоподобные углеродные покрытия, которые по своей структуре состоят из фрагментов графитной и алмазной фаз.

Основным параметром для выбора типа покрытия является показатель преломления, значение которого должно выполнять условие:

$$n_f = \sqrt{n_s}, \quad (1)$$

где n_f и n_s – показатель преломления покрытия и основы соответственно.

Таким образом, для германия с показателем преломления $n = 4$ просветляющее покрытие должно иметь показатель преломления 2. Для получения такого типа покрытий использовался специально разработанный комбинированный PVD&CVD метод, использующий в качестве источников атомов углерода катод и напускаемый в вакуумную камеру газ ацетилен.

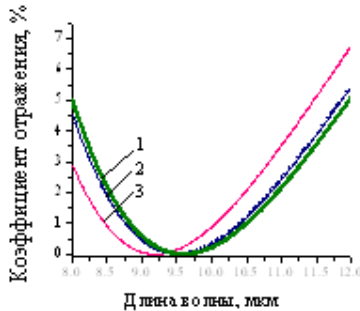


Рис. 1. Зависимость коэффициента отражения от длины волны в диапазоне 8 – 12 мкм

Полученные АПУ покрытия имеют значение показателя преломления близкое к указанному в условии, чему свидетельствует минимальное отражения в области длин волн 8 – 10 мкм (рис. 1.).

УДК 621.382

ТУННЕЛЬНЫЕ ДИОДЫ – ЭЛЕМЕНТЫ СВЧ-ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ

Сукасян Л. Э.

Доктор техн. наук, профессор Сычик В. А.

Белорусский национальный технический университет

Туннельный диод представляет собой полупроводниковый диод с р-п-переходом, выполненный на основе вырожденного полупроводника. Туннельный диод из-за того, что имеет очень узкий р-п-переход, очень хорошо проводит ток при воздействии прямого и обратного напряжений.

Уникальность туннельных диодов является их соотношение напряжение-ток внешнего прямого смещения. При увеличении напряжения, ток растёт до определенной величины, но после, как только это значение оказыва-

ется достигнутым, дальнейшее повышение напряжения при прямом смещении вынуждает ток снижаться до минимального значения. В этой области между максимальными и минимальным значением, туннельный ток имеет отрицательное сопротивление. Однако когда напряжение за минимальным значением повышается, туннельный диод обладает ВАХ обычного диода.

Такая вольт-амперная характеристика позволяет реализовать на основе туннельного диода широкий круг радиоэлектронных устройств: преобразователи частоты, усилители, детекторы, генераторы, смесители, запоминающие устройства и др.

Туннельный диод способен работать на больших частотах ($10^{10} \dots 10^{11}$ Гц), при высоких температурах (до 400°C), а также при большой радиации (до 10^{17} нейтронов/ см^3). Как одно из его преимуществ: обладает низким уровнем собственных шумов.

Толщина электрического перехода туннельных диодов обычно составляет $1 \dots 10$ нм, в следствие чего туннельные переходы совершаются носителями заряда без заметной затраты энергии.

Литература

1. Фистуль В. И., Шварц Н. З. Туннельные диоды / В. И. Фистуль, Н. З. Шварц // Успехи физических наук, 1962. – №76. – С. 109–134.

УДК 539.1.043

ПОЛУЧЕНИЕ ПЛЕНОК СЕРЕБРА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО ИСПАРЕНИЯ

Сукасян Л. Э.

Кандидат техн. наук, доцент Ковалевская А. В.

Белорусский национальный технический университет

Благодаря своим малым оптическим потерям в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах длин волн, серебро является одним из наиболее популярных материалов в плазмонике. Так главной задачей для получения плёнок с хорошими оптическими характеристиками является уменьшение числа границ зерен на единицу площади, что реализуется путём увеличения размера зерен.

При росте плёнке важно выбрать правильную систему подложка-материал, исходя из изменения свободной энергии. Так, например, для серебра лучше всего подходит NaCl, KCl и слюда, однако они не технологичны, так что допустимыми являются кремний, сапфир и слюда.

Так же структура плёнки будет заметно зависеть от таких параметров как температура подложки и скорость осаждения. Так, при увеличении температуры подложки увеличивается длина диффузионного пробега, и как следствие

адатом проходит большее расстояния и формирует кристаллиты больших размеров. При увеличении же скорости осаждения кристаллиты уменьшаются. Например, при необходимости получить монокристаллическую плёнку используется температура выше 473 К и скорость осаждения до 10 Å/с, в случае поликристаллической плёнки температура должна держаться на отметке 273К, однако скорость осаждения может достигать 150 Å/с.

На практике же оказывается, что рост сплошной плёнки с низкой шероховатостью возможен на подложке из слюды. На кремнии и сапфире наблюдается рост трехмерных кристаллов из-за изменения свободной энергии единицы поверхности после нанесения первых слоёв.

С помощью электронно-лучевого испарения возможно получение монокристаллической плёнки серебра толщиной 200 нм с аспектным отношением 7:1 и шероховатостью порядка 1 нм.

Литература

1. Бабурин А.С. Получение пленок серебра методом электронно-лучевого испарения для применения в наноплазмонике / А.С. Бабурин // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – №6. – С. 4–14.

УДК 621

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ПЛЕНКИ

Студент гр. 11310116 Татура П. О.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучение технологического процесса получения жидкокристаллических пленок.

В данной работе проведен обзор литературы в области синтеза пленочных материалов. Особое внимание уделено пленочным материалам на основе жидких кристаллов.

Жидкий кристалл – это специфическое агрегатное состояние вещества, в котором оно проявляет одновременно свойства жидкости и кристалла [1].

Жидкие кристаллы подразделяются на:

- холестерические,
- нематические,
- смектические.

Жидкие кристаллы имеют неполное пространственное упорядочение. Это означает, что у них нет жесткой кристаллической решетки, то есть, нет полного порядка в пространственном расположении центров тяжести молекул. Поэтому, подобно обычным жидкостям, они обладают свойством текучести. Однако, большой интерес представляют электрооптические свойства

жидкокристаллических пленок, такие как полевой эффект и эффект динамического рассеивания.

Подробно изучена технология получения жидкокристаллических пленок на подложку из стекла с проводящим покрытием [2]. Синтез проводился по растворной технологии с последующим нанесением методом центрифугирования.

После изучения технологического процесса, а также факторов, влияющих на качество покрытий, разработана технологическая схема.

Литература

1. Беляков В.А. Жидкие кристаллы / В.А. Беляков М.: Знание, 1986. -160 с.
2. Романов Н. А. Полимерно-дисперсные жидкие кристаллы, допированные наночастицами Ag, Cu, Si / Н. А. Романова, А. В. Номоев, Г. М. Жаркова // Вестник БГУ. Химия. Физика. – 2014. - №4.- С. 139-145

УДК 54.057

МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ САМООРГАНИЗОВАННЫХ SiGe НАНОСТРУКТУР

Студент гр. 11310115 Трухан Р. Э.¹

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.¹,
доктор физ.-мат. наук, профессор Маркевич М. И.²

¹Белорусский национальный технический университет

²Физико-технический институт НАН Беларуси

Интерес к опто- микро- и наноэлектронике неуклонно растёт, а это означает, что ведётся поиск новых материалов, происходит оптимизация получения уже существующих структур и расширяется область их применения. Одним из таких перспективных материалов являются наноструктуры SiGe.

На их основе можно создавать регулируемые резистивные диоды, МОП-транзисторы, гетеробиполярные транзисторы, микроболометры. Ведутся исследования фотоприёмников, светодиодов и лазеров на основе таких наноструктур.

Самоорганизованные кремний-германиевые структуры можно получать различными способами. К таким методам относятся: молекулярно-лучевая и газофазная эпитаксии, ионная имплантация.

Эпитаксиальные методы выращивания известны и широко применяются для создания тонких монокристаллических слоёв на монокристаллических подложках и их однородного легирования.

Газофазная эпитаксия проводится в соответствующем реакторе, в котором элементосодержащий газ разлагается и осаждается на нагретую подложку в виде плёнки. Недостатком метода является слабый контроль толщины наносимого слоя.

Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ). Способ получения тонких монокристаллических плёнок с контролируемой толщиной слоя и степенью легирования. Нарастивание слоя происходит за счёт осаждения расплётённого вещества на нагретую подложку в высоком вакууме. Скорость роста плёнки при этом мала.

Ионная имплантация – это процесс, при котором легирующий элемент проникает в подложку (мишень) обладая высокой энергией. Этот метод подходит как для очистки поверхности, так и для легирования [1].

Самым распространённым методом формирования SiGe-наноструктур является МЛЭ. На кремниевую подложку наносят слой германия на который напыляют кремний. В результате процессов самоорганизации возникает множество центров кристаллизации SiGe, которые совмещаются в нанокластеры SiGe.

Литература

1. Герасименко Н.Н., Кремний – материал нанoeлектроники / Н. Н. Герасименко, Ю. Н. Пархоменко – М.: Техносфера, 2007. – 352 с.

УДК 537

МАГНИТОРЕЗИСТИВНЫЙ ЭФФЕКТ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

Студент гр. 11310116 Татура П. О.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Сернов С. П.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является исследование магниторезистивного эффекта и его применения

Под магниторезистивным эффектом понимают изменение электрического сопротивления вещества под действием внешнего магнитного поля

Магниторезистивный эффект наблюдается, в той или иной мере, во всех веществах. В металлах, данный эффект выражен слабо, а вот в полупроводниках изменение сопротивления может достигать значений в сотни тысяч процентов. Для сверхпроводников, сопротивление которых пренебрежимо мало, существует критическое магнитное поле, при котором вещество переходит в нормальное состояние, и происходит увеличение сопротивления [1].

Также магнетосопротивление вещества зависит и от ориентации образца относительно магнитного поля. Это объясняется тем, что магнитное поле не изменяет проекцию скорости частиц на направление магнитного поля, а благодаря силе Лоренца закручивает траектории в плоскости перпендикулярной магнитному полю. Помимо роста сопротивления под действием магнитного поля, наблюдается и отрицательное магнетосопротивление, то есть увеличение проводимости при приложении магнитного поля. Из наиболее известных эффектов, приводящих к отрицательному магнетосопротивлению можно выделить слабую локализацию.

Магниторезистивный эффект лежит в основе такого научно-технического направления как магнитоэлектроника, которая получила бурное развитие после открытия так называемого гигантского и туннельного магниторезистивного эффектов в магнитных сверхрешетках и неомогенных магнитоупорядоченных средах. Первый эффект быстро нашел широкое промышленное применение в устройствах считывания информации при использовании магнитной запоминающей среды.

Литература

1. Лукашевич М. Г. Введение в магнитоэлектронику: курс лекций для студентов физического факультета / М. Г. Лукашевич. - Мн.: БГУ, 2003. - 73 с.

УДК 621.36

ОХЛАЖДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ МИКРОТЕХНИКИ НА ЭФФЕКТЕ ПЕЛЬТЬЕ

Студент гр. 11310115 Трухан Р. Э.

Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.

Белорусский национальный технический университет

Охлаждающие устройства современных компьютеров с требуют обеспечение значительной мощности охлаждения тепловыделяющих элементов компьютерного блока при снижении его габаритов и сохранении высокой степени мобильности системного блока.

Существуют различные способы охлаждения, которые в полной мере удовлетворяют потребности человека. Жидкостное охлаждение применяется практически повсеместно как самый эффективный способ охлаждения. Но есть случаи, когда нет необходимости в сложных водяных системах охлаждения, но необходимы дополнительные требования по безопасности и размерам системы. В таком случае удобно применять термоэлектрическое охлаждение или охлаждение при помощи эффекта Пельтье.

Применяются элементы Пельтье (устройств, реализующих эффект Пельтье) совместно с другими системами охлаждения, т.к. одна сторона элемента охлаждается, а другая нагревается. Но такой недостаток может быть компенсирован изменением материалов термопар и преобразованием тепловой энергии в энергию излучения.

В данной работе рассмотрены устройства, предназначенные для охлаждения и термостабилизации элементов электронной аппаратуры, материалы, из которых изготовлены ветви термопар, и проведён расчёт охлаждающей термобатареи в режиме максимального холодильного коэффициента.

Наиболее эффективная система охлаждения на основе эффекта Пельтье включает в себя термомодуль, ветви которого выполнены из таких материалов, что протекающий ток в спае будет формировать излучение, и каскад солнечных батарей, который будет поглощать это излучение с дальнейшим преобразованием его в электрическую энергию для подпитки термомодуля.

Литература

1. Мааке В. Учебник по холодильной технике / В. Мааке, Г.-Ю. Эккерт, Ж.-Л. Кошпен ; под ред В. Б. Сапожникова. – Москва.: МГУ, 1998. – 1135 с.

УДК 53.043

КВАНТОВЫЙ ЭФФЕКТ ХОЛЛА

Студента Группы 11310116 Предко П. А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Сернов С. П.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучение квантового эффекта Холла, сравнение квантового и классического эффектов Холла.

Классический эффект Холла – явление возникновения электрического поля E в проводнике, через который проходит электрический ток с силой I , находящийся в магнитном поле с индуктивностью B . Электрическое поле E возникает перпендикулярно току с силой I и индуктивности B . В таком проводнике на электроны, которые создают ток с силой I , будет действовать сила Лоренца, под действием которой электроны отклоняются от направления своего движения и создают отрицательный заряд на одной из боковых граней проводника. Соответственно на противоположной грани будет создаваться положительный заряд.

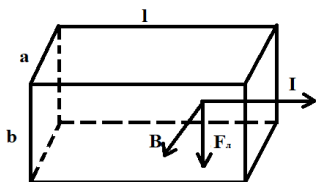


Рис. 1. Схема для наблюдения эффекта Холла

Существуют трехмерные, двумерные и одномерные системы. Если представить проводник двумерной системой, то есть один из размеров будет очень мал по сравнению с остальными двумя, то в таком проводнике можно наблюдать квантовый эффект Холла. Для этого примем сторону b равной чрезвычайно малой величине. В такой двумерной системе протекание тока возможно лишь с учетом рассеяния электронов на дефектах кристаллической решетки, например, на дислокациях или атомах примесей. При малых значениях b электрон находится в локализованном состоянии и его движение можно представить в виде окружностей, на стыке которых находится рассеивающий центр, через который электрон переходит на соседнюю окружность. Квантовый эффект Холла применяется для

точного измерения фундаментальных физических постоянных, таких как постоянна Планка и заряд электрона [1].

Литература

1. Кибис, О.В. Квантовый эффект Холла/О.В. Кибис// СОЖ. – 1999. – №9. – С. 89–93.

УДК 621.762.2

МЕТОДЫ СИНТЕЗА НАНОПОРОШКОВ ДЛЯ НАНОКЕРАМИКИ

Студент гр.11310115 Федькин В. А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.
Белорусский национальный технический университет

Нанокерамика, в которой размер частиц не превышает 100 нм, может показывать уникальные магнитные, электрические и другие свойства, обусловленные именно размерным эффектом. Подготовка порошков для такой керамики сопряжена с технологическими сложностями в силу высокой площади свободной поверхности.

В данной работе приведен аналитический обзор методов синтеза нанопорошков для нанокерамики. В настоящее время методы синтеза нанопорошков весьма разнообразны. В анализируемой литературе так же приводится большое количество классификаций данных методов, но условно все применяемые методы можно разделить на физические и химические.

Физические методы основаны на физических процессах, таких как физическое осаждение из паровой фазы, распыление расплава и механическое измельчение.

К методам, основанным на химических процессах, относят: химическое осаждение из паровой фазы, высокоэнергетический синтез, осаждение из растворов, разложение нестабильных соединений и восстановительные процессы.

Одним из самых перспективных методов получения нанопорошков является метод реверсирования мицеллы. Создание реверсивных мицелл сводится к растворению поверхностно-активных веществ в органических растворителях. Полученные реверсивные мицеллы в свою очередь применяют для получения наночастиц при использовании водного раствора реакционного прекурсора с последующим превращением в нерастворимые частицы. Получить наночастицы внутри мицелл можно различными способами, например, гидролиз реакционных прекурсоров, алкоксидов, и реакциями осаждения солей различных металлов. После удаления растворителя с последующим прокаливанием приводят к образованию нанопорошка.

Преимущество данного метода состоит в простоте контроля наноразмерных частиц, поскольку наночастицы растут в пулах мицелл, которыми в свою очередь достаточно просто управлять.

Литература

1. Христофоров, А. И. Нанокерамика / А. И. Христофоров, Э. П. Сысоев, И. А. Христофорова. – Владимир : ВГУ, 2007. – 116 с.

УДК 621.383

ПРИМЕНЕНИЕ ЕМКОСТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ С РАЗРЕШЕНИЕМ ПО ЧАСТОТЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНТАКТНЫХ СТРУКТУР

Студент гр. 11301118 Кучура Е. А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Черный В. В.

Белорусский национальный технический университет

Глубокие уровни (ГУ) в полупроводниках – это уровни внутри запрещенной зоны, которые могут вести себя как ловушки или рекомбинационные центры. Эти уровни определяют многие свойства полупроводниковых приборов. По этой причине исследование ГУ представляет большой интерес.

Одним из методов исследования ГУ является метод емкостной спектроскопии с разрешением по частоте [1]. Исследуемый диод включен в качестве одного из плеч емкостного моста. Мост подключен одной диагональю к генератору, который создаёт как переменное напряжение, так и постоянное смещение. Сигнал от второй диагонали поступает на вход дифференциального усилителя, а с него на вход синхронного детектора. На обедняющее постоянное смещение накладывается переменное напряжение с малой амплитудой.

При постепенном росте суммарного обратного смещения ГУ, расположенные в той части обедненной области, которая граничит с электрически нейтральной, оказываются ниже квазиуровня Ферми и быстро захватывают электроны, а при уменьшении обратного смещения происходит более медленный процесс термоэлектронной эмиссии электронов с данных ГУ в зону проводимости. При этом емкость структуры изменяется, что фиксируется в виде напряжения на выходе синхронного детектора.

Спектр ГУ определяется из зависимости данного напряжения от частоты используемого переменного напряжения в широком интервале частот (до 4-5 десятичных порядков).

Зависимость частоты, при которой напряжение на выходе синхронного детектора максимально, от температуры позволяет определить энергии активации ловушек из кривых Аррениуса.

В данной работе исследовался спектр ГУ в диодах Шоттки на основе GaAs с контактом из Al. Из анализа полученных данных следует наличие в полупроводнике уровня с энергией активации 0,28 эВ.

Литература

1. Homewood, K.P. Frequency – resolved capacitance spectroscopy – new approach to measuring deep levels in semiconductors. / K.P. Homewood, R.P. Benyon // J. Phys. – 1988. – E21. – P. 1022 – 1024.

УДК 546.28

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ С ЗАТВОРОМ ШОТТКИ

Студент гр. 11312118 Симанкова А. В.

Кандидат физ.-мат. наук Черный В. В.

Белорусский национальный технический университет

Широкое применение быстродействующих транзисторов стимулирует интерес к исследованию свойств этих приборов. В данной работе предпринята попытка оценки таких важных параметров, как профиль концентрации и низкополевой подвижности носителей тока в канале полевого транзистора с затвором в виде барьера Шоттки.

Для получения профиля концентрации проводились измерения емкости обратно смещенного барьера Шоттки. При этом выводы истока и стока соединялись между собой накоротко.

Для определения профиля низкополевой подвижности, проводились измерения по определению зависимости крутизны транзистора и сопротивления между истоком и стоком (равного отношению напряжения сток-исток к току стока) от величины обратного смещения на затворе в линейной области.

Далее, как и в ранее выполненных работах, по полученным профилям концентрации и подвижности проводился расчет поверхностного сопротивления канала при различных значениях обратного смещения. Сопоставление полученных данных с экспериментально определенными значениями сопротивления исток-сток при тех же значениях обратного смещения позволяет уточнить значение длины затвора.

После этого расчеты концентрации и подвижности, а также поверхностного сопротивления повторялись снова уже при уточненных значениях длины затвора и его площади. Такой итерационный процесс для определения окончательного вида профиля повторялся три раза.

Форма профиля концентрации близка к гауссовой, характерной для транзисторов, полученных методом ионной имплантации. Концентрация на

границе канала с обедненным слоем составляла в среднем $1 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ и монотонно падала по мере удаления от нее вглубь канала. Значения подвижности на указанной границе находились в интервале $1400\text{-}2000 \text{ см}^2 \text{ В}^{-1} \text{ с}^{-1}$.

Численные значения обеих величин находятся в пределах интервалов, характерных для подобных приборов. Это позволяет надеяться, что приведенная методика при проведении тестовых измерений на исходных пластинах и при повышении точности емкостных измерений может быть основой для метода определения профиля концентрации и подвижности.

УДК 620.186.82

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ПОДСЛОЯ Zr НА МОРФОЛОГИЮ ИЗНОСОСТОЙКОГО ПОКРЫТИЯ ZrN

Студент гр.11310114 Шаблюк А. В.

Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.

Белорусский национальный технический университет

Покрытия из нитридов переходных металлов широко применяются для режущих инструментов и трибологических поверхностей. Особое место среди них занимают покрытия ZrN из-за хороших механических свойств, высокой твердости и модуля упругости, хорошей адгезии, высокой износостойкости и коррозионной стойкости.

Целью данной работы являлось изучение влияния толщины подслоя Zr на морфологию износостойких покрытий ZrN.

Покрытие ZrN наносилось магнетронным распылением на полированные подложки из стали Р6М5.

Для нанесения подслоя Zr различной толщины (0,25, 0,56 и 0,77 мкм) изменялось время его нанесения: 1,5, 3 и 4,5 мин.

Исследования покрытий проводились на атомно-силовом микроскопе Dimension FastScan (Bruker, США) в режиме PeakForce Tapping QNM с использованием стандартных кремниевых кантилеверов типа MPP-12120-10 (Bruker, США) с радиусом закругления острия 42 нм, с жесткостью консоли 6,2 Н/м.

Покрытие ZrN, полученное на подслое толщиной 0,25 мкм, имело в структуре поверхности округлые зерна диаметром 130 – 190 нм, доминирующие по высоте, и зерна диаметром 45 – 75 нм, образующие фрагменты линий и цепочек. При повышении толщины подслоя до 0,56 мкм в структуре уже выделяются по высоте не отдельные зерна, а целые цепочки и линии с размером зерен 90 ± 40 нм. Средний размер зерен в покрытии, при толщине подложки 0,77 мкм, составил 120 ± 50 нм.

Установлено, что с увеличением толщины подслоя возрастает шероховатость Ra покрытия (поле 2x2 мкм) с 6,29 нм до 7,7 нм.

Таким образом, толщина подслоя влияет на шероховатость и размер зерен верхнего слоя ZrN.

Литература

1. Kuznetsova T. A. Research of wear resistance of the combined vacuum electroarc coatings on the basis of ZrHf / Т.А. Kuznetsova, М.А. Andreev, L.V. Markova // Friction and Wear. – 2005. – Vol. 26, № 5. – P. 521-529.
2. Kuznetsova T. A. Features of damage in friction and adhesion strength of combined multilayer coatings based on Ti and ZrHf on steel P6M5 / Т.А. Kuznetsova // Friction and Wear. – 2006. – Vol. 27, № 1. – P. 69-77.

УДК 541

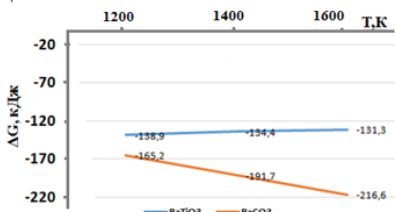
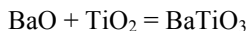
АНАЛИЗ ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЫ «BaO-TiO₂»

Студент гр. 11304114 Шабура М. А.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет

Для систем с фазовыми переходами обычно рассматривают графическую зависимость состояния системы от внешних условий – так называемые диаграммы состояния. В данной работе изучена диаграмма состояния системы BaO – TiO₂, из которой видно, что существуют четыре соединения – BaTiO₃, BaTi₂O₆, BaTi₃O₇ и BaTi₄O₉, и, по-видимому, твердый раствор TiO₂ и BaTiO₃ типа вычитания. Соединения Ba₂TiO₄, BaTiO₃, плавятся конгруэнтно, и BaTi₂O₅, BaTi₃O₇, BaTi₄O₉, плавятся инконгруэнтно. Для синтеза сегнетокерамических материалов представляет интерес химическое соединение BaTiO₃ двухкомпонентной системы «BaO – TiO₂». Проведен расчет термодинамической вероятности образования химического соединения BaTiO₃ в интервале температур 1200-1600 К. В качестве исходных величин для термодинамических расчетов используют теплоты образования, теплоемкости, энтропии и некоторые данные по характеристике равновесия. Расчет проводился для химического соединения BaTiO₃ с использованием разного исходного сырья по двум реакциям.



Согласно термодинамическому расчету и представленному графику в исследованном интервале температур установлена термодинамическая вероятность образования химического соединения BaTiO_3 из BaO и TiO_2 , так из BaCO_3 и TiO_2C повышением температуры вероятность образования уменьшается для I реакции, а для II реакции увеличивается. Более термодинамически выгодно для синтеза BaTiO_3 использовать BaCO_3 и TiO_2 , так как ΔG_T меньше для II реакции.

УДК 621

СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Студент гр. 11304114 Шабура М. А.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является синтез и изучение свойств сегнетоэлектрических керамических материалов. Проведен анализ литературы в области получения сегнетоэлектрических керамических материалов. В работе приведена классификация диэлектрических материалов для приборостроения, изучены основные методы получения, структура и свойства сегнетоэлектрических керамических материалов.

Сегнетоэлектрические керамические материалы, применяемые в электронной технике, должны обладать определенным комплексом физико-химических свойств. Показатели пористости и водопоглощения свидетельствуют о степени спекания полученных образцов, наличии в их структуре включений газовой фазы, которая снижает электрофизические и механические характеристики изделий. К электрофизическим свойствам относится диэлектрическая проницаемость, удельное объемное сопротивление, тангенс угла диэлектрических потерь. Для сегнетоэлектриков характерно очень высокое значение диэлектрической проницаемости ($10^3 - 10^4$), в то время как для диэлектриков свойственно низкая диэлектрическая проницаемость, которая достигает всего несколько единиц. Сегнетоэлектрики склонны к переполяризации, сопровождающейся диэлектрическим гистерезисом [1].

Синтез материалов проводился на основе системы « BaO-TiO_2 ». Определены оптимальные составы материалов. Для синтеза сегнетоэлектрических материалов применялся метод высокотемпературного спекания. Для регулирования технологических процессов производства и свойств керамики в состав массы в процессе смешивания вводились модифицирующие добавки для управления электрофизическими свойствами керамики. По результатам синтеза керамических материалов разработана технологическая и аппаратная схемы технологического процесса.

Систематизированы факторы, влияющие на свойства и структуру керамических материалов.

Литература

1. Панич, А. Е. Физика сегнетоэлектрической керамики. / А. Е. Панич. – Ростов на Дону.: 2002. – 42 с.

УДК 616.91/98

БИОЛОГИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ ИММУНОГЛОБУЛИНОВ

Студент гр.11310116 Ширяева В. Д.

Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.

Белорусский национальный технический университет

Биосенсоры уже являются неотъемлемой частью нашей жизни. Биологический сенсор - это специальное аналитическое устройство, которое применяет биологический материал для выявления определенных молекул. По биологическому компоненту сенсоры можно разделить на:

- сенсоры на основе клеточных тканей и микроорганизмов;
- ДНК-сенсоры, включающие нуклеиновые кислоты в качестве биохимического компонента;
- иммуносенсоры, у которых в качестве рецептора выступают иммуноглобулины;
- ферментные сенсоры, представленные в виде препаратов которые определяют биологическую активность.
- сенсоры на базе надмолекулярных клеточных структур.

Одним из самых распространенных биосенсоров на данный момент является биологический сенсор, предназначенный для измерения уровня глюкозы в крови.

В зависимости от способа измерения существуют следующие виды биологических сенсоров: электрохимические, пьезоэлектрические, и оптические.

Отличительной особенностью является то, что вследствие быстрой потери активности и высокой стоимости ферментов, вместо них часто применяют различные биологические ткани, бактерии либо микроорганизмы. Сенсоры обладают рядом преимуществ и недостатков. Так, например, главные достоинства заключаются в высокой точности, скорости обработки, миниатюрности, безопасности применения, но при этом они обладают не высокой прочностью и низкой стабильностью.

Широкое применения биосенсоры нашли в пищевой промышленности и медицине. Одно из новых направлений применения сенсоров является использование их в кабине космического корабля, с целью нахождения микробов и токсинах на приборах и одежде.

Литература

1. Эггинс Б. Химические и биологические сенсоры – Москва: Техносфера, 2005. – 336 с.

УДК 541.18

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕЛИЧИН АДСОРБЦИИ

Студент гр. 11310116 Ширяева В. Д.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является исследование экспериментальных методов измерения величин адсорбции. В работе проведен литературный обзор в области адсорбции.

Адсорбция – это процесс изменения концентрации у поверхности раздела двух фаз или повышение концентрации одного вещества (газ, жидкость) у поверхности другого вещества (жидкость, твердое тело) [1].

Адсорбцию делят на физическую и химическую. При физической адсорбции поглощаемый газ химически не взаимодействует с абсорбентом, а при химической – образует химическое соединение (хемосорбция).

Выделяют следующие экспериментальные методы измерения величин адсорбции:

1. Статический метод:

– Весовой метод (гравиметрический). Измерение адсорбции проводится непосредственно на адсорбенте.

– Объемный метод (волюметрический). Измерение производится над адсорбентом и вычисляется по известной температуре прибора и его объему.

2. Динамический метод:

– Проявительный метод.

Особое внимание в работе уделялось изучению статических методов измерения адсорбции. Преимущество этих методов: возможности измерения малых величин, в прямом измерении величин адсорбции и независимости полученных значений величины от прошлых измерений. Адсорбенты должны иметь высокую поглонительную способность, термическую устойчивость, возможность легкой регенерации и длительную службу.

Адсорбционные процессы широко применяются для очистки воздуха, нефтепродуктов, очищения сточных вод, обесцвечивания растворов сахара углем и др.

Литература

1. Адсорбция // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: В 86 томах (82 т. и 4 доп.). – СПб., 1890–1907.

ПОЛУЧЕНИЕ КЕРАМИКИ ПО ТЕХНОЛОГИИ LTCC ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Студент гр. 11310116 Ширяева В. Д.
Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В
Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучение получения керамики по технологии LTCC. В работе проведен литературный обзор в области структур керамических материалов. Изучены технологии изготовления керамики, ее классификация, свойства и способы получения.

Техническая керамика представляет собой материалы с разными химическими и фазовыми составами, искусственно соединенные вместе.

При изготовлении такой керамики применяют различные технологии, одной из них является технология LTCC. Ее возникновение связано с необходимостью создания нового материала, который способствовал бы легкому изготовлению многослойных печатных плат и имел характеристики схожие с керамическими [1].

Особенности и преимущества технологии LTCC:

- хорошие электрические характеристики и их стабильность,
- герметичность,
- возможность высокотемпературной пайки,
- сохранение линейных размеров.

Первоначально для изготовления плат использовался оксид алюминия Al_2O_3 и температура обжига составляла более 1500 °С. В дальнейшем материал начали смешивать со специальными стеклами (например, боросиликатными). Температура обжига уменьшилась до 850 °С, что привело к упрощению производственного процесса. На данный момент оптимальная температура для изготовления не превышает 1000 °С.

Широкое применение технология LTCC нашла в изготовлении ВЧ и СВЧ микросхем низкой и средней степени интеграции, приборостроении, медицине, космической и военной отраслях.

По результатам изучения технологии была разработана технологическая и аппаратурная схемы процесса. Изучены основные технологические факторы, влияющие на процесс формирования фазового состава керамики.

Литература

1. Кондратюк Р. Низкотемпературная совместно обжигаемая керамика (LTCC). Преимущества. Технология. Материалы // Информационный бюллетень «Степень интеграции». – 2011. – №5 – 26 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ ВОЛЬФРАМАТА КАДМИЯ

Студент гр. 11304116 Юрчик Р. В.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучение технологического процесса получения монокристаллов вольфрамата кадмия. В работе проведен аналитический обзор отечественных и зарубежных литературных источников в области синтеза монокристаллических материалов. Подробно изучены методы получения монокристаллов, приведена классификация. Проанализированы виды дефектов монокристаллов и факторы, позволяющие управлять физико-химическими свойствами.

Особое внимание в работе уделено изучению технологического процесса изготовления вольфрамата кадмия $CdWO_4$. В основе синтеза лежит твердофазовая реакция между порошковыми компонентами. Исходным сырьем является оксид кадмия и оксид вольфрама. Предварительно рассчитывается шихта для получения смеси компонентов. Также необходимо учесть, что кадмий является летучим компонентом, и состав продукта синтеза не будет соответствовать исходному, что требует корректировки состава. Полученная смесь оксидов является исходной для вытягивания монокристаллов методом Чохральского [1].

При выращивании монокристаллов большое внимание уделяется затравочным кристаллам, качество которых определяет электрофизические свойства продукта. Дополнительно изучены особенности подготовки затравки с определенными кристаллографическими направлениями.

Кристаллы $CdWO_4$ могут быть использованы в качестве основы для изготовления сцинтилляционных детекторов поглощения гамма-квантов.

По результатам изучения технологического процесса разработана технологическая схема процесса и определены основные характеристики кристаллов, которые контролируются.

Литература

1. Сольский, И.М. Выращивание крупногабаритных монокристаллов вольфрамата кадмия с высокой оптической однородностью/ И.М. Сольский. – Львов: НПП «Карат», 2005. – 6 с.

ДЕФЕКТЫ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СТРУКТУР КРЕМНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С УСЛОВИЕМ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССА ГАЗОФАЗНОЙ ЭПИТАКСИИ

Студенты гр.11312115 Фольинсков Д. И., Тихоновец Е. С.

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

Белорусский национальный технический университет

В качестве исходного материала при производстве интегральных микросхем (ИС) применяются эпитаксиальные слои полупроводниковых материалов, обладающие заданными электрофизическими свойствами.

В данной работе проведен анализ структурных дефектов, сопутствующих процессу газофазной эпитаксии кремния, а также предложен один из методов уменьшения плотности дислокаций, возникающих в процессе эпитаксиального наращивания.

Дефекты упаковки и дислокаций в объеме эпитаксиальной пленки зарождаются, главным образом, на микродефектах и загрязняющих частицах, существующих на подложке.

В реакторах с ВЧ – нагревом в подложке существует температурный градиент в направлении перпендикулярном поверхности пластины dT/dx . За счет этого градиента температуры во время эпитаксии происходит пластическая деформация подложки. Тепловой поток от подложкодержателя через подложку равен потоку излучения с поверхности подложки.

$$ERT^4 = k \frac{dT}{dx},$$

где k – коэффициент теплопроводности кремния, E – излучающая способность кремния, R – коэффициент излучения, T – температура поверхности подложки. Перепад температуры между лицевой и обратной поверхностями подложки приводят к изгибу, т.е. подъему краев подложки над подложкодержателем. Это вызывает ухудшение теплового контакта и как следствие падение температуры краев подложки. Последнее, в свою очередь, ведет к дальнейшему увеличению прогиба пластины. Радиальный температурный градиент приводит к напряжениям достаточным для формирования дислокаций в подложке.

В работе для уменьшения концентрации дислокации, связанной с температурными градиентами в подложке, предложено изменить конструкцию подложкодержателя, а именно, ухудшить тепловой контакт в центре подложки и уменьшить радиальный температурный градиент за счет формирования ямки в подложкодержателе в области расположения центральной части подложки.

ЭМИССИОННАЯ ФОТОМЕТРИЯ ПЛАМЕНИ: РАЗДЕЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТРИЯ И КАЛИЯ В СМЕСИ

Студент гр. 11310115 Трухан Р. Э.

Ассистент Люцко К. С.

Белорусский национальный технический университет

В основе метода «эмиссионной фотометрия пламени» лежит измерение интенсивности света, получаемой при попадании вещества в пламя горелки, излучаемой возбужденными частицами. Нередки случаи, когда есть смесь компонентов, элементный состав при этом известен, но нет данных об их массовой доле. В таких случаях прибегают к физическому или химическому анализу.

Приведенный выше метод снижал свою нишу в анализе смесей содержащих щелочные и щелочноземельные металлы. Это объясняется тем, что пламя обладает малой энергией возбуждения в качестве источника возбуждения. Это сужает его область применения до элементов 1-й и 2-й групп.

Суть используемого метода заключается в следующем. Аэрозоль, приготовленный из анализируемого раствора, распыляется в пламя горелки, что приводит к возникновению оптического излучения, исходящего от частиц определяемого элемента. Отделение целевого излучения от постороннего производится с помощью светофильтров. Далее, попадание излучения на фотоприёмник приводит к появлению фототока. Это и является выходной величиной, применяемой в расчётах.

Для определения концентрации Na и K был выбран метод ограничивающих растворов. Процесс определения концентрации выше упомянутых веществ образом сводят к следующему. В одинаковых условиях готовят серию стандартных растворов и пробы. Из них после фотометрии подбирают два стандартных (ограничивающих) раствора так, чтобы значения концентрации C_x и величины фототока I_x исследуемой пробы удовлетворяли условиям:

$$C_1 < C_x < C_2 \text{ и } I_1 < I_x < I_2$$

Расчёт искомой концентрации проводится по формуле

$$C_x = C_1 + \frac{(C_2 - C_1) \cdot (I_x - I_1)}{(I_2 - I_1)}$$

Литература

1. Физико-химические методы анализа. Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» для студентов химикотехнологических специальностей / Е. В. Радион [и др.]. – Минск: БГТУ, 2010. – 110 с.

ОМИЧЕСКИЕ КОНТАКТЫ К ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМ СТРУКТУРАМ

Студент гр.11304115 Лазакович Е. П.

Доктор техн. наук, профессор Сычик В. А.

Белорусский национальный технический университет

Омическими называют контакты, сопротивление которых не зависит от величины и направления тока. Другими словами, это контакты, обладающие практически линейной вольт-амперной характеристикой. Омические контакты обеспечивают соединение полупроводника с металлическими токопроводящими элементами полупроводниковых приборов. Кроме линейности вольт-амперной характеристики, такие контакты должны иметь малое сопротивление и обеспечивать отсутствие инжекции носителей из металлов в полупроводник.

Контакты между полупроводником и металлом широко используются для формирования внешних выводов от полупроводниковых приборов (невыпрямляющие контакты) и создание быстродействующих диодов в транзисторах (выпрямляющие контакты). Тип контакта полупроводник-металл (п/п-Ме) определяется работой выхода электронов из металла в полупроводник, типом проводимости полупроводника и концентрацией примесей в нем. Сопутствующими факторами являются знак и плотность поверхностного заряда на границе раздела.

С середины 90-х годов XX века начинаются исследования зависимости сопротивления омических контактов от температуры, концентрации носителей заряда, ширины запрещенной зоны полупроводника и так далее с целью установить механизм протекания тока через омический контакт. Теоретически рассматривались как традиционные для барьеров Шоттки механизмы протекания тока (термоэлектронная эмиссия, термополевая эмиссия, полевая эмиссия), так и другие механизмы (рекомбинация, металлические шунты). Механизм протекания тока определяется из сравнения экспериментальных результатов с этими теориями.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРИДОВ В ЭЛЕКТРОЛИТЕ НИКЕЛИРОВАНИЯ МЕТОДОМ НЕФЕЛОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Студент гр.11310115 Федькин В. А.

Ассистент Люцко К. С.

Белорусский национальный технический университет

Для определения массы хлорид-ионов в электролите никелирования используют метод прямой нефелометрии. Суть метода заключается в регистрации интенсивности рассеянного света в направлении, перпендикулярном к направлению начального пучка света. Из-за окраса электролита никелирования данный метод обладает преимуществом перед турбидиметрическим методом, поскольку происходит поглощение света компонентами вызывающими окрас раствора.

Сущность определения хлоридов в электролите никелирования методом нефелометрии заключается в построении градуировочного графика, который строят в координатах: сила фототока – количество титра. Для построения такого графика готовят стандартные растворы с известным количеством хлорид-ионов. Построение начинают с анализа раствора имеющего наибольшую концентрацию хлорид-иона.

После построения градуировочного графика проводят нефелометрический анализ исследуемого раствора и по полученной величине силы фототока, с использованием градуировочного графика находят титр хлорид-иона. При расчете массы хлорид-ионов учитывают предварительные разбавления раствора.

Литература

1. Физико-химические методы анализа. Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» для студентов химико-технологических специальностей / Е. В. Радион [и др.]. – Минск: БГТУ, 2010. – 110 с.
2. Рязгунов А.И. Нефелометрия и турбидиметрия в количественном анализе / А. И. Рязгунов. – Томск: ТГУ, 1996 – 4 с.

СЕКЦИЯ 4. ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 681.7.023.72

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ВЫСОКОТОЧНЫХ ПРИЗМ

Студент гр. 11311115 Альхимович М. А.

Кандидат техн. наук, доцент Шамкалович В. И.

Белорусский национальный технический университет

Для обеспечения точности углов призмы на стадии ее шлифования использовался оптический метод, реализуемый с помощью вертикального (перекидного) гониометра. Данный прибор состоит из столика, регулируемого тремя винтами, и автоколлимационной трубы. Последняя включает в себя объектив и окуляр Аббе, имеющий сетку с призмой и окулярную линзу. Одна из граней призмы при этом покрыта непрозрачным слоем (алюминием, хромом), в котором прорезано прозрачное перекрестие определенной толщины. Сетка, имеющая горизонтальную и вертикальную шкалу, установлена плоскостью гравировки в фокусе объектива и окуляра. На столике закрепляют пластину с эталонной поверхностью.

Перед началом измерений визирную ось зрительной трубы устанавливают перпендикулярно поверхности пластины. Для этого столик вращают вокруг оси и наблюдают в окуляр за автоколлимационным (отраженным от поверхности) изображением перекрестия призмы в плоскости сетки. Если блик смещается в поле зрения, то биение устраняют методом половинных поправок: одну часть компенсируют наклоном столика с помощью винтов, а вторую – наклоном трубы вокруг оси. Затем на поверхность пластины устанавливают призму с эталонным углом и наклоном трубы вокруг оси настраивают прибор на требуемый угол (совмещая автоколлимационное изображение перекрестия с центром шкалы сетки). Зафиксировав трубу, вместо эталона на столик устанавливают контролируемую призму. Для получения автоколлимационного блика от грани шлифованной призмы на эту грань фиксируют (на влагу) плоскопараллельную полировальную стеклянную пластинку. Удвоенную погрешность контролируемого угла оценивают по отклонению автоколлимационного перекрестия от центра шкалы сетки. Цена деления шкалы сетки может быть $1'$ и менее (точность измерения угла угольником находится в пределах $1'$, а механическим угломером $-2,5'$).

Окончательный контроль призм включает проверку заданных по чертежу углов, пирамидальности и разрешающей способности.

Значения углов призм измеряют на вертикальном и горизонтальном (типа Г5) гониометрах. Измерения на вертикальном гониометре производятся по эталонной призме.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБЪЕКТИВОВ

Студенты гр.11311215 Альхимович М. А., Подошевский М. С.

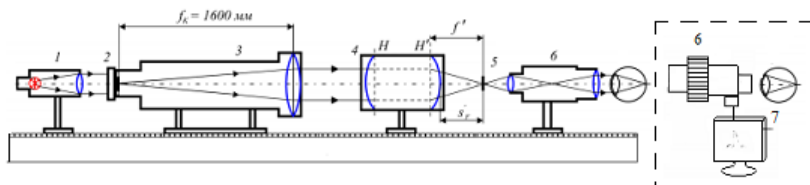
Кандидат техн. наук, доцент Кузнечик В. О.

Белорусский национальный технический университет

Большинство оптических систем, используемых в оптико-электронных приборах, можно отнести к объективам, от качества изготовления и сборки которых зависит работа прибора в целом.

Визуальные методы контроля объективов, несмотря на их трудоемкость и субъективность, не утратили своей актуальности и сегодня, благодаря простоте, точности, наглядности и экономичности.

Оценку качества изображения, создаваемого объективом, можно осуществлять в проходящем свете на оптической скамье (рис.1) используя типовые тест-объекты (точечная диафрагма, штриховая мира).

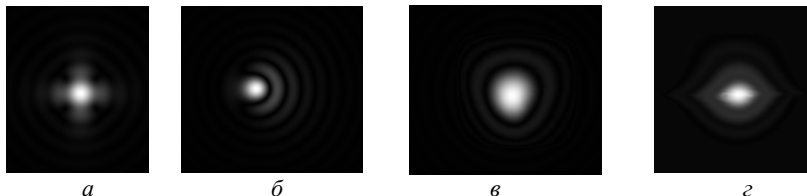


1 – источник излучения (лампа накаливания или лазер), 2 – тест-объект,
3 – коллиматор, 4 – контролируемый объектив, 5 – фокальная плоскость
контролируемого объектива, 6 – микроскоп или цифровая камера,
7 – экран монитора

Рис.1. Схема проведения контроля

По изображению миры можно выявить наличие остаточных аберраций, оценить разрешающую способность, децентрировку.

По дифракционному изображению точки, кроме всего вышеперечисленного, можно определить наличие в оптической системе неоднородностей и натяжений в стекле, вызванных деформациями линз от пережата их в оправе и другие дефекты (рис.2).



а – астигматизм, б – кома, в – пережатие линзы в оправе, г – свиль в стекле

Рис. 2. Дифракционное изображение точки

ВЫБОР МАТЕРИАЛА ГЛАВНОГО ЗЕРКАЛА ОБЪЕКТИВА АППАРАТУРЫ ДЗЗ

Студент гр.11311115 Гаврилов Д. В.¹.

Кандидат техн. наук, доцент Кузнечик В. О.¹, инженер-конструктор
Березкин Д. С.², ст. преподаватель Шпак А. В.¹

¹Белорусский национальный технический университет

²ОАО «Пеленг»

Одним из важнейших факторов всех типов зеркал является их масса. Для снижения массы зеркала используют облегченные зеркала, которые должны в процессе эксплуатации сохранять требуемую жесткость конструкции, заданную форму рабочей поверхности и обеспечивать требуемое качество изображения при всех положениях прибора.

При выборе материала необходимо учитывать его механические (например, плотность, модуль упругости, удельная жесткость), термические и термооптические (теплопроводность, температурный коэффициент линейного расширения, коэффициент термостойкости), оптические (спектральный диапазон, однородность материала, бессвильность, пузырность), технологические (технологичность, полируемость, токсичность, обеспечение заданной точности по среднеквадратичному отклонению) и специальные (стабильность физико-механических свойств и размеров во времени) свойства.

Для производства зеркал используют стеклокерамические материалы СО-115М (Россия), Zerodur (фирма «Schott», Германия), бериллий, различные металлические сплавы, модификации карбида кремния.

Для наглядного представления и анализа деформаций рабочей поверхности главного зеркала выполненного из различных материалов, в данной работе был сделан расчёт в программной среде «Ansys». Условия расчёта: зеркало, диаметром Ø1040 мм; закреплено в вертикальном юстировочном положении на трёх опорных точках, имеющих силовую развязку, под собственным весом; процент облегчения зеркала по массе 69%; материалы – СО-115М, Zerodur, карбида кремния.

На основании полученных данных и исходя из оптических и технологических свойств материала для изготовления зеркала был выбран «Zerodur».

Дополнительно в программе «Ansys» был проведен расчет деформаций зеркала из материала Zerodur в процессе его доводки малоразмерным инструментом на станках с ЧПУ для устранения локальных неровностей поверхности.

ОСОБЕННОСТИ ПРИБОРОВ БЕССТРАСОВОЙ ПРОВЕРКИ ЛАЗЕРНЫХ ДАЛЬНОМЕРОВ

Магистрант Астраух А. Н., студент гр.11311115 Макарчик Б. В.

Кандидат техн. наук, доцент Кузнечик В. О.

Белорусский национальный технический университет

Контроль основных параметров лазерных дальномеров в процессе производства является одной из первостепенных задач. Возможность быстрой проверки правильности настройки и юстировки играет важную роль в их изготовлении.

Бесстрасовые приборы для контроля параметров лазерных дальномеров используются на многих предприятиях изготавливающих оптико-электронные приборы для контроля таких параметров, как точность определения дальности, чувствительность и помехоустойчивость. Основным их преимуществом является возможность проведения испытаний прибора без выезда на специально оборудованные трассы, благодаря возможности создания временной задержки, соответствующей длине измеряемой трассы, и имитации принимаемого (отраженного) оптического сигнала в определенном динамическом диапазоне мощности. Кроме того они измеряют энергию, энергетическую расходимость и длительность, излучаемого изделием лазерного импульса.

Большинство данных приборов состоят из оптико-механического блока, блока питания, блока согласования и персонального компьютера. Оптическая ось оптико-механического блока прибора совмещается с оптической осью лазерного дальномера и посредством персонального компьютера проводится управление процессом контроля, при котором можно настроить параметры исследуемого прибора.

Необходимая дальность работы лазерного дальномера задается с точностью до 1 метра. Точность измерения дальности определяется посредством сравнения времени прохождения импульса от дальномера до объекта и обратно на приёмник дальномера, с учетом времени прохождения светового импульса. Чувствительность определяется по величине калиброванного сигнала, который регистрируется на пределе чувствительности приёмника лазерного дальномера. Устойчивость к посторонним сигналам определяется по выделению основного импульса из трёх последовательно подаваемых на приёмник импульсов, два из которых являются помехой. Задержка светового импульса при формировании стартового импульса, а также все другие задержки точно определяются и компенсируются путем коррекции времени задержки в компьютере.

ДЖОЙСТИК-МАНИПУЛЯТОР НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННОГО ДАТЧИКА ДЕФОРМАЦИИ

Студенты гр. 11311214 Вяжевич Г. И., Кузьмин А. В.

Кандидат техн. наук, доцент Фёдорцев Р. В.

Белорусский национальный технический университет

Джойстик-манипулятор предназначен для передачи команд движениями кисти и пальцев рук в виртуальном пространстве. Компания TriplePoint разрабатывает игровые перчатки Peregriine. Принцип работы таких устройств основан на том что, оптическое излучение от источника 1, проходя через цилиндрическую линзу 2, заводится в оптическое волокно 3 и на выходе регистрируется фоторезистором 4. Ориентация руки в выбранной системе отсчёта определяется с помощью гироскопа 5 и сопутствующих датчиков (на рисунке 1 не показаны). Величина отклонения в градусах, от начального положения отдельного пальца, кисти определяется исходя из изменения уровня освещенности на фоторезисторе, относительно освещенности при заданном нулевом положении пальца, кисти.

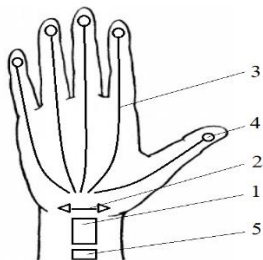


Рис. 1. Схема джойстика-манипулятора типа перчатки

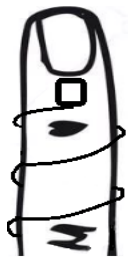


Рис. 2. Расположение волоконного датчика на пальце

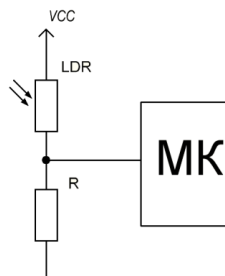


Рис. 3. Схема включения фоторезистора

Так как в основе принципа работы лежит регистрация потерь света при прохождении его через сердечник оптоволоконного кабеля, а потери в свою очередь в большей мере определяются изгибом, то необходимо обеспечить достаточную чувствительность волокна к изменениям его геометрии. Известно, что наибольших потерь волокно достигает при его изгибе на так называемый критический угол, который превышает угол изгиба фаланг пальца. А небольшие изменения прямолинейности волокна практически не вносят потерь в проходящий сигнал.

Для повышения чувствительности волокна к потерям на изгиб была увеличена длина волокна путём обкручивания его вокруг главной оси

регистрации изгиба, то есть пальца (рис. 2). Такое техническое решение позволяет регистрировать наличие изгиба сразу в нескольких точках, что увеличивает потери, а значит и чувствительность датчика. Для регистрации изменения светового потока используется фоторезистор LDR, который подключается по схеме делителя напряжения (рис. 3) к аналого-цифровому преобразователю (далее АЦП) микроконтроллера МК.

Таким образом, при увеличении потерь в сердечнике оптоволоконна, сопротивление резистора LDR будет увеличиваться, что в свою очередь будет увеличивать коэффициент делителя напряжения и полученный электрический сигнал будет уменьшаться. Результатом обработки АЦП становится численное значение потерь в сердечнике.

УДК 621.3.032.35

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Студент гр. 11311213 Артимович Ю. А.

Кандидат техн. наук, доцент Фёдорцев Р. В.

Белорусский национальный технический университет

Основным градиентом при формировании люминесцентного покрытия является светоизлучающий люминофор. Неорганические люминофоры находят широкое применение в различных областях науки и техники: системах безопасности (автономное аварийное освещение и сигнализация; информационные знаки и таблички путей эвакуации в зданиях и сооружениях; разметка автомобильных дорог), медицинском оборудовании (при изготовлении рентгеновских экранов) военной технике (циферблаты приборов, шкалы), наружная реклама, архитектурный и ландшафтный дизайн, автотюнинг, body art и многое другое. На сегодняшний день наибольшее распространение получили следующие виды люминофоров (таблица).

№ п/п	Наименование люминофора (производитель)	Размер частиц порошка	Время свечения
1.	Пента Л-1 (ООО "Пента-91")	<10 мкм	8 ч
2.	ФКП-03К (завод «Красный химик»)	20 мкм	1...25 ч
3.	ЛДП-2мА (ООО НПК "Люминофор")	40...65 мкм	8 ч
4.	ТАТ-33 (Noxton-Talius™)	30; 60; 80 мкм	8...12 ч
5.	Люминофор+	80...100 мкм	12 ч

Покрытия могут формироваться в виде алкидной однокомпонентной водорастворимой краски или на основе двухкомпонентной акриловой смолы, функциональных добавок и смеси стерических составленных солей. Как известно из различных информационных источников и проведенных

экспериментальных исследований наилучшую светимость обеспечивают покрытия, в состав которых входит люминофор с крупной зернистостью частиц порошка, например, алюмината стронция (SrAl_2O_4). В тоже время, крупные частицы в составе композиции с лаком и связующими компонентами смотрятся отдельно (обособленно), чем нарушают общую картину восприятия изображения. Для повышения коэффициента отражения предварительный этап подготовки поверхности предусматривает нанесение грунта белого цвета.

Интенсивность свечения люминофора зависит также от времени зарядки покрытия. Для зарядки покрытия применяются следующие виды источников света: УФ лампа (10...20 с); дневной свет (2...5 мин); лампы внутреннего освещения (10...15 мин). Так, например, по измерительным приборам для ФКП-03К яркость составляет 80 мкд/м², а для ЛДП-2мА яркость составляет 460 мкд/м². Покрытия отличаются высокой атмосферной стойкостью и термостабильностью – выдерживают температуру 500°C в кислородной среде и 1400°C в инертной среде.

УДК 621.7.09

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОГО ПОЛИРОВАНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ ОШИБКИ ФОРМЫ ПОВЕРХНОСТИ ОПТИЧЕСКИХ ЛИНЗ

Биткаша В. С.¹, Юрасова К. В.¹, Хомич Н. С.²

¹Унитарное предприятие «Полимаг»

²Белорусский национальный технический университет

Введение. Возрастающая потребность в прецизионных приборах, в состав которых входят лазеры, в медицине, в обрабатывающей промышленности, в системах связи приводит к необходимости создания элементов приборов с высокими значениями параметров оптических свойств и лучевой прочности. С целью повышения надежности эксплуатации такой техники при постоянных технико-эксплуатационных характеристиках прецизионных приборов в области оптики, лазерной техники и электроники в передающих излучение системах используются оптические детали с высокой лучевой прочностью.

Оптические свойства и лучевая прочность деталей определяется качеством их поверхности. Важнейшие факторы качества: наличие всевозможных загрязнений на поверхности (пыль, жир, остатки полирующего абразива, продукты разложения чистящих средств), отклонения формы, а также особенности нанорельефа поверхности и наличие дефектов в приповерхностном слое.

Методика исследования. Оптические плоские линзы (Китай) в количестве двух штук были обработаны методом магнитно-абразивного полирования с применением абразивной суспензии оксида церия.

Оценка точности формы (общая ошибка N , местная ошибка ΔN , среднеквадратичное отклонение $N_{ск}$) проводилась на лазерном интерферометре (Рис. 1.) Zygo VeriFire AT™ (Германия).

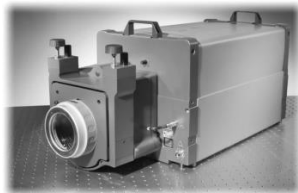


Рис. 1. Лазерный интерферометр Zygo VeriFire

В данном контрольно-измерительном приборе сравнение каждого образца с плоской эталонной поверхностью осуществляется гелий-неоновым лазером с рабочей длиной волны 632,8 нм.

На рисунке 2 представлены профили поверхностей деталей № 1 - 2 до и после магнитно-абразивного полирования. Обработка каждой детали длилась 8 минут. В таблице 1 представлены измеренные параметры формы поверхностей.

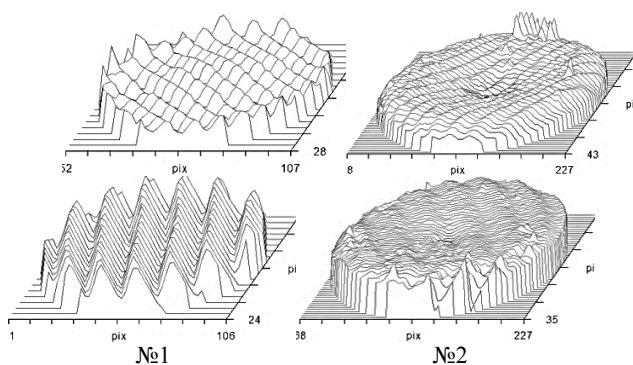


Рис. 2. Результаты измерений формы поверхности образцов до/после МАП

Табл. 1. Характеристики поверхности образца до МАП

№ детали	Параметры ошибки формы					
	До МАП			После МАП		
	ΔN , нм	N , нм	$N_{ск}$, нм	ΔN , нм	N , нм	$N_{ск}$, нм
1	134,5	8,5	18	107,5	6,3	11,6
2	123	22,7	28,5	120	35	8,8

Заключение. В результате магнитно-абразивного полирования за 8 минут достигнуто улучшение формы рельефа поверхности плоских оптических линз с потенциалом дальнейшего снижения ошибки формы.

Литература

1. Хомич, Н. С. Магнитно-абразивная обработка изделий: монография / Минск : БНТУ, 2006. - 217 с.: ил.

УДК 535.015, 535.422

ИМИТАТОР ЦЕЛЕЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЛАЗЕРНЫХ ДАЛЬНОМЕРОВ

Магистрант Астрада А. Н., студент гр.11311115 Гавриловец А. И.

Кандидат техн. наук, доцент Кузнецик В. О.

Белорусский национальный технический университет

Лазерные дальномерные методы основаны на определении длительности времени, в течение которого импульсный сигнал проходит двойное расстояние от дальномера до отражателя через оптическую среду (атмосфера, вода, космос). Расстояние до объекта в этом случае рассчитывается по формуле $L = c \cdot \Delta t / 2n$, где c – скорость света в вакууме; Δt – интервал времени между моментами излучения и приема зондирующего импульса; n – показатель преломления среды, через которую проходит излучение, для используемой длины волны.

Проверка дальномера лазерного типа проводится в полевых и лабораторных условиях с целью уточнения характеристик прибора и выяснения соответствия его реальных рабочих показаний показаниям, заявленным в паспорте.

Контроль дальности действия лазерных дальномеров в лабораторных условиях осуществляется с помощью специального прибора в состав, которого входит имитатор (устройство задержки оптического сигнала) в виде волоконно-оптической линии, имитирующей заданный диапазон дальностей до одной, двух или более целей.

Ослабление сигнала лазерного дальномера, в канале формирования дистанций прибора, осуществляется оптическим волокном. Для подбора параметров и характеристик волокна рассчитывается эффективный групповой показатель преломления для заданной длины волны, а затем необходимая длина волокна для имитации требуемых дистанций. Далее проводится расчет затухания сигнала в волокне с учетом потерь на макроизгибах при намотке его на катушку (чем больше витков и чем меньше радиус изгиба волокна, тем больше потери). После чего

производится уточнение выбранного радиуса сердцевины катушки с учетом возникающих при навивке волокна механических напряжений, влияющих на его срок службы. Расчет затухания сигнала в блоке задержки проводился в программной среде MathCAD.

УДК 535.2:616-71

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСSEЯНИЯ ТКАНЯМИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Студент гр. ПБз-81мп (магистрант) Братанюк О. В.

Кандидат техн. наук, доцент Безуглая Н. В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

На характер пространственного рассеяния оптического излучения биологическими тканями влияет геометрия образца (толщина, периметр, положение волокон) [1], метод и условия исследования, а также спектральный состав падающего света [2]. Целью данной работы является модельное исследование спектральных особенностей пространственного рассеяния на образцах тканей головного мозга человека методом пространственных сечений [3, 4].

Анализ производился на основе результатов моделирования распространения лучей в образцах тканей в отраженном и пропущенном свете спектрального диапазона от 360 до 780 нм. Исходные данные для моделирования: оптические свойства биологической ткани [2], показатель преломления 1.36, толщина образца 150 мкм. Моделирование осуществлялось методом Монте-Карло [4] при запуске 20 млн фотонов, которые имитировали лазерный пучок с параметрами, приближенными к условиям последующего реального эксперимента. На основе полученных изображений методом сечений [4] построено пространственные индикатрисы рассеянного света для заданного спектрального диапазона. Они свидетельствуют о том, что в диапазоне длин волн 360-440 нм характер рассеяния практически не изменяется, 440-780 нм индикатриса рассеяния в пропущенном свете плавно возрастает, причем по достижению длины 540 нм и выше начинает выделяться пик коллимированного потока.

Полученные результаты моделирования могут быть использованы при экспериментальном исследовании пространственного рассеяния света.

Литература

1. N. V. Bezuglaya, M. A. Bezuglyi, G. S. Tymchik, «Features of anisotropy of light scattering on fibrous biological tissues», Bulletin of NTUU «KPI». Series instrument making, 50 (1), 169-175 (2015).

2. A N Yaroslavsky, P C Schulze, I V Yaroslavsky, R Schober, F Ulrich and H-J Schwarzmaier «Optical properties of selected native and coagulated human brain tissues in vitro in the visible and near infrared spectral range» Phys. Med. Biol. 47 (2002) Pp. 2059–2073.

3. Безугла Н.В. Просторова потокова біометрія середовищ еліпсоїдальними рефлекторами / Н.В. Безугла, М.О. Безуглий, Ю.В. Чмир // Електроніка і зв'язок. – 2014. – том 19. – №6 (83). – С. 87 – 93.

4. Bezuglyi, M., N. Bezuglaya, and A. Viruchenko. "On the possibility of ellipsoidal photometry and Monte Carlo simulation to spatial analysis of biological media." Electronics and Nanotechnology (ELNANO), 2017 IEEE 37th International Conference on. IEEE, 2017.

УДК 535.012, 538.958

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗЛУЧАТЕЛЬНЫХ ПЕРЕХОДОВ ИОНОВ ТУЛИЯ В МОНОКЛИННЫХ НАНОКРИСТАЛЛАХ ОРТОНИОБАТОВ МЕТОДОМ ДЖАДДА-ОФЕЛЬТА

Аспирант Вилейшикова Е. В.

Доктор физ.-мат. наук, профессор Юмашев К. В.

Белорусский национальный технический университет

В настоящей работе представлены результаты исследования вероятностных характеристик электронных переходов ионов тулия в литий-алюминиевой наноструктурированной стеклокерамике, содержащей наноразмерные кристаллы ортониобатов $Tm:YNbO_4$. Ранее были детально исследованы структурные и спектроскопические свойства данных материалов, где было установлено, что нанокристаллическая фаза $YNbO_4$ испытывает обратимый фазовый переход под действием температур $T = 900 - 1000$ °С, при котором в результате релаксации микронапряжений в тетрагональной кристаллической решетке $YNbO_4$ она искажается до моноклинной. При кристаллизации моноклинной фазы ортониобатов спектроскопические свойства материалов существенно изменяются. С целью определения вероятностей переходов ионов Tm^{3+} в моноклинной фазе и в стекле, спектры оптического поглощения исходного стекла и стеклокерамики, термообработанной при различных температурах были обработаны по методу Джадда-Офельта. На основе наилучших значений подгоночных параметров $\Omega_{2,4,6}$ были рассчитаны радиационные времена жизни возбужденных состояний иона Tm^{3+} . Время жизни первого состояния в исходном стекле составило 3.022 мс, в стеклокерамике с выделившейся кристаллической фазой радиационное время жизни уменьшилось до 2.498 мс. Это соответствует квантовому выходу люминесценции в этом канале ~20% в обоих случаях. Времена жизни всех состояний испытывают

закономерное уменьшение при кристаллизации моноклинной фазы в стеклокерамике. Так, время жизни состояния ${}^3\text{H}_5$ в стекле $\tau_{\text{rad}}=2.553$ мс, а в стеклокерамике составляет 1.892 мс. В стекле время жизни состояния ${}^3\text{H}_4$ составляет 0.503 мс, а в стеклокерамике 0.383 мс. В стеклокерамике, таким образом обнаруживается «затягивание» затухания люминесценции, поскольку экспериментальное время жизни этого состояния близко к 2 мс. Для термически связанных состояний ${}^3\text{F}_2$ и ${}^3\text{F}_3$ время жизни $\tau_{\text{rad}}=0.319$ мс в исходном стекле и $\tau_{\text{rad}}=0.219$ мс в стеклокерамике с моноклинной фазой ортоиниобатов. Время жизни высокоэнергетического состояния ${}^1\text{G}_4$ сокращаются с 0.25 мс (для исходного стекла) до 0.19 мс (для стеклокерамики).

УДК 535.8

ГОЛОГРАФИЧЕСКИЙ ПРИЦЕЛ НА ОСНОВЕ ПОЛНОГО ВНУТРЕННЕГО ОТРАЖЕНИЯ

Студент гр. 11311213 Вяжевич Г. И.^{1,2}

Кандидат техн. наук, доцент Фёдорцев Р. В.¹,
инженер-конструктор 2 кат. Пахомчик О. В.²

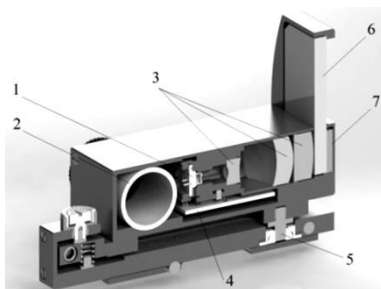
¹Белорусский национальный технический университет
²НПУП «НТЦ «ЛЭМТ» БелОМО»

Предприятие НТЦ «ЛЭМТ» БелОМО выпускает голографические компактные коллиматорные прицелы закрытого типа, предназначенный для установки на автоматы, винтовки, и пистолеты. Базовая модель конструкции прицела предусматривает использование элементов управления в виде кнопок, механизмов фиксации планки Пикатинни и механизма выверки, расположенных на боковой панели, а также крышки установки аккумуляторной батареи типа CR123.

Конструкция имеет три основных блока (рисунок). Оптический блок включает в себя полупроводниковый источник когерентного лазерного излучения (светодиод) 1, коллимирующий объектив 3, дифракционную решётку, формирователь (световод) 6 с голограммой неподвижной прицельной метки. Электронный блок печатная плата 4 с микроконтроллером серии STM8, который управляет интенсивностью свечения лазерного диода и схема обратной связи по интенсивности через интегрированный фотодиод, подключённый к контроллеру. Это позволяет оценить яркость свечения и даёт возможность более эффективно управлять тепловыми характеристиками лазерного диода, так как изменение температуры кристалла существенно влияет на изменение длины волны излучения, что негативно сказывается на его когерентности. Механический блок включает механизм выверки 5, узел

крепления под планку Пикантини и корпус, в котором размещается плата управления, отсек батареи питания 2 и оптическая система.

С целью повышения эргономичности и технологичности конструкции предложено: изменить расположение механизма выверки, так как он находится в труднодоступном месте; разместить кнопки рядом друг с другом, для получения возможности управления одной рукой без помехи наблюдению; добавить в устройство систему автоматической подстройки яркости прицельной марки, для ведения наблюдения как в светлых, так и в тёмных помещениях.



УДК 53.087.47

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ НАНЕСЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ МЕТОК С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРА

Студент гр. М03-321-1 (магистрант) Буранов Д. Н.

Кандидат техн. наук Усольцев В. П.

ФГБОУ ВО Ижевский государственный технический университет
им. М. Т. Калашникова

Наиболее перспективным в направлении нанесения графических меток является применение лазерного маркирования. Лазерное излучение универсально, его можно применять для нанесения изображения на любой органический биоматериал, что позволяет значительно усовершенствовать процедуру идентификации.

Для оценочного исследования характеристик нанесенных меток с помощью лазера было решено использовать полутонный клин для факсимильной аппаратуры.

Полутонный клин должен иметь 15 ступеней оптической плотности. Все ступени одинаковы по размеру. Зазоры между полями ступеней не допускаются. Оптическая плотность ступеней возрастает от 1-й ступени к 15-й, а её значения изменяются от 0,05 до 1,74.

В результате работы алгоритма за 15 переходов была воспроизведена вся линейка изменения оптической плотности. Также при выполнении алгоритма на лазерном гравюре, будет меняться рельеф обрабатываемой поверхности, что будет видно из исследования ниже.

Для исследования микронеровностей на обрабатываемых материалах был использован микроинтерферометр МИИ-4. По полученным

результатам можно сделать следующие выводы: для всех исследуемых образцов математическое ожидание микронеровностей достигает своего максимального значения к седьмой ступени. От первой к седьмой ступени наблюдается возрастающий тренд, далее он меняется на противоположный. Дисперсия для материалов меняется непредсказуемо, следовательно, разброс результатов не зависит от увеличения мощности. Значения корреляции говорят об отсутствии взаимосвязи между значениями соседних ячеек [1].

Литература

1. Буранов Д.Н., Усольцев В.П. Исследование лазерного гравирования изделий из кости // «Приборостроение в XXI веке – 2017. Интеграция науки, образования и производства. Сборник материалов XIII Международной научно-технической конференции (Ижевск, 22-24 ноября 2017 г.)», - Ижевск: Издательство ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2018. -С. 636 – 640.

УДК 621.375.8

СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ И НЕЛИНЕЙНО-ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИОНОВ Co^{2+} В ГАЛЛИЙСОДЕРЖАЩИХ СИТАЛЛАХ

Глазунов И. В., Скопцов Н. А.

Доктор физ.-мат. наук, профессор Маляревич А. М.,

доктор физ.-мат. наук, профессор Юмашев К. В.

Белорусский национальный технический университет

Ситалл с нанокристаллами $\text{Li}(\text{Al,Ga})_5\text{O}_8$, активированный ионами Co^{2+} , которые находятся в кристаллах в тетракоординированных позициях, является новым материалом, интересным для исследований в связи с полосой поглощения перехода ${}^4\text{A}_{2g}({}^4\text{F}) \rightarrow {}^4\text{T}_{1g}({}^4\text{F})$. Ситалл предполагается использовать, как пассивный затвор для лазеров спектрального диапазона 1.4-1.7 мкм.

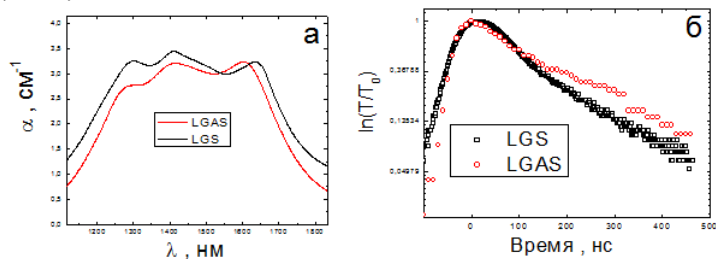


Рис. 1. (а) Спектры поглощения образцов алюмосиликатных ситаллов с ионами Co^{2+} , (б) Кинетика релаксации просветления образцов алюмосиликатных ситаллов с ионами Co^{2+}

Исследование релаксации просветленного состояния образцов ситаллов с ионами кобальта проводилось по методу «возбуждение зондирование». Возбуждение осуществлялось на длине волны $\lambda=1.54$ мкм, зондирование - гелий-неоновым лазером на длине волны 632,8 нм.

Образец ситалла с нанокристаллами $\text{Li}(\text{Al,Ga})_5\text{O}_8$ (LGAS) и, представленный для сравнения, ранее изученный образец с нанокристаллами Ga_2O_3 (LGS) были изготовлены в НИТИОМ ГОИ им. С.И. Вавилова (Санкт-Петербург) [1]. Спектры поглощения ионов Co^{2+} в них представлены на рис. 1 (а). Кинетика релаксации просветления ситаллов представлена на рис. 2 (б). На основании моделирования показано, что время релаксации просветленного состояния у образца LGAS составило $\tau = 220 \pm 10$ нс, а для образца LGS $\tau = 190 \pm 6$ нс.

Литература

1. Loiko, P.A. Glass-ceramics with $\gamma\text{-Ga}_2\text{O}_3$: Co^{2+} nanocrystals: Saturable absorber for 1.5–1.7 μm Er lasers / P.A. Loiko, O.S. Dymshits, V.V. Vitkin [et al.] // Laser Physics Letters. – 2015. – Vol. 12. – 035803.

УДК 681.7.023.72

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ГРУППОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ С НАРУЖНОЙ КОНИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Аспирант Р. О. Диас Гонсалис, магистрант Варопай Е. Н.,
студент гр. 11311115 Макарич Б. В.

Доктор техн. наук, профессор Козерук А. С.

Белорусский национальный технический университет

Устройство предназначено для шлифования и полирования высокоточной наружной конической поверхности деталей из различных металлических и неметаллических материалов и может быть использован в точном машиностроении и в оптическом приборостроении.

Задача, на решение которой направлено устройство, – обеспечить возможность обработки деталей с полными коническими поверхностями

Задача решается тем, что устройство содержит инструмент с рабочей поверхностью и планшайбу и оно дополнительно включает в себя вал с жестко закрепленными на его концах фрикционным колесом, находящимся в контакте с планшайбой и диском для крепления детали, а также направляющую планку с продольным пазом, при этом вал установлен с возможностью поворота вокруг оси, перпендикулярной его оси симметрии, и смещения в плоскости, перпендикулярной плоскости планшайбы.

Технический результат, достигаемый при осуществлении изобретения, заключается в том, что появляется возможность гибко регулировать

величину угла при вершине конуса детали посредством изменения наладочных параметров технологического оборудования. Так, например, в случае необходимости уменьшить угол конуса – назначают несимметричную траекторию возвратно-поступательного перемещения инструмента со смещением среднего его положения ближе к основанию конуса, увеличивают скорость вращения детали, уменьшают число двойных ходов инструмента в мин и площадь его активной поверхности в центральной зоне, увеличивают диаметр инструмента и амплитуду его возвратно-поступательного перемещения; для увеличения угла конуса – назначают несимметричную траекторию возвратно-поступательного перемещения инструмента со смещением среднего его положения ближе к вершине конуса, уменьшают скорость вращения детали, увеличивают число двойных ходов в мин инструмента и уменьшают площадь его активной поверхности в краевой зоне, уменьшают диаметр инструмента и амплитуду его возвратно-поступательного перемещения.

УДК 681.7.023.72

СТАНОК ДЛЯ ОДНОВРЕМЕННОЙ ДВУСТОРОННЕЙ ОБРАБОТКИ ЛИНЗЫ МАЛОЙ ЖЕСТКОСТИ

Аспирант Мальпика Д. Л., студент гр. 11311114 Муравьев Д. С.,
студент гр. 11311115 Рабчинский О. К., Мураченко Ю. О.

Доктор техн. наук, профессор Козерук А. С.

Белорусский национальный технический университет

Станок предназначен для одновременного шлифования и полирования линзы малой жесткости с пологими высокоточными поверхностями и может быть использован в оптическом приборостроении и точном машиностроении.

Технический результат, достигаемый при осуществлении изобретения, заключается в исключении локальных погрешностей на исполнительных поверхностях линзы, обусловленных неравномерностью вращения инструментов при их переносном движении по исполнительной поверхности линзы и непостоянством эпюры давления в зоне обработки в случае использования классической технологии.

Станок состоит из основания, на котором смонтированы механизм привода линзы, состоящий из ведущего зубчатого колеса, жестко установленного на валу с приводом и находящегося в зацеплении с ведомым зубчатым колесом, неподвижно закрепленным на сепараторе для линзы, а также механизмы качания инструмента с приводом вращения и верхнего инструмента с приводом вращения.

Для управления величиной съема припуска в той или иной зоне исполнительных поверхностей линзы в процессе ее обработки производят независимое регулирование следующих наладочных параметров станка: скорости вращения линзы; амплитуды возвратно-вращательных перемещений нижнего и верхнего инструментов по исполнительным поверхностям линзы, что достигается регулированием расстояний между осями симметрии основного и дополнительного пальцев, с одной стороны, и соответственно основного и дополнительного входных валов, с другой стороны; количества двойных ходов в минуту нижнего и верхнего инструментов, что обеспечивается изменением скорости вращения входного основного и дополнительного входных валов соответственно; скорости вращения нижнего и верхнего инструментов и рабочего усилия посредством изменения жесткости соответствующих пружин.

UDC 535.2:616-71

EVALUATION OF EFFECTIVE NUMBER OF SECTIONS FOR SPATIAL PHOTOMETRY OF BIOLOGICAL TISSUES

Student of group PB-72mn (master) Virychenko A. A.

PhD Bezuglaya N. V.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

The investigations of the factor of the anisotropy of biological tissues with goniometric methods [1, 2] and the analysis of received photometric images by the sections method [3] showed some differences of brightness in selected sections, that indicating the necessity using of spatial photometry for increase the reliability of the results. In order to reduce the number of calculations and time for model and real experiments without loss of accuracy, it is necessary to select the minimum effective number of sections. This is the main goal of this work.

In this work, simulation was performed on samples of gray brain tissue with optical properties: $\mu_a = 2.33 \text{ cm}^{-1}$, $\mu_s = 126.7 \text{ cm}^{-1}$, $g = 0.862$, thickness is 0.1 cm and wavelength is 405 nm. For each model experiment 10 million photons were launched. The obtained images were separated into 12 sections and the scattering indicatrixes were constructed. In order to evaluation the effective number of sections, the indicatrixes of scattering by the sample of gray brain tissue were averaged over a given number of sections.

The single scattering anisotropy factor g_{HG} was calculated on the basis of obtained indicatrix. The deviation of obtained the values g_{HG} from the given value varies from 0.34% to 24.4% and is more accurate with using more sections. Moreover, the more sections, the deviation almost does not change.

Therefore, it is obvious that although the use of more cross sections increases the determination of anisotropy factor's accuracy however, the establishment of their effective amount reduces the processing time of the results and does not significantly reduce accuracy.

References

1. Безугла Н.В. Просторова потокова біометрія середовищ еліпсоїдальними рефлекторами / Н.В. Безугла, М.О. Безуглий, Ю.В. Чмир // Електроніка і зв'язок. – 2014. – том 19. – №6 (83). – С. 87 – 93.

2. N. V. Bezuglaya, M. A. Bezuglyi, G. S. Tymchik, «Features of anisotropy of light scattering on fibrous biological tissues», Bulletin of NTUU «KPI». Series instrument making, 50 (1), 169-175 (2015).

3. Bezuglyi, M., N. Bezuglaya, and A. Viruchenko. "On the possibility of ellipsoidal photometry and Monte Carlo simulation to spatial analysis of biological media." Electronics and Nanotechnology (ELNANO), 2017 IEEE 37th International Conference on. IEEE, 2017.

УДК 0681.7.01 (075.3)

ИМПУЛЬСНЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ ДАЛЬНОМЕР ДЛЯ ПРИБОРА НАБЛЮДЕНИЯ ПАНОРАМНОГО

Магистрант специальности 1-38 01 02 Грищенко А. Н.

Доктор техн. наук, профессор Козерук А. С

Белорусский национальный технический университет

Прибор наблюдения панорамный служит для панорамного обзора местности, обнаружения, распознавания и выбора цели, обеспечения целеуказания, а также ведения прицельной стрельбы из автоматического оружия. Он обеспечивает стабилизирование в двух плоскостях наведения и удержание прицельной марки на цели, а также измерение дальности от 100 до 5500 метров с помощью импульсного лазерного дальномера с диодной накачкой, а также активной модуляцией добротности на длине волны 1545 нм.

Прибор наблюдения панорамный обеспечивает оперативное согласование тепловизионного канала в узком поле зрения и телевизионного канала с точностью до 30'' и стабилизацию линии визирования со среднеквадратической ошибкой в вертикальной и горизонтальной плоскостях не более 0,15 мрад при движении по стандартной трассе со скоростью 30 км/ч. Выходной диаметр пучка лазерного дальномера составляет 0,8 мм., с расходимостью (по уровню 0,86) 3,4 мрад.

Блок оптико-электронный предназначен для обеспечения обзора местности, обнаружения цели, ее распознавания и прицеливания в дневных и ночных условиях, измерения дальности до цели и стабилизации линии визирования в рабочих условиях от минус 50, до плюс 55 градусов Цельсия.

Блок управления предназначен для обеспечения управления работой системы стабилизации и наведения блока зеркала.

Блок управления двигателем предназначен для управления двигателем привода горизонтального наведения изделия изделия по сигналам блока управления.

Работа изделия заключается в комплексном взаимодействии следующих функциональных систем:

- Телевизионной, при помощи которой осуществляется обзор местности, обнаружение, распознавание целей и прицеливание в дневных условиях;

- Тепловизионной, при помощи которой осуществляется обзор местности, обнаружение, распознавание целей и прицеливание в любое время суток;

- Канала лазерного дальномера, служащего для измерения дальности до цели лучом импульсного лазерного излучения с длительностью импульса 22..24 нс., с энергией импульса 4..15 мДж, с максимальной частотой повторения импульсов до 5 Гц.

УДК 681.7

ГИПЕРСПЕКТРОМЕТР

Студент гр. 11311114 Жибуль М. А.,

студент гр. 11311115 Муращенко Ю. О.

Кандидат техн. наук, доцент Кузнецик В. О.

Белорусский национальный технический университет

Гиперспектрометр – это оптико-электронный прибор, применяющийся в авиационных и космических системах дистанционного зондирования Земли с целью регистрации отраженного от поверхности наблюдаемого объекта сигнала, содержащего спектральную информацию об объекте с одновременной пространственной привязкой участков объекта, видимых в поле зрения прибора. Данные, полученные с помощью гиперспектрометра, позволяют диагностировать и количественно оценивать состояние различных объектов земной поверхности.

Гиперспектрометры по способу кодировки подразделяются на спектральные приборы, осуществляющие кодировку пространства длинами волн и кодирующие длинами волн электрические частоты, а по способу изменения разности хода между интерферирующими лучами на динамические (одноэлементный фотодетектор) и статические (многоэлементные фотоприемники).

В состав гиперспектрометра входит интерферометр, объектив и электронный блок, предназначенный для обработки оптического

изображения. Принцип работы данного прибора состоит в разделении излучения от объекта на два пучка, придании этим пучкам определенной разности фаз в зависимости от угла наблюдения, дальнейшей интерференции этих пучков и регистрации полученной интерферограммы с помощью фотоприёмного устройства.

Объектив, от которого зависит качество изображения, является зеркальным анастигматом, что дает возможность работать в широкой области спектра, сокращает габариты и уменьшает массу прибора.

В данной работе выполнен расчет влияния внешних факторов (температура, гравитация, вибрация) на качество изображения объектива гиперспектрометра, а именно: расчет влияния дефокусировки, смещения и занаклонов зеркал на коэффициент передачи модуляции по полю зрения объектива; расчет влияния изменения угла поля зрения объектива в пространстве объектов на величину дисторсии; расчет влияния изменения осевых расстояний между зеркалами объектива на изменение величины фокусного расстояния и смещение плоскости изображения; расчет влияния температуры на смещение плоскости изображения.

УДК 535.015, 535.422

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЛОСКОГО АДАПТИВНОГО ЗЕРКАЛА В СИСТЕМЕ ТЕЛЕСКОПА С СИНТЕЗИРОВАННОЙ АПЕРТУРОЙ

Магистрант Кожевников Д. А.

Кандидат техн. наук, доцент Фёдорцев Р. В.

Белорусский национальный технический университет

Направление основано на так называемом апертурном синтезе, при котором несколько телескопов меньшего размера, в дальнейшем именуемых модулями, формируют общее изображение. По качеству оно эквивалентно изображению, полученному обычным телескопом со «сплошной» оптикой, апертура которого соответствует суммарной, синтезированной из апертур модулей при условии не нарушения фазы излучения и геометрического совмещения формируемых модулями изображений. Такие Телескопы с Синтезированной Апертурой (ТСА) обладают многими преимуществами перед квазисплошными, что делает направление перспективным для построения больших телескопов. Главной проблемой является достижения сфазированности излучения от модулей. Решением может являться использование оптической поверхности несимметричной кривизны с активной подстройкой. На рисунке 1 представлен алгоритм совмещения волновых фронтов.

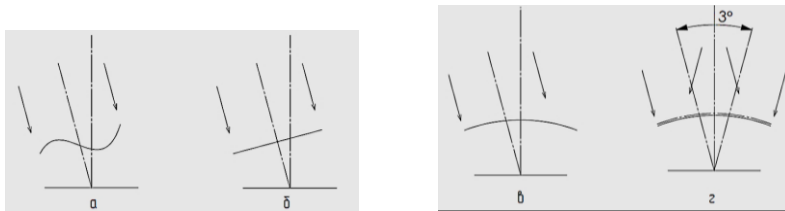


Рис. 1. Трансформация волнового фронта: а) – первичный волновой фронт, б) – волновой фронт после коррекции, в) – волновой фронт после задания асимметрии, г) – совмещенный волновой фронт

Датчиком волнового фронта осуществляется анализ кривизны фронта (рис. 1 а) с последующей компенсацией этой кривизны (рис. 1 б) адаптивным зеркалом. После чего адаптивным зеркалом задается асимметрия волнового фронта относительно оптической оси, таким образом, что бы достигалась симметрия этого фронта относительно главной оптической оси ТСА модуля (рис. 1 в), после повторения процедуры для диаметрально противоположного модуля достигается совмещение волновых фронтов (рис. 1 г).

УДК 615.831:615.47

АППАРАТ ПОЛИХРОМАТИЧЕСКОЙ И ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ

Студент гр. БП-51 Карпушева А. Г.

Кандидат техн. наук, доцент Терещенко Н. Ф.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

В основу действия аппарата заложен принцип генерации полихроматического и лазерного излучения полупроводниковыми светодиодами и лазерными модулями в рукоятках «ПХТ», «ВРВ 50», «ВРВ 250» и вывода его через оптические разъемы для подключения насадок непосредственно или через магистральный световод МС2 к месту проведения процедуры. Аппарат полихроматической и лазерной терапии (АПХЛТ) разработанный на базе серийно выпускаемых аппаратов «Лица-терапевт М» и МИТ-11.

Набор режимов работы и параметров лазерного излучения осуществляется кнопками SA1-SA9 субблока клавиатуры А2, которые отображаются на индикаторе субблока индикации А1 и подаются на субблок управления А3, обеспечивающем управление параметрами лазерного излучения. Субблок питания А4, предназначен для подачи стабилизированного напряжения на субблоку, платы и элементы аппарата. Предусмотрен контроль мощности, температуры излучения с помощью фотодиода «КОНТРОЛЬ» [1, 2].

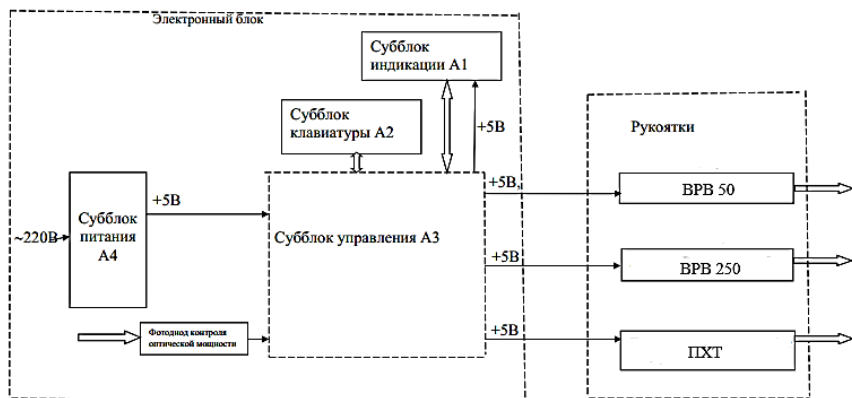


Рис. 1. Схема функциональная аппарата лазерного терапевтического «Лика-терапевт М»

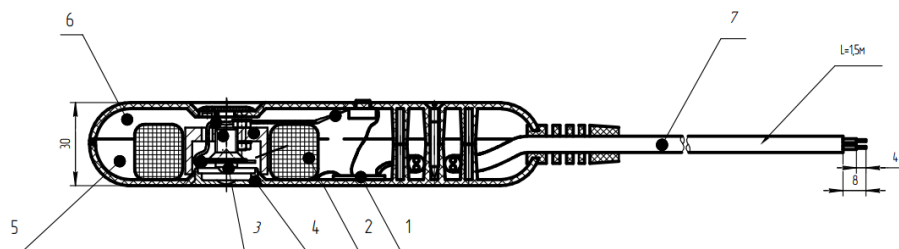


Рис. 2. Рукоятка для полихроматической терапии

Конструктивно рукоятка для полихроматической терапии состоит из платы 1, катушек 2, набора поля светодиодов и лазерного диода 3, заглушки 4, корпуса 5, крышки 6, кабеля 7.

Одновременное действие переменного магнитного поля и полихроматического светового потока значительно расширяет функциональные возможности аппарата и повышает эффективность суммарного воздействия этих факторов на биологическую ткань [3]. Это позволяет улучшить ожидаемый косметический и терапевтический эффекты на коже человека в результате регулирования длин волн полихроматического облучения при процедуре комбинированного действия света, ультразвука и магнитного поля путём изменения интенсивности полихроматического облучения.

Литература

1. Тимчик Г. С. Моніторинг зміни температур при лазерній терапії / Г. С. Тимчик, М. Ф. Терещенко, М. Р. Печена. // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Приладобудування. – 2014. – №47. – С. 156–162.

2. Дослідження впливу лазерного випромінювання на температурні процеси в біологічних тканинах / М. Ф.Терещенко, Г. С. Тимчик, О. Г. Ляшенко, О. С. Гнатейко // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Приладобудування. – 2015. – №49. – С. 153–158.

3. Швыдкий В.В. Динамика изменений параметров лазерного излучения в биологических тканях / В. В. Швыдкий, Н.Ф. Терещенко // Вестник НТУУ «КПИ» Серия приборостроения.- 2018.- № 54(2),. С.111-118

УДК 621.3.038.825.2

СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛА Er,Yb:YMGb₅O₁₀ – НОВОЙ АКТИВНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ЛАЗЕРОВ, ИЗЛУЧАЮЩИХ В СПЕКТРАЛЬНОМ ДИАПАЗОНЕ 1.5-1.6 МКМ

Студент гр. 1-38 80 02 (магистрант) Дейнека Р. В.¹

Науч. сотр. Горбаченя К. Н.¹, кандидат физ.-мат. наук, доцент Кисель В. Э.¹,
кандидат физ.-мат. наук, доцент Ясюкевич А. С.¹, доктор физ.-мат. наук,
профессор Кулешов Н. В.¹, доктор хим. наук Мальцев В. В.²,
доктор хим. наук, профессор Леонюк Н. И.²

¹Белорусский национальный технический университет

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

В настоящее время твердотельные эрбиевые лазеры, излучающие в спектральном диапазоне 1.5-1.6 мкм, который является условно безопасным для глаз, находят широкое применение в лазерной дальнометрии, медицине, системах лидаров и др. Поиск и изучение новых кристаллических матриц с ионами эрбия, обладающих хорошими термофизическими и спектроскопическими характеристиками, для применения в качестве активных сред лазеров, является актуальной задачей.

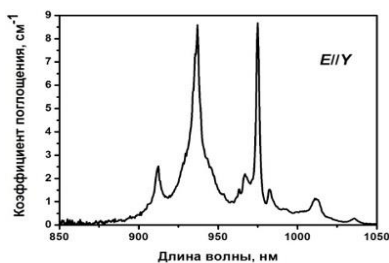


Рис. 1. Спектр поглощения кристалла
Er,Yb:YMGb₅O₁₀

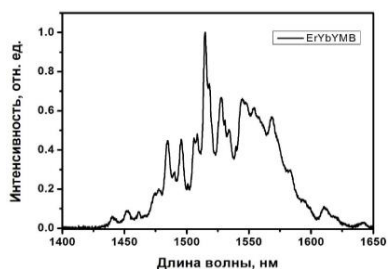


Рис. 2. Спектр люминесценции
кристалла Er,Yb:YMGb₅O₁₀

Зарегистрированный в спектральной области 850-1050 нм спектр поглощения для поляризации E//Y представлен на рис. 1. В спектре наблюдаются интенсивная полоса поглощения с пиками на длинах волн 937 нм и 975 нм (переходы ${}^2F_{7/2} \rightarrow {}^2F_{5/2}$ ионов иттербия и ${}^4I_{15/2} \rightarrow {}^4I_{11/2}$ ионов эрбия),

которые соответствуют длине волны испускания лазерных диодов накачки. На рис. 2 показан спектр люминесценции, измеренный в неполяризованном свете при комнатной температуре, в спектральной области 1450-1650 нм. В спектре наблюдается структурированная полоса испускания с пиком на длине волны 1515 нм. Кинетические люминесцентные измерения проводились с целью определения времени жизни уровня ${}^4I_{13/2}$ ионов Er^{3+} , которое составило 390 ± 20 мкс.

УДК 621.3.038.825.2

ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ КРИСТАЛЛА ДВОЙНОГО ИТТРИЕВОГО ВОЛЬФРАМАТА, АКТИВИРОВАННОГО ИОНАМИ ДИСПРОЗИЯ

Магистрант Колос С. С.

Доктор физ.-мат. наук, профессор Юмашев К. В.,
доктор физ.-мат. наук, профессор Маляревич А. М.

Белорусский национальный технический университет

Кристаллы калий-редкоземельных двойных вольфраматов $\text{RE}^{3+}:\text{KR}(\text{WO}_4)_2$ ($\text{R} = \text{Gd}, \text{Y}, \text{Lu}$), активированные трехвалентными редкоземельными ионами RE^{3+} , обладая хорошими спектроскопическими и термофизическими характеристиками, являются перспективными оптическими материалами. В данной работе представлены результаты исследования спектров видимой люминесценции кристалла $\text{KY}(\text{WO}_4)_2$, активированного ионами трехвалентного диспрозия Dy^{3+} .

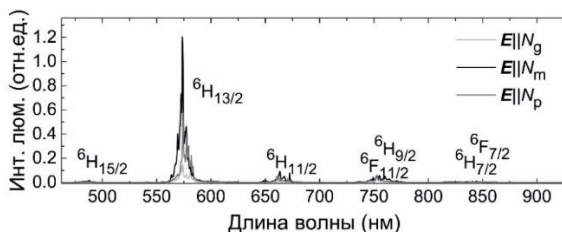


Рис. 1. Спектр поляризованной люминесценции кристалла 1 ат. % $\text{Dy}^{3+}:\text{KY}(\text{WO}_4)_2$

При возбуждении люминесценции излучением на длине волны ~ 460 нм в спектре люминесценции кристалла наблюдается ряд структурированных широких полос со спектральным положением 488, 574, 664, 753 и 841 нм, соответствующих переходам из метастабильного состояния в нижележащие ${}^4\text{F}_{9/2} \rightarrow {}^6\text{H}_{15/2}$, ${}^4\text{F}_{9/2} \rightarrow {}^6\text{H}_{13/2}$, ${}^4\text{F}_{9/2} \rightarrow {}^6\text{H}_{11/2}$, ${}^4\text{F}_{9/2} \rightarrow {}^6\text{H}_{9/2} + {}^6\text{F}_{11/2}$ и ${}^4\text{F}_{9/2} \rightarrow {}^6\text{H}_{7/2} + {}^6\text{F}_{7/2}$, соответственно (рис. 1). Все полосы сильно поляризованы, при этом наибольшие значения пиковой интенсивности достигаются для поляризации $E||N_m$. Максимальные значения коэффициентов ветвления $B_{J_1 J_2}$

наблюдается для люминесценции в канале ${}^4\text{F}_{9/2} \rightarrow {}^6\text{H}_{13/2}$, где $B_{J_1 J_2} \sim 83\%$. Максимум интенсивности для данной полосы наблюдается на длине волны 574.4 нм.

УДК 535.317

ДВУХЗЕРКАЛЬНАЯ ДЛИННОФОКУСНАЯ СИСТЕМА

Магистрант Кожевников Д. А., студент гр.11311116 Шанчук В. А.

Доктор техн. наук, профессор Артюхина Н. К.

Белорусский национальный технический университет

Зеркальная оптика имеет значительные преимущества по сравнению с линзовой по целому ряду технических аспектов. Она обеспечивает превосходную термическую стабильность и радиационную стойкость, в ней нет дефектов изображения, возникающих из-за хроматических аберраций. Двухзеркальные композиции имеют несложную и компактную конструкцию, широко используются как в наземных, так и в космических оптических приборах. К каноническим системам (с исправленной сферической аберрацией) относят системы Кассегрена, Грегори и Мерсенна: в формировании изображения участвуют два зеркала [1]. Известны варианты современных зеркальных объективов на основе канонических систем [2].

В настоящей работе рассматривается апланатический аналог системы Кассегрена (главное – вогнутый параболоид, вторичное – выпуклый гиперболоид). В процессе исследования создан базовый модуль с осевой длиной порядка $l = 0,4 f'$, поверхность изображения вынесена за вершину первого зеркала. Кома откорректирована за счет асферизации поверхностей зеркал. Схема отличается небольшими габаритами, достаточно светосильна, центральное экранирование в допустимых пределах, но угловое поле зрения объектива не превышает $1,5-2^\circ$.

Представлены результаты расчета одного из вариантов (фокусное расстояние $f' = 1000$ мм, относительное отверстие 1: 3, поле зрения $2\omega = 2^\circ$). Кружок рассеяния, определяющий разрешение, около $1''$ в центре поля. Система может быть использована как базовая при работе с зеркальными корректорами полевых аберраций для увеличения углового поля зрения.

Литература

1. Артюхина, Н.К. Теория, методы проектирования и расчет зеркальных систем: монография / Н.К. Артюхина, БНТУ. – Минск, 2009. – 309 с.
2. Гайворонский, С.В. Варианты композиции зеркальных объективов на основе оптической системы объективов Грегори и Кассегрена / С.В. Гайворонский, В.А. Зверев // Оптический журнал. – 2012. – Т. 79, № 2 – С. 35–39.

ФОТОРЕГИСТРАТОР БЕСПРОВОДНОЙ С УВЕЛИЧЕННОЙ ДАЛЬНОСТЬЮ ОБНАРУЖЕНИЯ

Студент гр. 11311213 Кузьмин А. В.¹

Кандидат техн. наук, доцент Фёдорцев Р. В.¹,
инженер-конструктор 1 кат. Байко О. В.²

¹Белорусский национальный технический университет

²ОАО «Пеленг»

Беспроводные фоторегистраторы предназначены, для осуществления фотосъёмки в автоматическом режиме без участия человека. Данные приборы широко используются в охотничьем промысле и сфере обеспечения безопасности например, для контроля государственных границ. Основными сборочными модулями фоторегистратора являются: фоторегистрационный блок, приёмный блок и аккумуляторный блок. В базовом варианте конструкции фоторегистрационный блок включает датчик движения, тепловизор и/или фотокамеры, радиомодем для передачи информации, аккумулятор и платы управления (рис. 1).

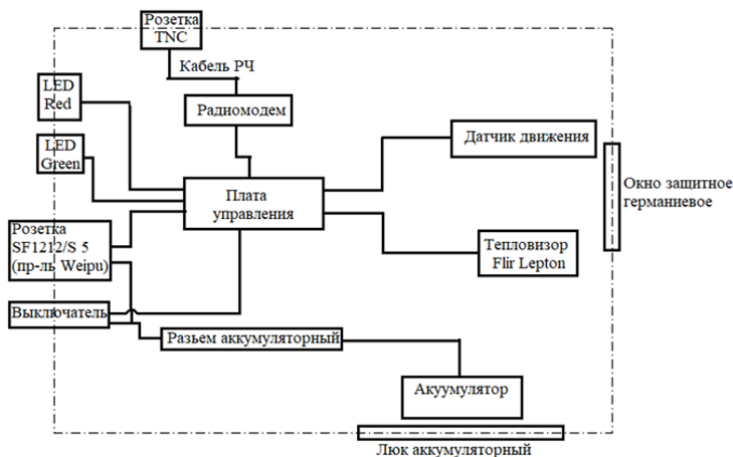


Рис. 1. Структурная схема фоторегистрационного блока

С целью улучшения дальности обнаружения прибора, облегчения конструкции, предложено заменить изначальный датчик движения на миниатюрный лидарный модуль Vu8 от компании Leddartech, характеристики модулей в сравнении представлены в таблице.

Использование данного модуля позволяет уменьшить размеры фоторегистрационного блока, увеличить дальность обнаружения, однако возрастает энергопотребление и уменьшается поле зрения.

Табл. 1.

Наименование параметра	Датчик движения	Лидарный модуль Vu8
Дальность обнаружения, м	150	200
Поле зрения, °	25	20
Рабочая длина волны, нм	1064	905
Потребляемая мощность, мВт	2	4.5
Габаритные размеры, мм	71,5×53×53	73×35,2×45
Вес, г	180	75

УДК 535.8 (075)

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРИЗМЕННЫХ ЦВЕТОДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

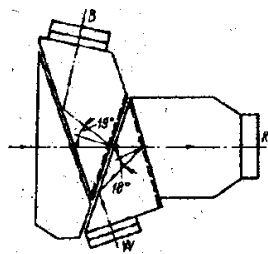
Студенты гр. 11311118 Гордейко Р. В., Далецкий В. В.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Развин Ю. В.

Белорусский национальный технический университет

Особую группу призм составляют спектральные и светоразделенные призмы, на основе которых строятся цветоделительные блоки [1]. В простейшем случае цветоделительный блок (призма), представляющий собой пентапризму с дихроичными покрытиями на отражающих поверхностях, склеенную с двумя клиньями, разделяет падающий световой поток на три цветовые составляющие (например, RGB). Дихроичные покрытия совместно со светофильтрами обеспечивают необходимый спектральный диапазон каждого формируемого цветового канала. На рис. 1 представлены оптическая схема и общий вид оптической сборки цветоделительного блока.

Геометрия оптических призм определяется рабочими размерами свето-



а



б

Рис. 1. Оптическая схема (а) и общий вид оптической сборки (б) цветоделительного блока

вого луча. Для всех формируемых цветовых каналов призмный блок эквивалентен плоскопараллельной пластинке, располагаемой перпен-

дикулярно оптической оси падающего луча. Рассматриваемые цветоделительные блоки применяются для цветоделения, цветопередачи и цветового синтеза в различных информационных системах.

В работе представлены результаты исследования образцов цветоделительных блоков, используемых в системах цветного телевидения.

Литература

1. Оптические головки передающих камер цветного телевидения: Справочник /под общ. ред. О.Н. Василевского. – Л.: Машиностроение, 1988. – 109 с.

УДК 621.373.826

ЭРБИЕВЫЙ ЛАЗЕР С МОДУЛЯЦИЕЙ ДОБРОТНОСТИ 'ИМПУЛЬСНОЙ ДАЛЬНОМЕТРИИ

Кузьмин В. И.^{1,2}

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Кисель В. Э^{1,2},
доктор физ.-мат. наук, профессор Кулешов Н. В.^{1,2}

¹Белорусский национальный технический университет

²Научно-исследовательский центр оптических материалов и технологий

Повышение характеристик дальномерных систем может вестись как комплексно, так и путем усовершенствования отдельных, наиболее значимых функциональных элементов, в частности источника лазерного излучения. Наиболее часто в дальномерных системах используются твердотельные лазеры в режиме модуляции добротности, как с ламповой, так и с диодной накачкой.

Тенденцией в развитии дальномерных систем является переход в спектральную область около 1,5 мкм. К особенностям данного спектрального диапазона можно отнести следующее:

- излучение сравнительно безопасно для глаз (плотность энергии излучения спектральной области 1.5-1.6 мкм воздействующего на роговицу глаза, на пять порядков превышает соответствующие значения для излучения диапазона 0,4-1,1 мкм);
- малые потери при прохождении через атмосферу (так называемое второе окно прозрачности атмосферы);
- уменьшение влияния аэрозольного ослабления по сравнению со спектральной областью около 1 мкм;
- высокая чувствительность широко распространенных германиевых и InGaAs-фотоприемников.

Поэтому разработка лазерных источников в спектральной области около 1,5 мкм является перспективной задачей.

Наиболее часто в дальномерных системах используются твердотельные лазеры в режиме модуляции добротности, как с ламповой, так и с диодной накачкой.

С точки зрения снижения энергопотребления и снижения влияния дальномера на функционирование других систем прибора, в частности улучшение электромагнитной совместимости, значительный интерес представляет построение лазера на основе режима пассивной модуляции добротности.

Оптическая схема лазера представлена на рисунке 1, где 1 – лазерный диод, 2 – отсекающий фильтр, 3 – фокусирующая система, 4 – входное зеркало, 5 – активный элемент, 6 – выходное зеркало.

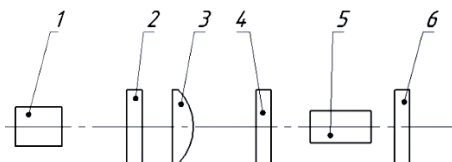


Рис. 1. Структурная схема лазера

Вариант конструктивного исполнения лазера представлен на рисунке 2.

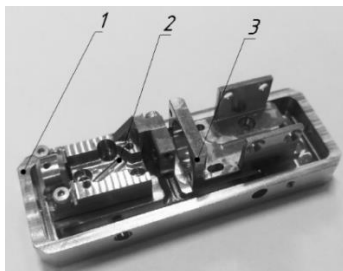


Рис. 2. Конструкция лазера

Здесь (рис. 2) 1 – основание лазера, 2 – резонатор лазера (разработанный в НИЦ ОМТ БНТУ [1]), 3 – система излучения накачки в активный элемент, которая состоит из лазерного диода и асферической линзы (не показаны на рисунке). Энергетические характеристики изделия приведены в таблице 1:

Табл. 1. Энергетические характеристики лазера

Средняя энергия в импульсе, мДж	Длительность импульса, нс	Ток накачки, А	Пороговый ток накачки, А
0,535	19	12	11,4

Литература

1. Кузьмин В.И., Кисель В.Э, Фёдорцев Р.В., Власенко Е.П. Система юстировки и вариант конструкции резонатора миниатюрного эрбиевого лазера с поперечной диодной накачкой / Кузьмин В.И., Кисель В.Э, Фёдорцев Р.В., Власенко Е.П. //

УДК 535.317

РАСЧЕТ ОБЪЕКТИВОВ БИНОКУЛЯРНЫХ МИКРОСКОПОВ

Студенты гр.11311116 Сташкевич Я-Т. С., Лазарчук А. И.

Доктор техн. наук, профессор Аргюхина Н. К.

Белорусский национальный технический университет

Микроскоп служит для рассматривания близкорасположенных объектов при большом увеличении. Объектив является наиболее ответственным узлом микроскопа, так как от его числовой апертуры и коррекции аберраций зависят разрешающая способность и качество изображения в целом. Объективы микроскопов классифицируются по состоянию коррекции остаточных аберраций (ахромат, апохромат, планахромат и т. д.); по свойствам иммерсии (безиммерсионная и иммерсионная) и др. [1]. Основные трудности расчета микрообъективов:

- исправление аберраций осевого пучка (сферическая и хроматизм положения [2]);
- обеспечение большого значения передней апертуры A в пространстве предметов для получения хорошего разрешения;
- исправление полевых аберраций (кривизна поля, астигматизм и кома).

В настоящей работе проведен расчет и компьютерное моделирование двух типов объективов- ахроматов с целью модернизации конструкции бинокулярного микроскопа. Исследованы двухкомпонентная оптическая схема и ахроматический объектив из двух склеенных линз, (положительной и отрицательной). В ходе работы был проведен расчёт геометрических аберраций объективов бинокулярного микроскопа с помощью пакета программ проектирования оптики «OPAL»; учтены волновые критерии качества изображения: волновые аберрации, ЧКХ.

В результате исследования разработана оптимальная оптическая система бинокулярного микроскопа с увеличением 140 крат с микрообъективом в виде склейки («флинт ТФ1 впереди») $f' = 22,6$ мм. Полученные при аберрационном расчете значения аберраций объектива являются приемлемыми для заданной области применения, что говорит о возможности реализации схемы и использования ее в различных условиях эксплуатации.

Литература

1. Русинов, М. М. Композиция оптических / М. М. Русинов, – Л.: Машиностроение, 1989. – 383 с..

УДК 535.2:616-71

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ОПТИЧЕСКОГО ПРОСВЕТЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ

Студент гр. БП-51 Нагорный А. И.

Кандидат техн. наук, доцент Безуглый М. А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

Одной из сложностей использования оптических диагностических и терапевтических методов в медицине является неоднородность показателя преломления биологических тканей, сквозь которые излучение необходимо доставить к необходимому органу или объекту влияния. Метод оптического просветления позволяет уменьшить рассеяние света и сгладить значения показателей преломления на границе раздела за счёт химических агентов, которые вводят в ткань [1].

Существует много методов, с помощью которых можно оценить степень оптического просветления. Оптическая когерентная томография базируется на исследовании спектра интерферированных лучей, которые регистрируются с помощью ПЗС устройств. Двух-фотонная микроскопия использует свойство возбуждения молекул флуорофора при взаимодействии с двумя фотонами меньшей энергии (в отличие от традиционного однофотонного воздействия) и дальнейшей регистрацией флуоресцентного излучения. Спектроскопия комбинационного рассеяния основывается на регистрации рамановского неупругого рассеяния, что в последующем позволяет судить о химическом составе исследуемого объекта. Конфокальная микроскопия базируется на создании изображения путем поточечного сканирования, которое достигается с помощью установки диафрагмы, которая пропускает свет только от строго выбранной точки.

Обозначенные методы и средства контроля, как правило, позволяют исследовать образцы просветленных тканей либо в условиях *ex vivo*, либо *in vivo*, но уже с существенно усложненной измерительной схемой с дополнительными устройствами и приспособлениями. В данной работе на примере модельного эксперимента оцениваются возможности применения фотометрии эллипсоидальными рефлекторами для оценки степени оптического просветления однослойных и многослойных биологических тканей [2].

Литература

1. Dan Zhu, Kirill V Larin, Qingming Luo, and Valery V Tuchin, «Recent progress in tissue optical clearing», *Laser Photon Rev.* 2013 Sep; 7(5): 732–757.

2. Безугла Н.В. Просторова потокова біометрія середовищ еліпсоїдальними рефлекторами / Н.В. Безугла, М.О. Безуглий, Ю.В. Чмир // Електроніка і зв'язок. – 2014. – том 19. – №6 (83). – С. 87 – 93.

УДК 535.317

ИМПУЛЬСНЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ ИСТОЧНИК ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ КОЛЬЦЕВОЙ ВОЛОКОННОЙ ЛИНИИ ЗАДЕРЖКИ

Студент гр. М02-321-1 (магистрант) Ситникова Е. А.

Ассистент Зарипов М. Р.,

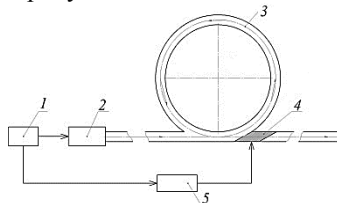
доктор техн. наук, профессор Алексеев В. А.

Ижевский государственный технический университет

им. М. Т. Калашникова

В докладе рассматривается способ построения импульсного источника лазерного излучения, отличающегося высокой энергоэффективностью.

Принцип действия источника лазерного излучения основан на накоплении и синхронном суммировании импульсов при помощи оптической системы с кольцевой волоконной линией задержки, схема которой приведена на рисунке 1.



1 – задающий генератор; 2 – лазерный источник; 3 – кольцевая линия задержки;

4 – коммутирующее устройство; 5 – счетчик импульсов

Рис. 1. Кольцевая схема накопления и суммирования лазерных импульсов

Задающий генератор 1 управляет работой импульсного лазерного источника 2, излучение от которого поступает в оптоволоконную кольцевую линию задержки 3. Должно обеспечиваться условие синхронного наложения импульсов, совершивших обход по линии задержки и поступающих в нее. С каждым обходом происходит накапливание энергии излучения. Коммутирующее устройство 4 по сигналам со счетчика импульсов 5 переключает циркуляцию излучения от линии задержки на выход.

Предложенная схема (рис. 1) позволяет сформировать импульс лазерного излучения, амплитуда которого составляет сумму амплитуд импульсов

излучения, поступивших в кольцевую линию оптической задержки за время, определяемое периодом следования импульсов.

Литература

1. Алексеев В.А., Зарипов М.Р., Ситникова Е.А. Источник импульсного лазерного излучения на кольцевой волоконной задержке / Прикладная оптика – 2018: сборник трудов XIII Международной конференции. – Том 2. – Секция 5. Лазерная техника. – С. 27-29.

УДК 681.2.083, 681.786

МЕТОДИКА КАЛИБРОВКИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТАБИЛЬНОСТИ МАТРИЧНОЙ СТРУКТУРЫ МИКРОЗЕРКАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Аспирант Старосотников Н. О.

Кандидат техн. наук, доцент Федорцев Р. В.

Белорусский национальный технический университет

Цифровые микрозеркальные устройства (Digital Micromirror Devices – DMD) представляют собой электронно-механический массив микрозеркал. Каждое микрозеркало установлено и управляется ячейкой КМОП-матрицы. DMD получили широкое распространение в качестве устройств формирования изображения в цифровых проекторах. Кроме того, DMD находят применение в спектроскопии, фотолитографии, системах машинного зрения и других областях промышленного производства, а также в качестве измерительных устройств. В таком случае матричная структура микрозеркал DMD выступает в качестве измерительной шкалы. Важно, чтобы в процессе измерения матричная структура микрозеркал оставалась стабильной, то есть микрозеркала не должны пространственно смещаться в плоскости матричной структуры DMD. Смещение микрозеркал может возникнуть из-за нагревания электронной части DMD, которая управляет микрозеркалами. Таким образом, стоит необходимость в оценке величины смещения микрозеркал DMD из-за нагревания в процессе работы.

Для этого на оптико-электронную прибор (ОЭП) проецируется массив точек, сформированный: DMD и, для сравнения, тест-объектом на стеклянной подложке с нанесённым фотолитографией массивом точек. Сравнение с тест-объектом на стеклянной подложке позволяет исключить ряд влияющих факторов, например, нагревание из-за осветителя, который подсвечивает в обоих случаях DMD и тест-объект на стеклянной подложке, внешние вибрации, рефракцию воздуха и др. Для исключения влияния ОЭП, он производит съёмку только в короткий промежуток времени съёмки

массива точек (100 кадров), а затем автоматически выключается. После полного остывания ОЭП (~ 20 мин), он повторно включается и производит съёмку. Съёмки повторяются в течение 4 часов или более, в зависимости от необходимости решения поставленных задач. Из полученных изображений определяются координаты центров точек на фотоприёмнике ОЭП, которые усредняются по 100 кадрам. Для каждой точки строятся графики зависимости отклонения положения точки от первоначального положения за период 4 ч. По полученным графикам можно судить о дрейфе положения точек, сформированных DMD и стеклянным тест-объектом.

УДК 621.373.826

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ НАТУРАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аспирант Усольцева А. В.

Доктор техн. наук, профессор Алексеев В. А.

Ижевский государственный технический университет
им. М. Т. Калашникова

В настоящее время лазерные технологии стали одной из основ инновационного развития мировой экономики. Они нашли широкое применение в различных отраслях промышленности. Воздействие лазерного излучения на различные натуральные материалы с индивидуальными свойствами различается по характеру воздействия [1].

Существование корреляционных связей между параметрами лазерного излучения и характеристиками поверхности является предпосылкой получения поверхности материала с заданными свойствами. Предлагаемый подход достаточно перспективен.

Для оценки качества поверхностного слоя натуральных материалов после лазерной обработки оптимально использование следующих показателей: глубины обработки, среднего значения микронеровностей, среднего квадратического отклонения микронеровностей и коэффициента корреляции микронеровностей при изменении мощности лазерного излучения [2].

В результате проведенных, выбраны научно-обоснованные критерии оценки качества поверхности органического стекла, разработана методика тестирования качества поверхности по выбранным характеристикам, сформирована база данных результатов тестирования качества поверхности, выбраны технологические режимы лазерной обработки органического стекла, проведена экспериментальная проверка полученных результатов,

получены патенты на промышленный образец, исследование зависимости качества поверхности органического стекла от технологических режимов работы лазерного оборудования.

Литература

1. Алексеев В. А., Усольцева А. В., Усольцев В. П. Управление лазерным технологическим процессом обработки биоматериалов // «Вестник Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова» - 2017. – Т. 20. - № 3 – С.19-23. DOI 10.22213/2413-1172-2017-3-19-23.

2. Алексеев В.А., Усольцева А.В., Усольцев В.П. Исследование качества поверхности промышленных изделий из древесины при гравировании лазером // Интеллектуальные системы в производстве. – 2016. – Т.13. -№4. - С. 48–53.

УДК 615.47

ДАТЧИКИ АППАРАТОВ ЛАЗЕРОТЕРАПИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПА КОЖИ

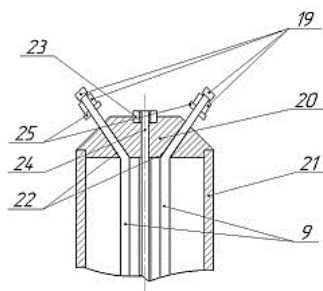
Аспирант гр. ПБ–82ф Шмендель О. Г., студент гр.ПБ–82мп Данылюк И. А.

Кандидат техн. наук, доцент Терещенко Н. Ф.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

Постановка проблемы. Для самонастраивающихся аппаратов лазеротерапии нами разработана конструкция наконечника рукоятки рабочего инструмента, обеспечивающая автоматическую настройку аппарата под тип кожи пациента, что дает повышение точности и эффективности терапевтического и оперативного влияния на биологические ткани пациентов с адаптацией под условия выполнения процедуры [1].



- 9 – оптоволокну; 19 – волоконно-оптические термодатчики;
20 – наконечник; 21 – стандартная игла; 22 – каналы; 23 – эндоскоп;
24 – лазер; 25 – датчик определения типа кожи

Рис.1. Конструкция наконечника с датчиками определения типа кожи

Результаты. Так как оптические свойства биологической ткани являются одним из наиболее объективных комплексных показателей жизнедеятельности биологического организма, то использование датчиков определения типа кожи, который соединены с микропроцессором, позволяет настроить и получить объемное изображение зоны действия излучения и реально оценить влияние лазерного излучения на биологические ткани пациента [2].

Выводы. Такая конструкция позволяет расширить функциональные и технологические возможности оперативного влияния на биологические ткани пациентов, повысить объективность, точность и эффективность терапевтического и оперативного действия на биологические ткани пациентов.

Литература

1. Тымчик Г. С. Мониторинг изменений температур при лазерной терапии / Г. С. Тымчик, Н. Ф. Терещенко, М. Р. Печена // Вестник НТУУ «КПИ». Серия приборостроения. - 2014. - Вып. 47. - С. 156-162.
2. Тымчик Г. С. Исследования влияния лазерного излучения на температурные процессы в биологических тканях / Г. С. Тымчик, Н. Ф. Терещенко, О. Г. Ляшенко, О. С. Гнатейко // Вестник НТУУ «КПИ». Серия приборостроения. - 2015. - Вып. 49. - С. 153-158.

УДК 621.3.032.26(075.8)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

Студент гр. 816001 (магистрант) Недабой Т. Д.
Кандидат физ.-мат. наук, доцент Шахлевич Г. М.
Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники

Автоматизированные комплексы широко используются в качестве основного технологического оборудования для лазерной обработки. Анализ существующих аппаратных и программных средств управления лазерными установками показал, что они являются дорогостоящими и часто не учитывают специфику технологии [1]. Это требует разработки, на базе существующих, новую высокоэффективную автоматизированную систему управления, а также схемы ее программно-аппаратных модулей.

Структурная схема системы автоматизированной подготовки программ управления элементами технологического модуля лазерного комплекса приведена на рис. 1. Повышение степени автоматизации обеспечивается за счет доработки взаимосвязей между параметрами процесса, вызова процедур и функций, управления подачей заготовок, наличия базы технологических режимов и наличие функции для ускорения рабочих процессов [2].



Рис. 1. Схема автоматизированной подготовки программ управления элементами технологического модуля лазерного комплекса

Литература

1. Вейко, В.П. Лазерные технологии: Учеб. пособие / А.А. Петров, В.П. Вейко. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 184 с.
2. Сосонкин, В.Л. Системы числового программного управления / В.Л. Сосонкин, Г.М. Мартинов. – М.: Логос-М, 2005. – 376 с.

УДК 528.73

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ РАЗЛИЧНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ АЭРОФОТОСНИМКОВ

Аспирант Силие Куэнка А. Р.^{1,2}

Кандидат техн. наук, доцент Фёдорцев Р. В.¹

¹Белорусский национальный технический университет

²Национальный центр оптических технологий, Мерида, Венесуэла

Геоинформационные системы (ГИС) – это инструменты, которые позволяют комбинировать слои географической информации для анализа и составления карт, поэтому они являются основным картографическим ресурсом для исследований. В области картографии списки являются площадками для консультаций и обмена информацией между подписанными пользователями. Дистанционное зондирование является мощным инструментом для исследования определенных географических областей на земле, поскольку оно обеспечивает синоптическое изображение

области с высоким временным разрешением [1]. Существует тесная связь между ГИС и дистанционным зондированием, поскольку одной из целей ГИС с момента ее создания является хранение, обработка и анализ спутниковых и аэрофотоснимков. Поэтому в качестве дополнения к этому разделу прилагается краткий обзор платного и бесплатного программного обеспечения для дистанционного зондирования.

Развитие бесплатного программного обеспечения с открытым исходным кодом в последние годы значительно ускорилось. На сегодняшний день существует несколько бесплатных программ (бесплатных), которые позволяют обрабатывать изображения, таких как: E-Photo, GRASS-GIS, gvSIG, InterImage, ILWIS-Open, Opticks, ORFEO Toolbox (OTB), PolSARPro, QGIS, SCP-QGIS (Plugin), SAGA-GIS, Sentinel Hub QGIS (Plugin), Sentinel Toolbox, SoPI, WhiteboxGAT и другие. Эти бесплатные программы предоставляют нам расширенные инструменты для работы с инструментами дистанционного зондирования, такими как: расчет статистики и гистограмм, фильтрация, коррекция спутниковых изображений, классификация спутниковых изображений, обнаружение изменений, расчет индексов растительности и мониторинг пожары, сегментация спутниковых изображений, изменения в землепользовании земного покрова, моделирование изменений в земном покрытии [2].

Большое количество коммерческого программного обеспечения (платного) было разработано для дистанционного зондирования с большим опытом работы на рынке, например: ERDAS-Imagine (США), IDRISI (США), ENVI (США), Socet-GXP (США), eCognition (Германия), ER Mapper (Австралия), PCI Geomatica (Канада) и другие; Производительность и функциональность каждого из них обусловлены достижениями в области компьютерных технологий, что является прямым ответом на необходимость эффективной обработки больших объемов данных дистанционного зондирования, и многие из них основаны на операционной системе Windows [3]. Стоимость этих программ варьируется от 25 000 до 100 000 долларов.

Литература

1. Gillespie, T.W., Foody, G.M., Rocchini, D., Giorgi, A.P. and Saatchi, S., «Measuring and modeling biodiversity from space» *Progress in Physical Geography* 32, (2008). – P. 203-221.
2. Quirós, E., Polo M.E., «Recursos abiertos de información geográfica para investigación y documentación científica» *Revista Española de Documentación Científica* 2018. T.4, №3. – P. 126-138.
3. F. A. Al-Wassai, N.V. Kalyankar, «Image fusion technologies in commercial remote sensing packages» *Journal of Global Research in Computer Science*, 4 (5), May 2013. – P. 44-50.

ПЕНТАПРИЗМА

Студенты гр. 11311118 Далецкий В. В., Гордейко Р. В.
Кандидат физ.-мат. наук, доцент Развин Ю. В.
Белорусский национальный технический университет

Отражательные призмы используются для изменения ориентации и смещения изображений, изменения направления световых лучей, а также для деления и комбинирования изображений [1, 2]. Оптические призмы самостоятельно не могут формировать действительных изображений. Отдельную группу отражательных призм составляют пентапризмы (БП-90°). Такие призмы характеризуются постоянным углом отклонения лучей и отсутствием при этом инвертирования изображения. Все лучи, прошедшие через входную грань отклоняются точно на 90° независимо от угла падения. На рис.1а,б представлены общий вид пентапризмы, ход лучей и ее развертка.

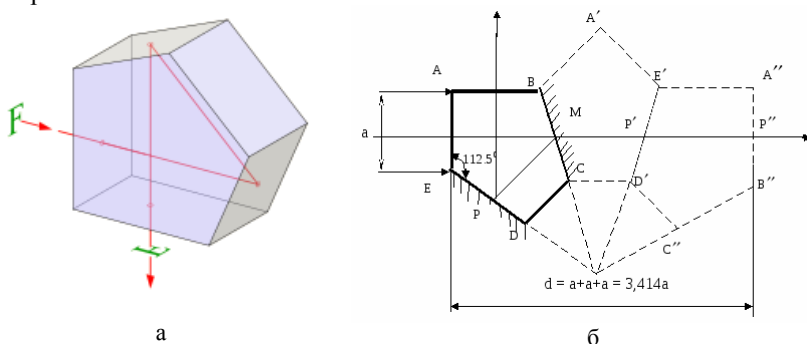


Рис.1. Общий вид пентапризмы: а) – ход лучей пентапризмы,
б) – развертка пентапризмы

Пентапризмы БП-90° разворачиваются в плоскопараллельную пластинку. Развертка пентапризмы выполняется путем перевертывания контура сечения призмы вокруг каждой стороны этого контура, соответствующей отражающей грани, в той последовательности, в которой происходят отражения луча от этих граней. В работе проведено сравнительное исследование различных образцов рассматриваемых призм (БП-90° и БкП-90°).

Литература

1. Бегунов, Б.Н. Теория оптических систем / Б.Н. Бегунов, Н.П. Заказнов. – М.: Машиностроение, 1973. – 488 с.
2. Справочник конструктора опико-механических приборов / В.А. Панова [и др].; под общ. ред. Доктора техн. наук В.А. Панова. – Л.: Машиностроение, 1980. – 742 с.

УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Студент гр.11311117 Судников Г.

Доктор физ.-мат. наук, профессор Свирина Л. П.

Белорусский национальный технический университет

Наиболее распространенным методом управления поляризацией лазерного излучения является помещение в резонатор лазера определенной совокупности анизотропных элементов, а также наложение электрических и магнитных полей на активную среду. Например, эллиптические неортогональные состояния поляризации в четырехчастотном кольцевом лазере (ЧКЛ) создаются при помещении в резонатор линейной фазовой пластинки и оптического вращателя. Матрицы Джонса такого резонатора для встречных направлений (\pm) записываются в виде [1]

$$\hat{M}^{\pm} = \begin{pmatrix} e^{i\psi} & 0 \\ 0 & e^{-i\psi} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \phi & -\sin \phi \\ \sin \phi & \cos \phi \end{pmatrix}, \hat{M}^{\pm} = \tilde{M}^{\mp}, \quad (1)$$

где ψ и ϕ – величины линейной и циркулярной фазовой анизотропии, $\tilde{}$ означает транспонирование. Собственные значения $\lambda_{1M,2M}^{\pm}$ матриц \hat{M}^{\pm} и разность частот $\omega_{e1,e2}^{\pm}$ однонаправленных и встречных волн определяются как

$$\lambda_{1M,2M}^{\pm} = \cos 2\psi \cos 2\phi \pm \sqrt{\cos^2 2\psi \cos^2 2\phi - 1}, \omega_{e1}^{\pm} - \omega_{e2}^{\pm} = 2 \arccos(\cos 2\psi \cos 2\phi) c/L, \quad (2)$$

а состояния поляризации мод резонатора задаются соотношениями:

$$\begin{aligned} \gamma_{1M}^{\pm} &= 1/2 \arctg\{-tg\phi\}, sh 2\beta_{1M}^{\pm} = -\sin \phi ctg\psi, \\ \gamma_{1M}^{\pm} - \gamma_{2M}^{\pm} &= \pi/2, \xi_{2M}^{\pm} = -\xi_{1M}^{\pm}, \gamma_{1M,2M}^{-} = \gamma_{1M,2M}^{+}, \xi_{1M,2M}^{-} = -\xi_{1M,2M}^{+}. \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь γ_M – азимут, $\xi_M = th 2\beta_M$ – эллиптичность резонаторной моды.

Как следует из (3), однонаправленные волны поляризованы ортогонально, а встречные волны, принадлежащие одинаковым собственным значениям матрицы резонатора, – неортогонально: их азимуты одинаковы, а эллиптичности противоположны по знаку.

В двухчастотном лазере с резонатором Фабри-Перо для получения эллиптических ортогональных состояний поляризации в резонатор помещают линейную фазовую пластинку и элемент Фарадея.

Изменяя в эксперименте величину линейной и циркулярной фазовой анизотропии резонатора, можно получить излучение с произвольными состояниями поляризации.

Литература

1. Свирина, Л.П. Фазовая неустойчивость в четырехчастотном кольцевом газовом лазере / Л.П. Свирина // Квант. электрон. – 2008. – Т. 38, № 1. – С. 1–15.

МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ПРИБОР НАБЛЮДЕНИЯ

Студент гр. 11311113 Звонкович А. В.

Кандидат техн. наук, доцент Фёдорцев Р. В.

Белорусский национальный технический университет

Научно-технический центр «ЛЭМТ» БелОМО специализируется в научных исследованиях, разработке и производстве наукоемких высокотехнологичных лазерно-оптических, оптико-механических и оптико-электронных приборов, изделий, узлов и лазерных систем для промышленности, медицины, строительства и военного дела. На предприятии разрабатывают: лазерные целеуказатели (ЛЦУ); коллиматорные прицелы открытого и закрытого типа; приборы ночного видения; «Интеллектуальный» прицел – устройство, которое по определенным им (или введенным извне) метеорологическим данным, типу боеприпаса и дальности до цели автоматически устанавливает углы возвышения и упреждения прицельной марки; ИК-техника; продукция на основе современных лазерных передатчиков; лазерные медицинские аппараты и системы; лазерные разметочные устройства (ЛРУ).

Одним из таких изделий является прибор наблюдения TV/R 2. Прибор наблюдения TV/R 2 (рис. 1.), представляет собой переносной прибор наблюдения предназначенный для: наблюдения за фоно-целевой обстановкой; визуального обнаружения и распознавания целей в дневное и ночное время суток, а также в условиях плохой видимости и меняющейся освещенности; измерения дальности до целей; определения угла места и азимута целей; определения собственного местонахождения по широте и долготе с привязкой к глобальным спутниковым навигационным системам GPS и ГЛОНАСС. Прибор относится к комплексированным многоканальным приборам наблюдения. Дальности обнаружения, распознавания, идентификации цели зависят от типа объекта наблюдения: человек, автомобиль, танк.

В базовом варианте конструкции предусмотрено 3 канала: дальномерный, визирный и тепловизионный. Визирная система включает в себя: объектив; окуляр; индикатор-сетку, наблюдаемую на фоне объекта в поле зрения окуляра. Дальномерный канал включает в себя: излучающий канал - предназначен для формирования и излучения оптического сигнала в направлении объекта; приемный канал – конструктивно выполнен как составная часть визирного канала и предназначен для селекции и приема оптического сигнала, отраженного от объекта. Работа тепловизионной системы построена на принципе регистрации тепловизионной микроболометрической матрицей теплового излучения от наблюдаемых

объектов. Объектив тепловизионного канала, пропускающий излучение в области 8...14 мкм проектирует изображение на высокочувствительную микроболлометрическую матрицу.

Прибор состоит из следующих основных частей: тепловизионный канал на базе микроболлометрической матрицы со спектральной областью чувствительности в диапазоне 8 – 14 мкм; дальномерный канал на базе диодного лазера; визирный канал с видимым увеличением 7× и полем зрения 8°; блок встроенных датчиков, включающий в себя электронный компас-инклинометр, GPS/ГЛОНАСС – приемник, датчики температуры и давления.

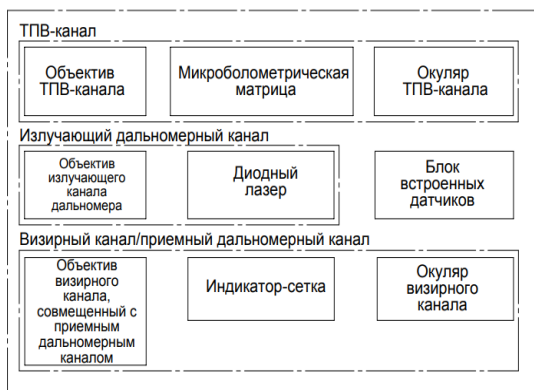


Рис. 1. Схема принципиальная прибора

С целью улучшения выходных характеристик предложено заменить микроболлометрическую матрицу тепловизионного канала с разрешением 384×228 на матрицу с разрешением 640×480, так же изменить фокусное расстояние объектива тепловизионного канала с 50 мм на 70 мм. Видимое увеличение визирного канала возрастает с ×7 до ×10, посредством изменения фокусного расстояния окуляра визирного канала.

УДК 0681.7.01 (075.3)

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ДАЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЯ

Студент гр. 11311114 Чернавциц Д. А.

Доктор. техн. наук, профессор Козерук А. С.

Белорусский национальный технический университет

Устройство предназначено для контроля дальности действия и чувствительности лазерных дальномеров без полевых испытаний и оценки предельных отклонений этих характеристик. Установка может быть испытана с любым лазерным дальномером, в которых дальность определяется по

времени прохождения светового импульса от дальномера к наблюдаемому объекту и от объекта к прибору.

Принцип действия установки заключается в следующем. Оптико-механический блок размещается на столе оптической скамьи и крепится с помощью специальных винтов. Испытуемый дальномер устанавливается таким образом, чтобы оптическая ось приемного блока дальномера и оптические оси выходного канала и приемного канала установки были параллельны между собой. Это требование обеспечивается перемещением оптико-электронного блока установки с помощью подвижек столика оптической скамьи. Окончательная юстировка установки и лазерного дальномера осуществляется с помощью совмещений изображений сетки установки, с сеткой дальномера. После включения персонального компьютера и запуска рабочей программы в основном окне компьютера сигнализируется о готовности к проведению измерений. При этом устанавливается значение измеряемой дальности. Проверяемый дальномер испускает импульс для определения дальности, соответствующей дальности, устанавливаемой на персональном компьютере. Стартовый импульс, соответствующий моменту испускания импульса дальномером, запускает через блок сопряжения персональный компьютер. Через время, соответствующее времени прохождения светового импульса от лазерного дальномера до объекта и обратно на входное окно приемного блока дальномера, вырабатывается управляющий сигнал компьютера, который через блок сопряжения запускает лазер установки. Световой импульс через объектив установки попадает на объектив приемного канала дальномера и вырабатывает значение дальности. Разность между заданной дальностью и измеренной будет представлять ошибку. Задержка светового импульса при формировании импульса «старт», а также все другие задержки точно определяются и компенсируются путем коррекции времени задержки в компьютере.

УДК 621.3.038.825.2

АП-КОНВЕРСИОННАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ПЕНТАФТОРИДОВ, АКТИВИРОВАННЫХ ИОНАМИ ЭРБИЯ

Студент Юхновская А. В.

Доктор физ.-мат. наук, профессор Юмашев К. В.,

доктор физ.-мат. наук, профессор Маляревич А. М.

Белорусский национальный технический университет

В настоящей работе представлены результаты исследования ап-конверсионной люминесценции и механизмов ее возбуждения в кристаллах

щелочноземельных пентафторидов, соактивированных ионами эрбия и иттербия. Моноклинные кристаллы Er:LiKYbF_5 при возбуждении излучением на длине волны ~ 960 нм демонстрируют красно-зеленую АКЛ, для которой также характерна ярко выраженная температурная зависимость. На рисунке 1 приведен обзорный спектр АКЛ кристалла 2 ат. % Er:LiKYbF_5 . Полосы люминесценции с максимумами интенсивности на длинах волн 660.34, 538.08 и 393.20 нм относятся к переходам ${}^4\text{F}_{9/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{15/2}$, ${}^4\text{H}_{9/2} + {}^4\text{S}_{3/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{15/2}$ и ${}^4\text{F}_{3/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{15/2}$, ионов Er^{3+} , соответственно. Отношение интенсивности красной и зеленой АКЛ в спектрах данных кристаллов невелико и составляет $R/G \sim 1,1$.

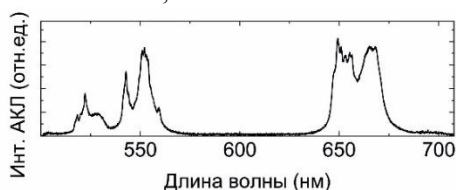


Рис. 1. Спектры АКЛ кристалла 2 ат. % Er:LiKYbF_5

Даже по сравнению с результатами, полученными для самоактивированного образца LiKErF_5 , данное отношение оказывается большим. В последнем случае вклад вносит процесс кросс-релаксации ${}^4\text{I}_{15/2} + {}^4\text{F}_{7/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{13/2} + {}^4\text{F}_{9/2}$, в результате которого эффективно опустошается состояние ${}^4\text{F}_{7/2}$ и населяется состояние ${}^4\text{F}_{9/2}$. Это приводит к желтовато-белому цвету АКЛ, что может быть использовано для разработки новых апконверсионных люминофоров и лазерных материалов на основе данных кристаллов.

УДК 681.7.023.72

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОДНОВРЕМЕННОЙ ДВУСТОРОННЕЙ ОБРАБОТКИ ЛИНЗ С ТОНКИМ ЦЕНТРОМ

Студент гр.11311114 Фильчук А. С., аспирант Мальпика Д. Л.

Доктор техн. наук, профессор Козерук А. С.,

ст. преподаватель Сухоцкий А. А.

Белорусский национальный технический университет

Среди силовых оптических деталей половина из них относится к нетехнологическим оптическим элементам из-за их невысокой жесткости, обусловленной малой толщиной по центру. При закреплении заготовок таких линз на блокировочный инструмент с помощью наклеичного вещества, которое в классической технологии односторонней обработки

наносится на одну из исполнительных поверхностей заготовки, после остывания блока происходит упругая деформация последней, вызванная различными значениями температурных коэффициентов линейного расширения металла, наклеечного вещества и стекла. После разблокировки блока наступает релаксация напряжений в стекле, и достигнутая точность обработки поверхности линзы снижается. Для устранения этой проблемы используют так называемый прием разгрузки линзы. Сущность его сводится к тому, что на центральную зону поверхности заготовки, на которую будет наноситься наклеечное вещество, помещают бумажный кружок диаметром примерно $1/3$ диаметра линзы. Деформация заготовки при этом уменьшается, но не полностью.

Более эффективным в данном случае является крепление линзы за ее нерабочую поверхность, что позволяет реализовать прогрессивную технологию одновременной двусторонней ее обработки. При использовании предлагаемой технологии происходит не только улучшение качества деталей из-за исключения их деформации на стадии блокировки, но и существенное повышение производительности процесса формообразования высокоточных нетехнологических оптических деталей типа линз.

В результате проведенных численных исследований установлены режимы работы станка для обработки линз, обеспечивающие равномерный съем припуска по всей поверхности заготовки, а также проанализирован коэффициент эффективности наладочных параметров, который показал, что для исправления макропогрешностей в виде «бугра» и «ямы» наиболее целесообразно изменять отношение частот вращения инструмента и детали, что, в свою очередь, диктует необходимость в станке механизма, позволяющего независимо регулировать эти частоты.

УДК 681.7.015.2+535.317

АХРОМАТИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТИВ ДЛЯ СХЕМЫ ПРИЕМНОГО КАНАЛА СИСТЕМЫ НАВЕДЕНИЯ

Студент гр.11311114 Чернавци Д. А., студент гр. 11311116 Бобко А. Н.

Доктор техн. наук, профессор Артюхина Н. К.

Белорусский национальный технический университет

Современные оптические приборы наведения, распознавания цели и др. в большинстве своем работают в нескольких спектральных диапазонах. Исходя из этого, возникает необходимость создания объективов, в которых исправлены хроматические аберрации для двух различных длин волн ($\lambda = 579$ нм и $\lambda = 1,06$ мкм), а также частично проводить коррекцию сферической аберрации.

В данной работе проведена модификация оптической схемы приемного канала системы наведения, предложено использовать ахроматический объектив для двух длин волн.

В простейшем случае данный тип объективов состоит из двух склеенных линз из различных марок стекла, одна из которых положительная, а другая – отрицательная. Условием ахроматизации является выражение $dS' = \sum \frac{\Phi}{\nu} = 0$, где Φ – оптическая сила линзы. В таких склейках используют линзы, изготовленные из оптических стёкол с различной дисперсией [1]. Склеивание линз с помощью оптического клея само по себе никак не влияет на ахроматические свойства, однако позволяет уменьшить отражение света от поверхностей линз, снизить требования к точности изготовления склеиваемых поверхностей и облегчить последующий монтаж.

Проведено моделирование с помощью компьютерных пакетов программ проектирования оптики Orap и Zemax и разработана оптимальная оптическая система, проведена коррекция хроматических и сферических aberrаций.

С этой целью была осуществлена компьютерная оптимизация значений конструктивных параметров сферических поверхностей. Рассчитаны геометрические aberrации и частотно-контрастная характеристика (ЧКХ). Качество изображения в модернизированной системе значительно улучшено по сравнению с аналогом: значение ЧКХ значительно выше ($N_{ст} = 60 \text{ мм}^{-1}$; $N_n = 145 \text{ мм}^{-1}$).

Литература

1. Е. А. Иофис. Фотокинотехника / И. Ю. Шебалин. М.,: «Советская энциклопедия», 1981. – 447 с.

УДК 535.317

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАТАДИОПТРИЧЕСКОГО ОБЪЕКТИВА ШМИДТА

Аспирант Самбрано Л. Ф.

Доктор техн. наук, профессор Артюхина Н. К.

Белорусский национальный технический университет

Начиная с конца XIX века, астрономия вступила в фазу многочисленных открытий, достижений и изобретений в XX веке была создан Шмидтом объектив для астрономических исследований. Данная система благодаря большому полю зрения ($2\omega=10^\circ$) традиционно использовалась для поиска различных типов звездных объектов [1]. В Латинской Америке вблизи экватора в Боливарианской Республике Венесуэла находится система Шмидта, являющая пятой по размеру в мире, позволяющая наблюдать оба полушария (север и юг) благодаря своему преимущественному положению.

В данной работе представлен анализ основных факторов проектирования объектива Шмидта, находящегося в национальной астрономической обсерватории Льяно дель Хато в Венесуэле.

Катадиоптрический объектив Шмидта [2,3] состоит из сферического зеркала и стеклянной пластины с асферической поверхностью для устранения сферической аберрации, установленной в центре кривизны зеркала и, как следствие, совмещения входного зрачка с оправой пластины. Исследуемый объектив обладает исправлением комы, астигматизма и дисторсии. Получено уравнение профиля поверхности пластины-корректора:

$$y^2 = -8.315e^{-7}x^2 + 2.218e^{-12}x^4 + 0.375e^{-19}x^6$$

Кроме того, известно, что хроматизм положения и сферохроматическая аберрация невелики, благодаря малым величинам отступления асферической поверхности от плоскости.

Было установлено, что размер безаберрационного поля ограничивается кривизной изображения, радиус поверхности которой равен фокусному расстоянию объектива. С одной стороны, объектив Шмидта имеет высокую светосилу при дифракционном качестве изображения и возможность работы в широкой области спектра. С другой стороны, основные недостатки такой системы: большая длина, равная двум фокусным расстояниям, кривизна изображения и технологические проблемы, связанные с изготовлением асферической поверхности пластины. Тем не менее для исследований космоса, одной из более приоритетных систем считается камера Шмидта. Значения ее основных характеристик и параметров в венесуэльской астрономической обсерватории представлены в таблице 1.

Табл. 1. Оптические и конструктивные параметры объектива Шмидта

Апертура	1000 мм
Диаметр зеркала	1500 мм
Эффективный диаметр зеркала	1010 мм
Фокусное расстояние	3030 мм
Поле зрения	10°
Относительное отверстие	1:3
Диаметр пластины	1000 мм
Стеклопластина	UBK7

Литература

1. I.Ferrín y C. Leal. Búsqueda general con la cámara mosaico CCD del telescopio Schmidt de 1m del observatorio Nacional de Venezuela //Revista Mexicana de Física S 52(3) ,2006.pp.9-11.
2. Слюсарь Г.Г. Расчет оптических систем. Л.: Машиностроение,1975. 638с.
3. Запрягаева Л.А., Сверхникова И.С. Расчет и проектирование оптических систем. М: Логос.2000.581с.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СПЕКТРАЛЬНОГО ДИАПАЗОНА ПРОПУСКАНИЯ ИНФРАКРАСНОГО ОБЪЕКТИВА

Аспирант Фуфаев А. В.¹

Кандидат техн. наук, доцент Фёдорцев Р. В.²

¹НПУП предприятие «НТЦ «ЛЭМТ» БелОМО»

²Белорусский национальный технический университет

Предприятие НТЦ «ЛЭМТ» производит ИК-объективы серии F50 IR. Посредством настольного ИК Фурье-спектрометра "Tensor-27" (компании Bruker) проведены измерения спектрального диапазона пропускания опытного образца ИК-объектива F50 IR. На рисунке 1 приведена оптическая схема данного прибора.

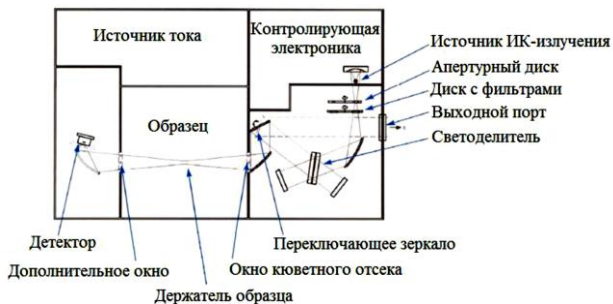


Рис. 1. Функциональная схема ИК-спектрометра «Tensor-27»

На рисунке 2 представлены графики спектрального диапазона пропускания исследуемого объектива.

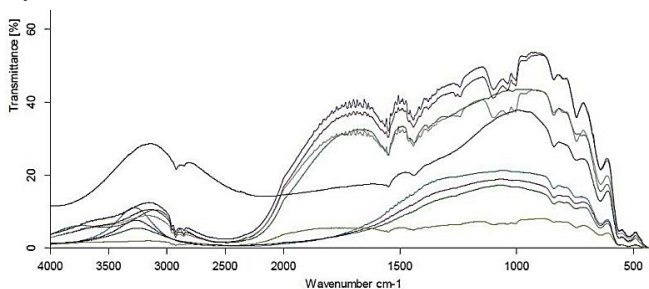


Рис. 2. Графики спектрального диапазона пропускания F50 IR

Оптические спектры исследуемого объекта получают в две стадии. На первой стадии фотоприёмник (детектор) регистрирует интерферограмму. На второй проводится математическая обработка интерферограммы, в результате которой из неё восстанавливается спектральный состав излучения.

Разные графики получены за счёт продольного перемещения объектива относительно детектора. Установлено наибольшее значение пропускания в значениях 10 – 12 мкм средней области ИК-спектра.

УДК 621.3.038.825.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ И СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА ГАЗОРАЗРЯДНЫХ ЛАМП

Студент Аксенник А. С.

Доктор физ.-мат. наук, профессор Маляревич А. М.
Белорусский национальный технический университет

Правильная организация искусственного освещения имеет большое значение для создания комфортных съёмочных условий. Для исследования были выбраны лампы накаливания, металлогалогенные, светодиодные, люминесцентные и компактные люминесцентные лампы. По результатам прямых измерений были определены диаграммы направленности, световой поток и класс энергопотребления отобранных источников света.

Все экспериментальные данные были сведены в единую таблицу, что позволяет наглядно проследить особенности исследованных образцов. Было обнаружено, что измеренные величины для некоторых образцов отличаются от заявленных производителем, причём наибольшее расхождение отмечено у компактных люминесцентных ламп.

Анализ полученных результатов позволил определить целесообразность конкретного применения исследованных источников света.

УДК 621.373.826

ЛАЗЕРНО-ИСКРОВАЯ ЭМИССИОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ

Студент гр.11311215 Шор Р. В.^{1,2},

Кандидат техн. наук, доцент Кузнечик В. О.¹

¹Белорусский национальный технический университет

²ООО «СОЛ Инструментс», г. Минск

Лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия аналитический метод элементного анализа, обеспечивающий высокоточный многоэлементный анализ химического состава пробы в режиме реального времени в лабораторных и полевых условиях.

Метод основан на возбуждении атомов элементов материала пробы импульсом лазерного излучения, сфокусированным на поверхность пробы, разложении излучения атомов элементов в спектр, измерении значения

аналитических сигналов, пропорциональных интенсивности спектральных линий, и последующем определении массовых долей элементов с помощью калибровочных кривых.

Преимуществами данного метода являются: безопасность (относительно X-RAY метода), высокая точность, простота в использовании, а так же возможность применения дистанционного анализа образца (до 20м) в некоторых продвинутых установках. Метод набирает популярность по всему миру, а основными странами-производителями являются: Германия, Франция, Россия, Беларусь, Канада, Чехия, США.

Диапазон обнаруживаемых и количественно измеряемых анализатором LEA-S500 производства SOL Instruments химических элементов представлен на рисунке 1.

Определяемые элементы
с установленным пределом обнаружения, ppm
1 ppm = 0.0001%

H 100																	He 100																																
Li 0.01	Be 0.07											B 2	C 1	N <100	O <100	F 20	Ne <100																																
Na 0.05	Mg 0.1											Al 1	Si 3	P 20	S 10	Cl 100	Ar <100																																
K 0.06	Ca 0.1	Sc 10	Ti 0.3	V 1	Cr 1	Mn 0.2	Fe 0.5	Co 0.2	Ni 0.8	Cu 0.1	Zn 0.5	Ga <100	Ge 2	As 40	Se <100	Br 200	Kr <100																																
Rb 1	Sr 0.2	Y 10	Zr 1	Nb 5	Mo 1	Tc <100	Ru <100	Rh <100	Pd <100	Ag 0.1	Cd 0.2	In 5	Sn 10	Sb 10	Te <100	I <100	Xe <100																																
Cs <100	Ba 0.2	Lu <100	Hf 5	Ta <100	W 5	Re <100	Os <100	Ir <100	Pt <100	Au 1	Hg <100	Tl 1	Pb 0.3	Bi 5	Po <100	At <100	Rn <100																																
Fr <100	Ra <100																																																
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tbody> <tr> <td>La 40</td> <td>Ce 4</td> <td>Pr <100</td> <td>Nd <100</td> <td>Pm <100</td> <td>Sm <100</td> <td>Eu <100</td> <td>Gd <100</td> <td>Tb 1</td> <td>Dy <100</td> <td>Ho <100</td> <td>Er 10</td> <td>Tm <100</td> <td>Yb 1</td> </tr> <tr> <td>Ac <100</td> <td>Th <100</td> <td>Pa 2</td> <td>U 30</td> <td colspan="14"></td> </tr> </tbody> </table>																		La 40	Ce 4	Pr <100	Nd <100	Pm <100	Sm <100	Eu <100	Gd <100	Tb 1	Dy <100	Ho <100	Er 10	Tm <100	Yb 1	Ac <100	Th <100	Pa 2	U 30														
La 40	Ce 4	Pr <100	Nd <100	Pm <100	Sm <100	Eu <100	Gd <100	Tb 1	Dy <100	Ho <100	Er 10	Tm <100	Yb 1																																				
Ac <100	Th <100	Pa 2	U 30																																														

УДК 628.974

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОДИНАМИЧЕСКОЙ ПОДСВЕТКОЙ ЗДАНИЙ

Магистрант Судникевич В. В.^{1,2}

Кандидат техн. наук, доцент Фёдорцев Р. В.¹

¹Белорусский национальный технический университет

²ЗАО «БЕЛИНТЕГРА»

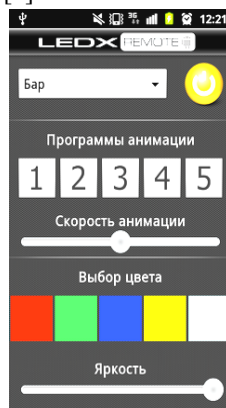
Светодинамическая подсветка зданий и сооружений представляет собой новое и современное направление развития архитектурного дизайна. Ключевым фактором для этого явилась возможность применения недорогих линейных светодиодных источников света. В качестве объектов подсветки

выступают: внешние контуры здания, крыши и козырьки здания, контуры окон, балконов и ниш, колонны и т.п. элементы конструкции.

Система управления светодинамической подсветкой зданий включает следующие основные компоненты: внешние контроллеры RGB; DMX приёмники и кнопочную панель или сенсорный пульт управления. Передачу управляющих сигналов на больших дистанциях можно осуществлять через модем по радиоканалу, а на малых дистанциях через инфракрасный порт портативного пульта управления. Одним из новых направлений является возможность использования в качестве управляющего устройства смартфона на платформе Android или Apple через Wi-Fi соединение [1].

В качестве управляющих параметров могут выступать: уровень яркости (регулируемый в зависимости от времени суток), программы анимации (для некоторых контроллеров доступно до 256 изначально предустановленных вариантов), выбор конкретного цвета или их последовательное сочетание, скорость анимации определяется (частота смены цветов или повторяемость сцен).

На сегодняшний день наибольшее распространение получили следующие программируемые светодиодные исполнительные контроллеры: iMLed16, iMLed18Pro, iMLamp4PRO, iMDmx, DMX K-8000D, DMX512, Sunlite SLESA и STICK (Arlight), и др.



Литература

1. Контроллеры для управления светодиодной подсветкой. Hand Light. Россия, Москва. <http://handlight.ru/led/kontrolleryi-dlya-upravleniya-svetodiodnoy-podsvetkoy.html>.

СЕКЦИЯ 5. ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

УДК 303

ТЕОРИЯ ИЗМЕРЕНИЙ (ТЕОРИЯ РЕЙТИНГОВ)

Студенты гр.11305118 Алешевич Д. Д., Ильинчик И. В., Заблоцкий И. Д.
Кандидат физ.-мат. наук, доцент Романчук В. М.
Белорусский национальный технический университет

Существует два способа получения измерительной информации статистическое наблюдение и измерение. Обычно выделяют классическую теорию измерений (КТИ) и репрезентативную теорию измерений (РТИ) [1]. В КТИ измеряемая величина Q является аддитивной:

$$Q(A_1 + A_2) = Q(A_1) + Q(A_2).$$

РТИ базируется на теории множеств и не использует понятие аддитивности. В РТИ измерение - это отображение $q_i = q(A_i)$ эмпирических объектов A_1, A_2, \dots, A_n на множество действительных чисел \mathfrak{R} , сохраняющее отношения. Например, бинарное отношение на множестве объектов B отображается в бинарное отношение на множестве чисел B^* и выполняется условие

$$(A_i, A_j) \in B \Leftrightarrow (q(A_i), q(A_j)) \in B^*.$$

При проведении измерений редко используется непосредственно отношения. Это связано с тем, что отношения неудобны для моделирования реальных систем. Абстрактные математические понятия РТИ не имеют реальной интерпретации и не воспринимаются прикладными специалистами как инструмент измерения и анализа [2].

Теория рейтингов – альтернативный вариант теории измерений [3]. Теория рейтингов использует понятия теории категорий. В процессе измерения объекты A_1, A_2, \dots, A_n , и упорядоченные пары объектов (A_i, A_j) эмпирической категории отображаются на значения числовой категории: $R_i = R(A_i)$, $R_{ij} = R(A_i, A_j)$ при этом выполняется равенство

$$R((A_i, A_k) + (A_k, A_j)) = R(A_i, A_k) + R(A_k, A_j),$$

$R(A_i)$, $R(A_i, A_j)$ – рейтинги. Значения величины q_i определяются аксиоматически и являются функцией рейтинга, $q_i = q(R(A_i))$.

Литература

1. Кнорринг В.Г. Метрология, стандартизация, сертификация / В.Г. Кнорринг, М.Г. Марамзина // Учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2006. – 240 с.
2. Cliff, N. Abstract Measurement Theory and the Revolution That Never Happened/ Cliff // Psychological Science – 1992.–Vol. 3, № 3.– pp. 186 –190.
3. Романчук В. М. Субъективное оценивание вероятности /В.М. Романчук // Информатика. – 2018.–Т.15, № 2. – С. 74–82.

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

Студент гр. 11305115 Абдыев А. Д.
Кандидат физ.-мат. наук, доцент Гундина М. А.,
доктор физ.-мат. наук, доцент Князев М. А.
Белорусский национальный технический университет

При подготовке работ, выполненных студентами для участия в различных международных конкурсах, желательно учитывать следующие рекомендации:

1) указать в отзыве научного руководителя название государственной бюджетной темы или гранта научных исследований, в рамках которых выполнена работа;

2) представить в завершении каждой главы научной работы краткие выводы, отражающие основные результаты, полученные в этой главе;

3) включить в работу приложение, содержащее программные коды, графики, чертежи и другую информацию, которая позволит рецензентам оценить объем выполненной работы;

4) приложить к работе акты внедрения в учебный процесс и (или) в производство, если такие имеются;

5) минимизировать общеизвестные теоретические сведения;

6) выдержать формальные требования, которые предъявляются к работам, представленным на конкурс;

7) апробировать результаты, полученные в работе; опубликовать их в отечественных и зарубежных изданиях;

8) оформить методические указания;

9) приложить к работе весь пакет сопроводительных документов. Отсутствие отзыва, справки или другого необходимого документа может повлиять на общее количество выставляемых баллов;

10) не включать в список публикаций автора работ, которые находятся на рассмотрении в редакции журналов;

11) при непредвиденных обстоятельствах оформить работу таким образом, чтобы рецензенту было понятно, что автор поменял фамилию или тему научных исследований;

12) включить в список публикаций только те научные работы, которые соответствуют тематике исследований;

13) включать в библиографический список публикации не старше 15 лет;

14) если автор имеет публикации по теме исследований, раскрываемых в работе, добавить ссылки по тексту на эти работы;

15) заранее уточнить относятся ли журналы, в которых опубликованы исследования автора, описанные в конкурсной работе, к рецензируемым журналам.

УДК 621.315.592

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ GeSi ГЕТЕРОСТРУКТУР

Студент гр. 11311115 Альхимович М. А.

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

Белорусский национальный технический университет

В современной микроэлектронике широко используются структуры со слоями $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$ [1]. При формировании и модификации подобного рода структур часто применяют оптические обработки, в частности, лазерное воздействие [2, 3]. Для правильной интерпретации результатов оптической диагностики, а также определения режимов облучения необходимо иметь данные об оптических свойствах данных структур.

В настоящей работе проведено моделирование оптических свойств трёх-слойных гетероструктур $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}/\text{SiO}_2/\text{Si}$. Для моделирования отражательной способности использовалась теория распространения электромагнитных волн в проводящей слоистой среде [4]. Определение отражательной способности проводилось на основе метода характеристических матриц. Исходными параметрами для расчета являются комплексные показатели преломления для каждого слоя и толщины слоёв. Si подложка предполагалась толщиной порядка сотен микрометров, толщины двух других слоёв варьировались от нескольких десятков до нескольких сотен нанометров. Содержание Ge варьировалось от 0.5 до 1. Для данной структуры характеристическая матрица является произведением характеристических матриц первого и второго слоёв. Расчёты проведены для длин волн рубинового (694 нм) и Nd:YAG лазеров (первая и вторая гармоника 532 и 1064 нм).

Исследована зависимость отражательной способности от содержания Ge и толщины слоёв $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$ и SiO_2 , а также от угла падения излучения. Расчёты проводились в пакете математических программ Mathcad. Проведенное сравнение с имеющимися экспериментальными данными по отражательной способности подобных структур показало удовлетворительное согласие экспериментальных и расчетных данных.

Литература

1. The revolution in SiGe: impact on device electronics / D.I. Harnam [et al.] // Appl. Surf. Sci. - 2004. - Vol. 224. - P.9-17.

2. All laser-assisted heteroepitaxial growth of $\text{Si}_{0.8}\text{Ge}_{0.2}$ on $\text{Si}(100)$: Pulsed laser deposition and laser induced melting solidification /R.Serna [et al.] // Appl. Phys. Lett. -1996.- Vol.68.-P.1781-1783.

3. Laser-induced melting and recrystallization of CVD grown polycrystalline $\text{Si}/\text{SiGe}/\text{Ge}$ layers / P.I. Gaiduk [et al.] // Physica B.-2009.-Vol. 404.- P. 4708–4711.

4. Борн, М. Основы оптики / М. Борн, Э. Вольф.- М.: Наука, 1970. -856 с.

УДК 004

АНАЛИЗ ТЕСТА ПО МЕТОДИКЕ ДИАГНОСТИКИ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ ЛИЧНОСТИ К КОНФЛИКТНОМУ ПОВЕДЕНИЮ К. ТОМАСА

Студент гр. 11304117 Андрусенко Н. Л., студент гр. 11301117 Крушев И. С.

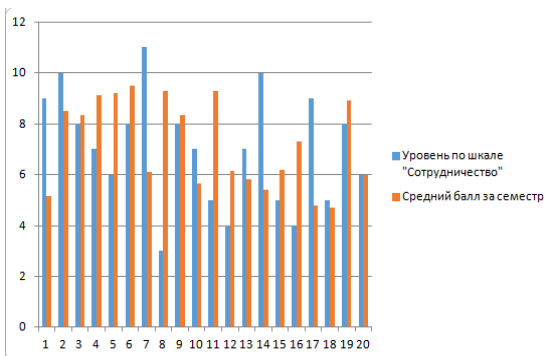
Кандидат физ.-мат. наук, доцент Гундина М. А.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрим результаты тестирования группы студентов по методике диагностики predisposition личности к конфликтному поведению К. Томаса [1]. Для определения predisposition личности к конфликтному поведению был проведен опрос среди студенческой группы (возраст 18-20 лет).

К. Томас выделяет определенные типы поведения в конфликтной ситуации. Среди них можно выделить следующие типы: соперничество, приспособление, компромисс, избегание, сотрудничество.

Результаты теста после анализа оказались следующими: большинство из



20 опрошенных относится к типу «Сотрудничество».

Кроме этого, был проанализирован уровень успеваемости студентов. Коэффициент корреляции уровня успеваемости и их уровня сотрудничества оказался равным-0,16. По шкале корреляции, приведенной в работе [2], это значение соответствует

случаю называемому» совсем неудовлетворительная надежность», «валидность малоудовлетворительная». О зависимости двух этих признаков по данной выборке говорить не приходится. Требуется провести анализ зависимости уровня успеваемости студентов от уровня по другим шкалам «соперничество», «компромисс» и т. д.

Литература

1. Карелина, А.А. Тест описания поведения К.Томаса // А.А. Карелина / Психологические тесты. – М., 2001. – Т.2. – С.69-77.
2. Кожемякина, М.П. Анализ психологической составляющей подготовки учеников к единому государственному экзамену // М.П. Кожемякина, В.В. Спасенников / Психология в экономике и управлении, 2011. – №2. – С.72–77.

УДК 681.6

ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ

Студенты гр. 10904118 Бабарико Д. И., Яцынович С. А.
Кандидат физ.-мат. наук, доцент Манего С. А.
Белорусский национальный технический университет

3D-печать – процесс создания цельных трехмерных объектов практически любой геометрической формы на основе цифровой модели. Перечислим основные технологии 3D-печати: лазерная стереолитография (SLA), полимеризация фотополимерного пластика ультрафиолетовой лампой (DLP), выборочное лазерное спекание (SLS), выборочное лазерное сплавление (SLM), моделирование методом послойного наплавления (FDM), электронно-лучевая плавка (EBM), технология многоструйного моделирования (MJM), технология цветной струйной печати (CJP), ламинирование (LOM). Технологии 3D-печати основаны на концепции построения объекта последовательно наносимыми слоями, отображающими контуры модели. В последние годы тенденция развития технологии 3D-печати существенно усилилась. Это обусловлено рядом причин: возможностью экспериментировать и создавать различные изделия в домашних условиях, значительно уменьшить время проектирования и получения готового изделия в различных отраслях промышленности. Данная технология позволила существенно изменить множество традиционных индустрий, таких как авиация, двигателестроение, станкостроение и др. В этих отраслях стоит основная задача снижение стоимости изделия, т.е. оптимизация и ускорения процессов проектирования и получения готового изделия, и 3D-технологии эти задачи решает значительно лучше, чем традиционные технологии. Это обусловлено сокращением времени, затрачиваемое на оптимизацию технологических процессов. 3D-технологии не требуют разработки специальной оснастки, создания новых производств и прочих операций. Кроме того, данные технологии позволяют изготавливать сложные, неразворачиваемые поверхности высокого порядка, создание которых изготовить традиционными методами очень сложно. К положительным качествам 3D-технологий следует отнести возможность создания изделий в диапазоне от 25–50 мкм до 150 см., малое количество отходов, высокая

прочность получаемых образцов. К отрицательным моментам таких технологий следует отнести: ограниченный выбор материалов для изготовления моделей, невозможность цветной печати и сочетания разных материалов в одном цикле, малая скорость печати, очень большие габариты и вес, а также высокая цена принтеров. Суммируя выше сказанное можно предположить большое будущее за данной технологией.

УДК 336.714

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЗАИМОВЫГОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА БЕЛАРУСИ И КИТАЯ В ПРОЕКТЕ «ОДИН ПОЯС – ОДИН ПУТЬ»

Студент гр. 11306118 Боженко А. Л.

Ст. преподаватель Серченя Т. И.

Белорусский национальный технический университет

Развитие торговли между Китаем и странами Средиземноморья началось во втором веке до нашей эры. Купцами того времени было проложено множество торговых путей. Самый известный из торговых путей это Великий шёлковый путь, который начинался в Сиане, вёл в Дуньхуан, где расходился: южная дорога - по окраине пустыни Такла-Макан через Памир вела в Бакритию, оттуда - в Индию и на Ближний Восток до Средиземного моря, северная пересекала Памир и казахские степи. Современный этап развития характеризуется расширением внешнеторговых связей Китая. Так, товарооборот Китая со странами Европы в 2018г. вырос на 12,6% по сравнению с 2017г. Товары из Китая в Европу доставляют морским, воздушным и железнодорожным транспортом. На основе экономической оценки вышеуказанных способов доставки товаров и увеличения товарооборота можно рассуждать о необходимости и экономической целесообразности создания Китаем нового проекта «Великого шёлкового пути» под названием «Один пояс – один путь».

Экономическое сотрудничество между Республикой Беларусь и Китайской Народной Республикой на современном этапе активно развивается и всячески поддерживается лидерами двух стран. Республика Беларусь заинтересована в участии в проекте «Один пояс – один путь» и имеет ряд преимуществ в реализации данного проекта:

- создание на территории Беларуси крупнейшего в Европе производственно-логистического центра «Великий камень»;

- развитая транспортная инфраструктура. Рядом с «Великим камнем» расположен аэропорт, железная дорога, автодорога. Есть возможность использовать морской транспорт через порты Прибалтийских стран;

- тесное и взаимовыгодное сотрудничество в экономической и политической сфере между нашими странами;

- между руководством Республики Беларусь и руководством КНР налажены дружественные и доверительные контакты;
- в высших учебных заведениях Республики Беларусь осуществляется подготовка специалистов, владеющих китайским языком.
- стабильная экономическая и социальная обстановка внутри нашей страны;
- миролюбивая внешняя политика Республики Беларусь.

Реализация проекта «Один пояс – один путь» ведёт к более тесному и взаимовыгодному сотрудничеству между РБ и КНР.

УДК 519

ЗАДАЧА О ПОДБРАСЫВАНИИ МОНЕТЫ

Студент гр. 11310117 Бородин А. Н.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Гундина М. А.

Белорусский национальный технический университет

Многие люди, чтобы сделать выбор, используют монетку. Таким способом люди «полагаются на судьбу», их последующие действия полностью зависят от того, какая сторона монеты выпадет: «герб» или «решка». Этот эксперимент волновал многих ученых и исследователей, которые задавались вопросом о том, на самом ли деле сторона монетки, которая выпадает после подбрасывания, абсолютно случайно определяется.

Впервые подробное исследование на эту тему было проведено американским математиком и иллюзионистом Перси Диаконисом. Он продемонстрировал, что при использовании механического «подбрасывателя», способного произвести бросок с точно заданными параметрами, выпадающий результат весьма предсказуем.

Нами решено было повторить эксперимент с монетой. Остается открытым вопрос, могут ли начальные условия (высота, сила, начальный угол отклонения, угловая скорость подбрасывания) повлиять на результат подбрасывания.

Были проведены четыре серии испытаний, в каждой из которых была подброшена монета 20, 100 и 500 раз. В первой серии, осуществлялось подбрасывание монеты на определенную высоту h ; во второй, на высоту равную $2h$; третья серия заключалась в подбрасывании монеты с начального положения – ребром и, наконец, четвертая подразумевала собой сбрасывание монеты с высоты h . Полученные данные заносил в таблицу 1.

Проанализировав полученные результаты, можно сделать вывод, что наблюдается стабилизация частоты выпадений герба, при увеличении количества подбрасываний это значение приближается к 0,5. Сравнивая результаты проведенных испытаний, можно сделать вывод, что при

большом количестве испытаний описанные изменения в условиях эксперимента незначительно влияют на результат.

Табл. 1. Результаты проведенного эксперимента (количество выпадений герба)

	Серия 1	Серия 2	Серия 3	Серия 4
20 подбрасываний	13	11	7	13
100 подбрасываний	53	47	46	68
500 подбрасываний	266	258	251	307

УДК 621.833.005

СОЗДАНИЕ И ОБРАБОТКА БИМЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ПАКЕТЕ 3D MAX

Студент гр.11307116 Анкуда Н. О.

Ст. преподаватель Кондратьева Н. А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время ничего не стоит на месте, все стремительно развивается, появляются различные инновационные технологии, а также новые методы диагностирования и лечения, у врачей появилась возможность ставить более точные диагнозы. Для этого используются новейшие технические разработки, отличающиеся высокой точностью.

Современные компьютерные технологии дают возможность создавать 3D модели человеческих органов, искусственных костей, тканей, кровеносных сосудов, вен, имплантов на основе трехмерных изображений частей тела пациента с учетом их функциональных особенностей. В медицине применение трехмерных технологий развивается сразу в нескольких направлениях: сканирование органов и выпуск 3D моделей отсканированных органов. С помощью трехмерной печати можно изготовить цельный имплант. 3D принтер в медицине позволяет создавать различные протезы, которые идеально будут подходить для отдельного пациента.



Рис. 1. 3D-модель руки

Существует такое понятие как бионический протез, или сложное устройство, улавливающее нервными импульсами, созданное на стыке нескольких наук : медицины, инженерии, бионики и электроники. Данное

устройство так же можно создать при помощи моделирования и последующей печати на 3D-принтере.

В ходе работы выполнен эксперимент по созданию и обработке биомедицинских цифровых изображений с использованием пакета 3D max, которые в дальнейшем можно использовать для печати объемной, осязаемой модели (рис. 1), а также преобразование и изменение геометрических и качественных характеристик данных изображений.

УДК 388.41

ИНФОРМАЦИОННО-РЕКЛАМНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

Студенты гр. 11310116 Василевский Д. А., Мергурьев И. С.

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.

Белорусский национальный технический университет

В современном условиях хозяйствования для повышения эффективности производственно-хозяйственной деятельности предприятий активно используется информационно-рекламная деятельность. Реклама играет крайне важную экономическую роль – она благоприятно влияет на рост производств, на объём средств вложенных в эти производства, а также она увеличивает количество рабочих мест и конкуренцию.

Реклама (от лат. *gessamare* - выкрикивать) - информация, распространенная любым способом, в любой форме и с использованием любых средств, адресованная неопределенному кругу лиц и направленная на привлечение внимания к объекту рекламирования, формирование или поддержание интереса к нему и его продвижение на рынке.

Из данного определения понятно, что цель рекламы поспособствовать реализации товара. В современном мире для этого используется масса средств информации, и самое известное средство информации используемое для этого конечно – телевизор, а также интернет. Такой вид рекламы имеет много преимуществ, таких как: огромная аудитория, визуальное и звуковое воздействие одновременно, показ рекламы перед определёнными тематическими передачами увеличивает эффект воздействия, возможность заказать товар не отходя от экрана. Из минусов можно выделить дороговизну, т.к. для создания ролика нужны: дорогая аппаратура, высококвалифицированные специалисты, такие как: актёры, операторы, режиссёры. Поэтому не многие компании могут позволить себе рекламу на телевидении.

Для выявления эффективности такой рекламы на сегодняшний день проведена масса исследований, например: результаты исследования по методу

Даниэля Старча показали, что большинство людей (75 %) узнают рекламные ролики по визуальной составляющей, звуковому сопровождению, воспроизводят отдельные высказывания, выражения, мелодии. Однако, люди не прерывают свою деятельность из-за рекламы, не предпочитают рекламу другим передачам. На основании ответов респондентов можно сделать следующий вывод: реклама узнаваема, но она не влияет на формирование потребительских предпочтений и не служит средством манипулирования сознанием людей.

УДК 51-37

ПОСТРОЕНИЕ 3D-ГРАФИКИ В СРЕДЕ MATHCAD

Студент гр. 11311118 Гордейко Р. В.

Кандидат техн. наук Реутская О. Г.

Белорусский национальный технический университет

Для построения 3D-моделей одной из оптимальных сред для визуализации объемной графики математических функций является среда инженерных расчетов MathCAD. Чтобы создать график можно использовать быстрое построение, задавая для этого тип графика. Также в MathCAD имеется возможность быстрого построения многогранников с помощью встроенной функции. Для этого нужно вставить шаблон 3D-графика и в поле ввода добавить функцию Polyhedron [1].

Для визуализации графических возможностей среды MathCAD были выбраны, построены и видоизменены графики сферы и логарифмической спирали, заданные в параметрическом виде. На примере 3D-графика сферы, изменяя значение угла поворота координатных плоскостей, происходит «вырезание» определённой области поверхности сферы (рис. 1, а). При изменении переменных 3D-графика логарифмической спирали, а именно значения массива оси аппликат $z_{i,j}$, заменяя значение функции синуса на косинус, график уплотняется и приобретает форму спиралевидной плоскости (рис. 1, б).

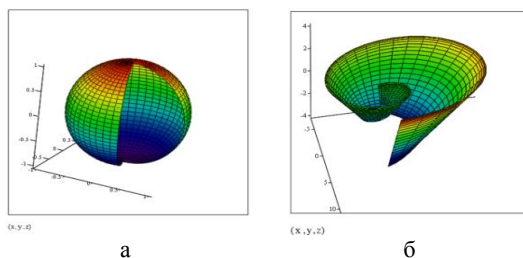


Рис. 1. Видоизменённые 3D-графики в среде MathCAD сферы с вырезом (а), спиралевидной поверхности (б)

Построение графиков математических функций является неотъемлемой частью инженерного проектирования. Для их визуализации MathCAD является простой в усвоении и работе программой, что позволяет быстро адаптироваться к её интерфейсу, производить необходимые расчёты и построения различных графиков.

Литература

1. Новиковский, Е.А. Учебное пособие «Работа в системе MathCAD» / Е. А. Новиковский. – Барнаул: Типография АлтГТУ, 2013. – 114 с.

УДК 51-7

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Студент гр.11306116 Данилевич Е. Д.

Ст. преподаватель Прихач Н. К.

Белорусский национальный технический университет

Прогнозирование – комплекс действий, направленных на обнаружение, изучение и предсказание возможных вариантов будущего развития предприятия. Оно считается одним из самых эффективных методов, используемых при принятии решений управляющим.

Так как прогнозируемых ситуаций большое многообразие, то существует огромное количество математических способов прогнозирования. Важной отправной точкой в процессе прогнозирования является переоценка экономического климата предприятия в целом. Здесь комбинация анализа на основе моделей и моделей статистических показателей играет важную роль. Прогнозируемые изменения могут быть результатом введения нового продукта, улучшения существующего продукта, изменения в продажах или множества других факторов.

Математический метод и метод моделирования прогнозирования имеют высокую степень точности при анализе экономической деятельности компаний и позволяют использовать большое количество функций с целью прогнозирования необходимого показателя во времени. Данные методы являются самыми сложными и предполагают проектирование модели на базе заранее проведенного исследования существенных характеристик процессов на предприятии.

Используя экономико-математический метод, можно представить экономические процессы на предприятии, как целевую функцию. Целевая функция – цель оптимизации, показывает зависимость показателя, по которому проводится оптимизация, от независимых переменных.

Пример общего вида одноцелевого прогноза состояния предприятия через (Т) лет:

$$A = F[x(T), y(T), z(T), T],$$

где функция F – поочередное описание модели значений переменных характеристик деятельности (A) данного предприятия; x – это переменные параметра, являющиеся управляемыми; y – это переменные параметра, являющиеся условиями; z – это начальное значение прогнозируемого параметра деятельности предприятия, которое принимается за основу.

Описанные методы прогнозирования позволяют предприятию придерживаться определенной концепции развития и предсказать результаты, в случае ее изменения. Освоение этих принципов – важная цель для успешного экономического развития предприятия.

УДК 338.242

ПУТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ

Студенты гр. 11306115 Дробышева К. В., Кравцова В. В., Сычёв Д. Р.

Кандидат экон. наук, доцент Гурина Е. В.

Белорусский национальный технический университет

В современных условиях, отличающихся широким применением достижений научно-технического прогресса в производстве, резко увеличивается техногенная нагрузка на окружающую среду. В конечном результате загрязнение окружающей среды может привести к глобальным экологическим проблемам. Использование принципа эколого-экономической сбалансированности позволяет эффективно решать возникающие проблемы. В соответствие с данным принципом потребление природных ресурсов должно соответствовать скорости их возобновления, а поступление загрязнений – скорости их распространения и усвоения в природе. Экологизация экономики – процесс внедрения и осуществления принципов оптимального природопользования и минимизации отрицательного воздействия на экологические объекты при реализации антропогенной деятельности [1].

Существует ряд задач, которые необходимо решить при экологизации экономики. Это: переработка отходов для последующего использования в качестве вторичного ресурса; сокращение техногенной нагрузки; уменьшение потерь; самовосстановление естественных процессов в природе; планомерность извлечения полезных компонентов.

Необходимо отметить, что данные задачи выдвигают и новые пути их решения: 1) поэтапная экономическая перестройка; 2) разработка и внедрение безотходных и природосберегающих технологий, замкнутых циклов производства, рациональное территориальное расположение вредных производств; 3) проведение мероприятий по охране природы и окружающей среды таких, как создание охраняемых территорий, рекультивация, строительство

очистных сооружений, фильтров; детальный анализ взаимозаменяемости и дополняемости факторов производства в экономике.

Таким образом, решение задач экологизации экономики, развития новых технологий производства и эффективного использования природных ресурсов будет способствовать устойчивому экономическому развитию страны [2].

Литература

1. Гамидова А. Р., Эфендиева А. Т. Проблема устойчивого развития в эколого-экономических системах // Молодой ученый. – 2010. – №12. Т.1. – С. 70-73. – URL <https://moluch.ru/archive/23/2487/>. Дата доступа: 28.02.2019 г.
2. Баранчик В.П. Экономика природопользования / В.П. Баранчик, С.А. Касперович. – Минск: БГТУ, 2010. – 265 с.

УДК 519.216

РАСЧЕТ ВЕРОЯТНОСТИ СОБЫТИЙ 'ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ИСПЫТАНИЙ

Студенты гр. 11307118 Дук А. И., Баранов И. И.

Кандидат техн. наук Реутская О. Г.

Белорусский национальный технический университет

Испытание и проводимый опыт включают определенный комплекс условий или действий, при которых возможно осуществление соответствующего явления. Результаты в этом случае называют событиями. Например, опытом является подбрасывание монеты, а событиями – выпадающие стороны монеты. Для определения вероятности события расчетным и экспериментальными способами нами был проведен опыт подбрасывания белорусской монеты в количестве 10000 раз. При помощи измерительного прибора (электронных весов) была вычислена масса монеты - 5,8 грамм. Эксперимент был повторен дважды при одинаковых внешних условиях с соблюдением интервалов и частоты повторения. Данное количество испытаний позволяет минимизировать случайные периодические погрешности. Следует отметить, что при расчете учитывалось накопление экспериментальных данных. Для оценки полученных результатов использовались понятия «выборка» или «выборочная совокупность». Для группировки большого массива экспериментальных значений использовалась часть генеральной совокупности элементов, которая охватывается экспериментом (наблюдением, опросом) [1].

После расчета при помощи математической выборки были получены следующие данные (табл. 1).

Табл. 1. Расчёт выпадения орла на каждый день испытаний

День	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кол-во орлов	486	521	506	488	502	483	481	486	494	549

Также была вычислена вероятность выпадения «орла», которая составила 49.91%. Таким образом, вероятность выпадения одной из стороны монеты подтверждает расчетную величину вероятности, которая составляет 50%. Расхождение экспериментальных и теоритических данных связано с возможными изменениями условий подбрасывания. Поэтому при проведении натуральных экспериментов исключение погрешности является одним из важнейших вопросов, котрый следует устранять и учитывать при разработке приборов и техники.

Литература

1. Гусак А.А. Теория вероятностей Справочное пособие к решению задач / А.А.Гусак, Е.А.Бричкова - Минск.: ТетраСистемс - 2003. 288с.

УДК 004.89

АНАЛИЗ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ ПО ТЕСТУ ДЖ. ХОЛЛАНДА

Студент гр. 11307118 Дук А. И.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Гундина М. А.

Белорусский национальный технический университет

В одной студенческой группе приборостроительного факультета был проведен тест Дж. Холланда, основной целью которого является выявление типа профессиональных предпочтений, учет которого позволит оптимально организовать образовательный процесс педагогу.

Сущность данного подхода состоит в том, что большинство людей может быть отнесено к одному из 6 типов личности, определяемых его профессиональным окружением: реалистичный, интеллектуальный (исследовательский), социальный, конвенциональный, предприимчивый и артистичный типы [1].

Каждый из тестируемых студентов может быть охарактеризован с помощью комбинации типологических особенностей.

Результаты проведенного исследования представлены в таблице 1.

Табл. 1. Распределение типов профессиональных предпочтений в группе

Тип личности	Реалистический	Интеллектуальный	Социальный	Конвенциональный	Предприимчивый	Артистичный
Процентное соотношение к общему количеству человек, участвующих в эксперименте (%)	20	30	15	25	5	5

Большинство учащихся этой группы имеют исследовательский тип. Данная студенческая группа получает образование по технической специальности БНТУ. Их деятельность в основном заключается в сборе информации, ее систематизации и анализе. В студенческой группе, в которой преобладает исследовательский тип, возможно организация продуктивной самостоятельной работы, выполнение научно-исследовательских работ.

Литература

1. Горяинова, Е.Р. Прикладные методы анализа статистических данных: Учебное пособие / Е.Р. Горяинова, А.Р. Панков, Е.Н. Платонов. – М.: ИД ГУ ВШЭ, 2012. – 310 с.

УДК 004.77:573.7

СОЗДАНИЕ САЙТА ДЛЯ АГРОУСАДЬБЫ «ЖУРАВЛИНАЯ ЕЛЬНЯ»

Студент гр. 11311118 Зайцева А. А.

Кандидат техн. наук Реутская О. Г.

Белорусский национальный технический университет

Одним из приоритетных и перспективных направлений развития бизнеса в стране является создание агроусадьб при известных, уникальных природных заказниках и заповедниках. Но недостаточно развита сфера информирования потребителей об этих объектах. Примером такого места для отдыха и проведения досуга, является агроусадьба «Журавлиная Ельня». Это республиканский ландшафтный заказник, который является одним из уникальных заповедных мест Беларуси. В нем проживает около 150 видов птиц. Главной особенностью заказника является то, что в период миграции на его территории орнитологи наблюдают около 35 000 серых журавлей и более 10 000 гусей разных видов. Нами разработан макет сайта на тему «Агроусадьба «Журавлиная Ельня».

При разработке сайта было учтено, что предпочтительный интернет-ресурс должен обеспечивать быстрый доступ пользователей к предоставляемой информации на его страницах. Потребность в разработке данного сайта связана с недостаточной информативностью существующих аналогов.

Основой при разработке макета выбрана зарубежная платформа Wix. Более 96 миллионов пользователей применяют её для создания своих сайтов. Функционал платформы позволяет внедрять большое количество графических и других объектов, отличается простотой в использовании и представлении информации для пользователя. При разработке поисковой

оптимизации сайта сформирована функция обратной связи в виде отдельной страницы. Интерактивный календарь позволяет отмечать проводимые мероприятия. При разработке контента был сформирован альбом из изображений, полученных в ходе посещения экскурсий на территории агроусадьбы и самого заказчика. Разработанный сайт предоставляет пользователю более удобный и быстрый доступ поиска информации по данной теме, что позволит в большей степени изучить такое место, как Журавлиная Ельня, в частности ее растительный и животный мир, озера и болота, а также серых журавлей и саму агроусадьбу в целом.

Литература

1. Титова, С. Цифровые технологии в языковом обучении: теория и практика/С.Титова. – Изд-во: Litres, 2017. – С.140-156.

УДК 666.321:666.635

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ МАСС ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВСПЕНЕННЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ И ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Студенты Ильина И. С., Макушенко Е. Н.

Кандидат техн. наук, доцент Попов Р. Ю.,

кандидат техн. наук, доцент Богдан Е. О.

Белорусский государственный технологический университет

Современные теплоизоляционные материалы, характеризующиеся невысокой теплопроводностью и значительной пористостью, широко используются для тепловой изоляции ограждающих конструкций зданий, технологического оборудования и различных теплотехнических установок (сушилок, печей, холодильных камер и т. д.). Их применение обеспечивает достижение высоких технико-экономических показателей и способствует существенному снижению расхода основных строительных материалов и, что более важно, топливно-энергетических ресурсов. Например, применение теплоизоляционных материалов для футеровки тепловых агрегатов позволяет уменьшить потери тепла в окружающую среду от 20 до 70%, при этом обеспечивается снижение перепада температур в печах, уменьшение толщины ограждающих конструкций, существенно ускоряется процесс обжига. Кроме того, использование новых эффективных теплоизоляционных и звукоизоляционных материалов в строительстве приводит к улучшению комфорта в жилых и промышленных помещениях, а также снижает себестоимость возведения строительных конструкций за счет уменьшения нагрузки на фундамент и, следовательно, снижает уровень затрат на него сооружение.

В качестве исходных сырьевых материалов применялись следующие компоненты: гипсовое вяжущее марки Г-5, дегидратированная глина «Гордное», шамот алюмосиликатный, портландцемент М400, мочеви́на, а также пенообразователь «Барьер», утративший свои основные эксплуатационные характеристики. Осуществлен синтез теплоизоляционной тугоплавкой керамики в интервале температур 1100–1200 °С с выдержкой при и максимальной температуре 1 ч. Проведенные исследования показали, что оптимальной температурой синтеза является 1150 °С при которой на основе указанных компонентов, удалось получить образцы керамики, характеризующиеся следующими показателями свойств: кажущаяся плотность 671 кг/м³; истинная плотность 1488 кг/м³; истинная пористость 54,9 %; водопоглощение 68,8 %; прочность при сжатии 6,2 МПа; теплопроводность 0,1165 Вт/(м·К). Отмечается, что введение в состав масс ортофосфорной кислоты способствует улучшению реологических свойств шликера, а при термическом воздействии повышает прочностные характеристики полуфабриката за счет формирования сложных алюмофосфатных или силикатнофосфатных соединений. Основной кристаллической фазой в синтезированной керамике являлся муллит и α-кварц, также в материале присутствует гематит.

УДК 004.89

ПРОБЛЕМЫ ПОИСКА ПРИНЦИПИАЛЬНО НОВЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ БЕЛАРУСИ

Студент гр. 11306116 Завацкая Д. С.

Ст. преподаватель Серченя Т. И.

Белорусский национальный технический университет

Многочисленными исследованиями доказано, что в современном, быстро меняющемся мире использования только традиционных факторов производства уже недостаточно для обеспечения положительных темпов экономического роста. Поэтому необходим учет специфического сектора, производящего дополнительные научные и технические знания, которые оказывают реальное воздействие на производительность и эффективность труда. Значимость воздействия цифровых технологий на трансформацию социально-экономических систем достаточно очевидна.

Базовыми технологиями в направлении цифровой трансформации промышленности стали: Индустрия 4.0 (Industry 4.0), Умное производство (Smart Manufacturing), Цифровое производство (Digital Manufacturing), Интернет в промышленности (Internet of Manufacturing), Открытое

производство (Open Manufacturing). Цифровая экономика открывает новые возможности перед каждым членом экономической системы, изменяет модели отраслевых рынков, повышая конкурентоспособность их участников, способствует формированию новых отраслей и производств с высокой добавленной стоимостью, влечет за собой появление новых форм кооперационного сотрудничества, которые способствуют включению организаций в мировую экономику, содействуют инновациям и росту производительности капитала, в том числе от снижения барьеров при осуществлении взаимной торговли.

Для Беларуси флагманом цифровой трансформации в силу своей специфики выступает приборостроение. С целью осуществления цифровой трансформации в данной области целесообразно: 1) разработать промышленный план бизнес-трансформации (точную стратегию создания прогрессивной цифровой организации); 2) сформировать требуемые условия с целью стимулирования использования цифровых технологий во всей организации; 3) сформировать структурированный подход к выявлению рисков в процессе цифровой бизнес-трансформации; 4) построить концепции для постоянного объединения инноваций с корпоративной культурой; 5) создать гибкие операционные модели, что позволит эффективно планировать, регулировать и осуществлять контроль за цифровыми процессами.

УДК 553.2

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ ПРИРОДНОГО И СИНТЕЗИРОВАННОГО КВАРЦА

Студенты гр. 11309118 Зябкина А. М., Черепович Н. В.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Развин Ю. В.

Белорусский национальный технический университет

Семейство кремнезема включает чрезвычайно большой класс разнообразных минералов, в который входят многочисленные разновидности кварца (группа кварца) [1, 2]. К группе кварца относятся горный хрусталь, аметист, раухтопаз и другие. Все разновидности кварца представляют собой кристаллическую форму кремнезема (двуокиси кремния – SiO_2 и $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) с различными типами примесей. Необходимо отметить, что термин «кварц» относится только к монокристаллическим формам, хотя кремнезем встречается также в виде агрегатов микрокристаллов (поликристаллическая форма), существуют и его аморфные разновидности.

Природные и синтезированные минералы группы кварца широко используются в промышленности и науке, диапазон их практического

применения широкий: от ювелирных изделий до базовых элементов микроэлектроники и медицинской техники.

В работе подробно изучены основные характеристики используемых образцов, детально рассмотрена, тригональная сингония, характерная для минералов группы кварца. Для изучаемых образцов составлена таблица, включающая описание минерала, графическое изображение сингонии, химическую формулу, их характерные механические параметры (твердость, плотность, температурные коэффициенты) и основные оптические свойства (спектральные характеристики, показатель преломления). В работе также рассматриваются особенности гидротермального метода синтеза кварца, позволяющего выращивать достаточно крупные кристаллы, соответствующие требованиям радиотехнической и электронной промышленности. У образцов синтетического кварца, полученного данным методом, имеется характерная бугристая поверхность, которая не встречается в природе.

Для выполнения исследований была собрана на основе микроскопов МЕТАМ-Р-1 и ОГМЗ-П2 и цифрового фотоаппарата экспериментальная установка для микрофотографирования структуры поверхности изучаемых объектов. Полученные микрофотографии характеризуются достаточно хорошим качеством.

Литература

1. О'Доноху, М. Кварц / М. О'Доноху. – М.: Мир, 1990. – 136 с.
2. Шуман В. Мир камня / В. Шуман. – М.: Мир, 1986. – 263 с.

УДК 531(075.8)

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ДВИЖЕНИИ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА MATHCAD

Студент гр. 11302117 Камков И. А.

Кандидат техн. наук, доцент Бокуть Л. В.

Белорусский национальный технический университет

Задача о движении материальной точки относится к одному из классов задач, приводящих к дифференциальным уравнениям. Материальная точка представляет собой простейшую идеальную физическую модель реального тела. Другие объекты механики, например, материальные тела и среды, могут быть представлены в виде совокупности материальных точек.

Цель работы: Исследование кинематического движения материальной точки.

В работе рассматривались физические задачи, причем движение материальной точки в них задано кинематическими уравнениями.

Для этого были решены следующие задачи: о перемещении материальной точки; о движении материальной точки под действием силы тяжести; построение графика зависимости координаты x от времени; определение средней скорости за заданный интервал времени; нахождение средней путевой скорости за заданный интервал времени; определение траектории, скорости и ускорения точки в определенный момент времени; нахождение тангенциальной и нормальной составляющих, а также радиуса кривизны траектории; построение графиков изменения кинематических характеристик точки.

Методика решения. Для построения графика зависимости координаты точки от времени находим характерные значения координаты – начальное и максимальное, моменты времени соответствующие указанным координатам и координате, равной нулю. Максимального значения координата достигает в тот момент, когда точка начинает двигаться в обратном направлении, то есть скорость меняет знак. Этот момент времени находим, приняв нулю первую производную от координаты по времени.

График зависимости координаты точки от времени представляет собой кривую второго порядка. Для его построения необходимо иметь пять точек, потому что уравнение кривой второго порядка содержит пять коэффициентов. Находим среднюю путевую скорость. Из полученного графика видно, что этот путь складывается из суммы двух отрезков пути.

Для решения приведенных задач был применен пакет для инженерных вычислений MathCad, который имеет удобный интерфейс. MathCad значительно сокращает время благодаря большому набору встроенных функций, что делает его использование более выгодным по сравнению с языками программирования.

УДК 621.01

АНАЛИЗ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ В MATHCAD

Студент гр.11302117 Кадуков А. А.

Кандидат техн. наук, доцент Бокуть Л. В.

Белорусский национальный технический университет

Вращательное движение, хоть возможно и не на прямую, но составляет часть нашей повседневной жизни. Оно является одной из наиболее распространенных составляющих многих механизмов, ввиду его универсальности и минимальных потерях при движении. Действительно, везде нас окружают сотни механизмов и вещей, основанных на вращательном движении. Среди них можно привести кривошипно-шатунный механизм цилиндров автомобильного двигателя; ремённые, цепные и другие зубчатые передачи во многих станковых оборудованных, обеспечивающие передачу

вращательного движения; колёса автомобиля, обеспечивающие наименее затратное по затраченной работе передвижение и т.д.

Цель работы: формирование навыков самостоятельного решения инженерных задач по вращательному движению с использованием современных компьютерных технологий.

Для анализа вращательного движения была рассмотрена колёсная пара, имеющую конусность, и рассчитано расстояние, необходимое пройти каждому колесу, в области $[0; \frac{\pi}{2}]$, когда поезд входит в поворот с радиусом кривизны $R = 30$ м.

Табл. 1. Путь, пройденный каждым колесом

t, сек	0	0,5	1	1,5	2	2,5
S_2 , м	0	8,335	16,67	25,005	33,34	41,675
S_1 , м	0	7,933	15,866	23,799	31,732	39,665

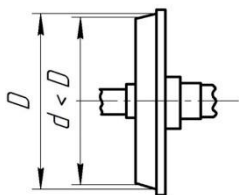


Рис. 1. Колесо колесной пары

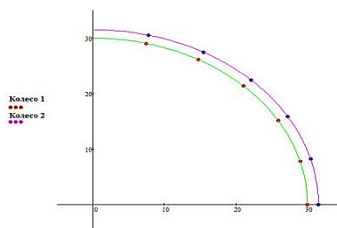


Рис. 2. График зависимости пройденного пути от времени

Таким образом, использование таких программ, как MathCAD, упрощает не только расчётную составляющую задачи, но и помогает построить зависимости характеристик в виде графиков по заданным параметрам.

УДК 666.76

ИЗНОСОСТОЙКИЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ С НИЗКИМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ТРЕНИЯ

Магистрант Канафьев О. Д.¹, аспирант Алексеенко И. А.²

Кандидат техн. наук Сергиевич О. А.²,

кандидат техн. наук, доцент Дятлова Е. М.²

¹Белорусский национальный технический университет

²УО «Белорусский государственный технологический университет»

Актуальность износостойкой керамики обусловлена исключительным многообразием ее свойств по сравнению с другими типами материалов. В условиях истирающих нагрузок необходимым условием является создание

специфических поверхностных структур, реализующих низкий и стабильный коэффициент трения при высокой износостойкости. Снижению коэффициента трения может способствовать механическая полировка и обработка поверхности различными абразивами, глазурирование износостойкими покрытиями, а также самоглазурирование материалов при их синтезе. Основным преимуществом создания самоглазурирующейся поверхности материала является отсутствие дополнительных операций глазурировки и обработки поверхности.

Керамические износостойкие материалы синтезированы на основе сочетания высокопрочных кристаллических фаз муллита, корунда, анортита, рутила в системах $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{R}_x\text{O}_y$ и $\text{TiO}_2-\text{R}_x\text{O}_y$ с использованием интенсификаторов спекания. Исследованы физико-технические характеристики образцов разработанных керамических материалов оптимальных составов: относительная плотность – более 90 %, водопоглощение – не более 2 %, ТКЛР – $4-6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, прочность при сжатии – более 100 МПа, микротвердость – 9000–11000 МПа, коэффициент трения – 0,2–0,3, среднее отклонение профиля поверхности (шероховатость) – 3,2 нм. На основе анортитсодержащей системы синтезированы керамические материалы с самоглазурирующейся поверхностью. В керамическую массу оптимального состава вводился раствор NaOH (7 мас. % сверх 100 мас. %) и $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0,2 мас. % сверх 100 мас. %) при изготовлении пресс-порошка с последующем прессованием при 40 МПа, сушкой по режиму при 125 °С и обжигом при 1170 °С. Принцип самоглазурирования заключается в обогащении поверхностного слоя полуфабриката в процессе сушки щелочели борсодержащим компонентами и образовании при взаимодействии с другими составляющими массы при обжиге легкоплавкого расплава, из которого после охлаждения формируется глазурное покрытие, изменяющее профиль поверхности и значительно снижающее ее шероховатость.

Как показало исследование на атомно-силовом микроскопе NT-206, среднее отклонение профиля Ra составляет 0,3 нм для самоглазурирующегося образца и 27,4 нм – для образца без покрытия. Совместно с относительно низким коэффициентом трения, составляющим для образца с самоглазурирующейся поверхностью 0,21 (коэффициент трения стекла по стали составляет 0,40), можно судить о применимости данного состава в качестве износостойких материалов. Коэффициент трения для состава без глазурного покрытия составляет 0,98.

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАЛЫХ
БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЕЙ НА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ**

Студент гр. ПБ-51 Карасев П. И.

Кандидат техн. наук, доцент Стельмах Н. В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

В последние годы осознание потенциала беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) увеличило уровень исследований по совершенствованию конструкции и технологий БПЛА. Исследования показали, что электрическое или ископаемое топливо необходимо для повышения времени полета. Повышенное внимание уделяется развитию гибридных электрических беспилотников, особенно с сочетанием солнечной энергии и батарей или топливных элементов в системе с батарейным питанием. Текущее исследование рассматривает плюсы и минусы различных энергосистем [1, 4] и исследует разработку солнечных батарей в беспилотных летательных аппаратах с батарейным питанием.

Уже более десяти лет малые солнечные батареи и беспилотники были предметом исследований и разработок. Семь маленьких солнечных БПЛА (т.е., So Long, Sky-Sailor, Sun-Sailor, Sun Surfer, АтлантикСолар АС-2, Университет SUAV в Миннесоте и солнечный БПЛА Крэнфилдского университета) весом менее 20 кг были разработаны до настоящего времени. Как выдающийся исследователь в этой области, Noth [2, 3] разработал математическую модель для расчета размеров электрических беспилотников на солнечных батареях, но эта математическая модель проектирования фокусируется только на этапе концептуального проектирования в оценке общего определения конфигурации БПЛА. Noth [2, 3] сфокусировался на 3-размерных элементах: массе, аэродинамике и производительности. Конструктивные характеристики, такие как энергопотребление самолета и крейсерская скорость, также должны быть оптимизированы для обеспечения требуемой длительной выдержки БПЛА в течение 24 часов реального наблюдения и картографирования. Целью данного исследования является улучшение свойств конструкции, что требует дальнейшей глубокой работы, а именно исследование пробелов в электрике, определение размеров двигателя, исследование чувствительности и анализ тенденций.

Литература

1. Cowley S., Solar Powered UAV, In NASA Tech Briefs 2013, New York, 2013.

2. Стельмах Н. В. Формування моделі опису структури складального виробу в приладобудуванні //Наукові вісті Національного технічного університету України Київський політехнічний інститут 2013.

3. A. Noth, «Design of solar powered airplanes for continuous flight,» ETH, Zurich, Switzerland, 2008.

4. ГОСТ Карасьов П. І., Стельмах Н. В. «Автоматизація польотного контролю безпілотних літальних апаратів, 2018»

УДК 532.528

ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ В КАПИЛЛЯРАХ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Студенты гр.11307117 Каролик Д. С., Козлова А. А.
Кандидат физ.-мат. наук, доцент Красовский В. В.
Белорусский национальный технический университет

Ультразвуковой капиллярный эффект был открыт академиком АН БССР Е. Г. Коноваловым в 1961 году. К открытию привел цикл работ по исследованию проникновения охлаждающей эмульсии под кромку резца при токарных работах. Обнаружилось, что определяющим фактором здесь является возникновение при работе резца ультразвуковых колебаний с частотами в диапазоне 22 – 25 кГц. Специально поставленный эксперимент по воздействию ультразвука на подъем жидкости в капилляре обнаружил увеличение высоты и скорости подъема в десятки раз по сравнению с действием стационарных капиллярных сил.

Первоначальная попытка объяснить данный эффект действием так называемого радиационного давления ультразвука оказалась несостоятельной. Выяснилось, что радиационное давление не может обеспечить значительный подъем жидкости в капилляре [1]. Более детальное исследование, показали, что основную роль в ультразвуковом капиллярном эффекте играет процесс возникновения кавитации у входа в капилляр. Однако однозначного мнения относительно конкретного механизма образования капиллярного потока пока не существует. Реальным представляется механизм схлопывания асимметричных кавитационных микрополостей на границе со стенкой капилляра с возникновением ударных волн и кумулятивных микроструй [1]. Тем не менее, эксперименты, проведенные в [2] с использованием скоростной киносъемки, показали, что в действительности у входа в капилляр образуется кавитационное облако, представляющее собой концентратор энергии ультразвуковых колебаний, поток которой направлен в канал капилляра. Тем самым сконцентрированная акустическая энергия трансформируется в энергию потока жидкости. Практическое применение указанного эффекта весьма

широко: от пропитки пористых тел лаками до очистки материалов от загрязнений и дефектоскопии.

Литература

1. Прохоренко, П.П. Ультразвуковой капиллярный эффект / П.П. Прохоренко, Н.В. Дежкунов, Г.Е. Коновалов. – Минск: Навука і тэхніка, 1981. – 135 с.
2. Розина, Е.Ю. Кавитационный режим звукокапиллярного эффекта / Е.Ю. Розина // Акустичний вісник. – 2003. – Т.6. – № 1. – С.48-59

УДК 621.833.005

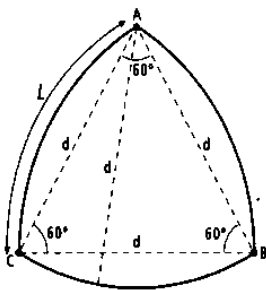
НЕСТАНДАРТНАЯ ФИГУРА В МАТЕМАТИКЕ: ТРЕУГОЛЬНИК РЕЛО

Студент гр.11902118 Кисель М. А.

Ст. преподаватель Кондратьева Н. А.

Белорусский национальный технический университет

Расширить кругозор и представление о многообразии геометрических фигур поможет знакомство с фигурами одной ширины. Постоянная ширина означает, что при «обхвате» фигуры двумя параллельными прямыми ширина полученной полосы будет постоянной, не зависящей от выбора направления прямых. Взяв за основу любой правильный многоугольник, можно построить множество фигур, отличных от круга, одной ширины. Если число ее сторон нечетно, то достаточно противоположные вершины соединить отрезками и провести дуги окружностей с центрами в каждой вершине и радиусами, равными длине этих отрезков. Если же количество вершин четно, то «при превращении в фигуру постоянной ширины» получится круг, граница которого – окружность, описанная около правильного многоугольника. Остановимся на треугольнике Рело. Примечательное свойство этой фигуры – равенство периметра круга и периметра треугольника Рело одной ширины. Чтобы найти периметр треугольника Рело (рисунок), достаточно заметить, что он состоит из трех равных круговых секторов с углом 60° и радиусом d , равным длине стороны треугольника. Так как 60° – это одна шестая часть от 360° , длина дуги L для каждого сектора равна шестой части длины всей окружности C . Общий периметр P получается сложением длин дуг трех круговых секторов. Таким образом, $P = 3 \cdot \left(\frac{1}{3}\pi d\right) = \pi d$. Это в точности совпадает с периметром круга диаметра d , который также является фигурой постоянной



ширины ($P = \pi d$). Пример этой исследовательской задачи создает условия практического мышления, позволяет компетентно определять поиск решения, предвидеть результаты и активизирует учебно-познавательную деятельность студентов.

УДК 004

ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ В СТУДЕНЧЕСКОЙ ГРУППЕ

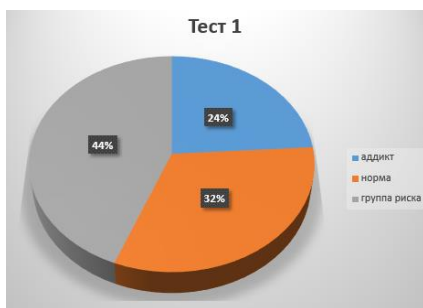
Студенты гр.11310117 Козлова Е. С, Некрашевич Д. А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Гундина М. А.

Белорусский национальный технический университет

Данное исследование посвящено определению уровня компьютерной зависимости. Эта тема является актуальной, поскольку без интернета и применения информационных технологий сложно представить современные сферы деятельности. В рамках этого исследования был проведен опрос студентов группы второго курса приборостроительного факультета (возраст 18-21 года).

Для прохождения этих тестов специально выбрана группа студентов, так как студенческий возраст представляет собой особый период жизни человека, который сложно представить на сегодняшний день без использования информационных технологий.



Высшее образование оказывает огромное влияние на психику человека, развитие его личности. За время обучения в вузе при наличии благоприятных условий у студентов происходит развитие всех уровней психики. Так же обучение в вузе предполагает самостоятельное изучение материала, которое

находится в интернете. Для более точного анализа были предложены 3 вида тестов, в ходе которых было выявлено подвержены ли студенты компьютерной зависимости и влияют ли онлайн-развлечений на успеваемость студентов. Каждый тест имел свой ключ ответов, что позволило провести анализ, что показано на диаграмме.

При анализе тестов было выявлено, что 44% студентов данной студенческой группы входят в группу риска по интернет зависимости, на 32% интернет никак не влияет и 24% уже являются аддиктами.

УДК 517

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ

Студенты гр. 11312117 Хомич Е. М., Ключеня Я. В.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Прусова И. В.

Белорусский национальный технический университет

Процессы, которые происходят с нами ежедневно во всех сферах жизнедеятельности, устанавливают все новые требования и знания к квалифицированным специалистам. Современная ступень развития общестественности характеризуется качественными изменениями в деятельности медицинских работников, это связано с широким применением математического моделирования, статистики и других важных явлений, имеющих место в медицинской деятельности.

Дифференциальное уравнение – это уравнение, в котором неизвестной величиной является некоторая функция. При этом, в самом уравнении участвует неизвестная функция, а также различные ее производные. Дифференциальным уравнением описывается связь между неизвестной функцией и ее производными. Такие связи отыскиваются в разных областях знаний: в механике, физике, химии, биологии, экономике и др. Дифференциальные уравнения широко используются не только в теории, но и на практике, в частности для описания переходных явлений и процессов.

Тема данной исследовательской работы является важной и актуальной в наше время, так как математические методы применимы к самому широкому кругу вопросов и задач, в том числе и в такой сложной области как медицина. Исследование физических и технических задач сводится к решению таких дифференциальных уравнений. С их помощью описывают волновые процессы и колебания, поэтому практическое применение дифференциальных уравнений весьма разнообразно.

УДК 004.94

МОДЕЛЬ АТОМА АЛЮМИНИЯ В DELPHI

Студент гр. 11302117 Коноваленко М. Н.

Кандидат техн. наук, доцент Бокуть Л. В.

Белорусский национальный технический университет

В данной работе описано построение модели атома на примере атома алюминия, выполнен анализ основных его характеристик, для реализации выбранна среда Delphi. Модель строения атома широко используется в химии, физике, начертательной геометрии и других науках. Известны четыре

основных теории строения атома, датируемые в разные промежутки времени. К ним относятся модели Демокрита, Томпсона, Нагаоки, Бора-Резерфорда.

Целью работы является исследование движения электронов вокруг ядра атома.

Алюминий является самым распространенным металлом в земной коре. Он отличается малой плотностью, коррозионностойкими и пластическими свойствами, высокой электро- и теплопроводностью и отражательной способностью. Благодаря этим свойствам алюминий находит широкой применение практически во всех отраслях промышленности.

Мировое производство алюминия постепенно растет с каждым днём. На сегодняшний день, считая по массе, оно составляет примерно 2% от производства стали. Лидером по производству алюминия является Китай. Республика Беларусь собирается поднять мощности производства алюминия до отметки в четырнадцать тысяч тонн в год.

Для решения поставленной задачи была использована модель атома Бора-Резерфорда, которая по сей день применяется в прикладных инженерных задачах. Она напоминает солнечную систему, где планеты вращаются непосредственно вокруг Солнца. Отрицательно заряженные электроны двигаются по фиксированным орбитам вокруг ядра, состоящего из положительно заряженных протонов и нейтральных нейтронов. Модель атома алюминия имеет три энергетических поля: на первом, самом близком к ядру, находятся 2 электрона, на следующем – 8 электронов и на внешнем энергетическом уровне расположились 3 электрона с отрицательным зарядом. Электроны вращаются вокруг положительно заряженного ядра по определенным осям. Начальное положение каждого электрона задано на окружности.

Модель атома алюминия реализована в Delphi. Структура программы делится на три блока. В первом блоке описаны начальные модули и процедуры. Во втором блоке прописаны входные данные и определены переменные для составлений уравнений движения электронов по орбитам. И в последнем, третьем блоке описан, собственно, процесс рисования электронов ядра с помощью элемента Canvas.

УДК 541.18

УПРАВЛЕНИЕ ПЕРСОНАЛОМ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Студенты гр. 11310116 Корениха Н. А., Мишкович Н. С.

Ст. преподаватель Третякова Е. С.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является исследование процесса управления персоналом на предприятии.

Управление персоналом – это совокупность способов, мер и средств воздействия на персонал, которые позволяют обеспечить достижение максимально возможных показателей физической и умственной активности при выполнении непосредственных обязанностей.

В системе управления персоналом на предприятии различают объект и субъект. Под понятием «субъект» подразумевают человека, на которого возложены функции управления тем или иным предприятием, а так же людьми, находящимися в непосредственном подчинении. От принятых решений субъекта управления персоналом напрямую зависит корректность работы как отдельного подчиненного, так и предприятия в целом. Субъект управления персоналом несет персональную ответственность за принятые им решения и данные распоряжения. Существуют внешние и внутренние субъекты управления персоналом.

Объект управления персоналом – это элемент, на который направлено управление: подбор, расстановка, оценка, стимулирование. На объект управления возложены обязанности по выполнению им задач, возложенных непосредственным начальником в рамках своей компетенции.

Выделяют принципы управления персоналом, в качестве которых принимаются различные правила, основные нормы и положения, которые должны соблюдаться руководством и специалистами. К принципам управления персоналом относят согласованность, оперативность, научность, перспективность, оптимальность, прогрессивность и экономичность.

Различают административные (формирование структуры управления персоналом; подбор и отбор персонала, правовое регулирование и др.), экономические (материальное стимулирование и установление материальных дотаций; установление экономических норм и нормативов, участие в прибылях и капитале и др.) и социально-психологические (социально-психологический анализ работников коллектива; моральное стимулирование персонала, удовлетворение культурных и духовных потребностей персонала и др.) методы управления персоналом.

УДК 004

QUICK RESPONSE CODE – КОД БЫСТРОГО РЕАГИРОВАНИЯ

Студенты гр.11312117 Сикорская К. В., Лозюк М. М.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Прусова И. В.

Белорусский национальный технический университет

Целью представленной работы является изучение видов разработки QR-кодов и области их применения. QR-код - это двухмерный матричный код, который состоит из чередования цветных элементов и пустот, в которых

может быть записана информация. Это может быть номер телефона, место жительства, ссылка на сайт или GPS-координаты. Существует несколько типов QR-кодов, главные из них – это статические и динамические. Статические коды представляют собой коды, который нельзя изменить или отредактировать. В отличие от статических кодов, после создания динамического кода информация может быть изменена без непосредственного переписывания кода. Первая модель QR-кода была представлена в Японии. Одно из подразделений Toyota - «Denso-Wave» была заинтересована в разработке нового типа кодов для хранения большого количества информации. Первым применением QR-кодов было чисто промышленным, однако позже распространилась повсеместно.

Размер QR-кода статичен и определен. Его максимальный объем составляет 4296 букв и(или) 7089 цифр. Также он способен выполнять несколько функций одновременно. Этот код помещает большое количество информации в небольшую картинку и имеет возможность считывать другие данные. Для создания QR-кодов не требуется особого труда. Чтобы сгенерировать такой код для своих целей (картинка, текст, визитка, ссылка на сайт, телефонный номер, игра) используют генератор QR-кода. Пользователь должен выбрать желаемый размер и через несколько минут код может быть разослан другим пользователям. QR-код в современном мире широко распространен в странах Азии, также начинает свое распространение в Америке и большинстве стран Европы. Наибольшее признание представленный код получил у пользователей мобильных сетей и интернета, где ценится скорость передачи информации. После установления программы-распознавателя предоставляется возможность мгновенно считывать адреса, номера телефонов, геоданные и т. д.

УДК 617.3

ЗАВИСИМОСТЬ НАГРЕВА ПЬЕЗОЭЛЕМЕНТА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ

Аспирант гр. 152/61ф Кравченко А. Ю.

Кандидат техн. наук, доцент Терещенко Н. Ф.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

В физиотерапии применение аппаратов ультразвуковой терапии (УЗТ) является весьма распространённым [1]. Во время работы аппарата УЗТ происходит преобразование электрической энергии в энергию ультразвука, посредством ультразвукового преобразователя, с потерями энергии, на нежелательный нагрев самого пьезоэлемента, что может нести угрозу

безопасности пациента. Процедура УЗТ происходит как воздействие ультразвукового излучателя на поверхность кожи пациента, с использованием контактного акустического геля, который обеспечивает и согласует акустические сопротивления, нагруженные на пьезоэлемент, а также, соответственно – процессы нагрева самого ультразвукового излучателя. И мы, в свою очередь, предлагаем учитывать присутствие акустического геля в процессе проведения процедуры УЗТ, при расчетах температуры нагрева излучателя. Нами исследована зависимость объединяющая параметры скорости возрастания температуры пьезоэлемента, интенсивности ультразвука, и рабочей частоты и влияние контактного геля. Обозначим параметр влияния k_e отображающий процесс изменения теплопроводности в процесс нагрева излучателя.

$$V_T = I \frac{2\eta f}{v\rho C} \cdot k_e. \quad (1)$$

Таким образом, при расчете температуры нагрева ультразвукового преобразователя учитывается скорость побочного нагрева ультразвукового преобразователя, улучшается контроль температурного процесса, и обеспечивается надлежащий уровень безопасности пациента при проведении процедуры ультразвуковой терапии.

Литература

1. Tereshchenko M.F. «Ultrasonic physiotherapeutic devices and devices»: monograph / M.F. Tereshchenko, G.S. Timchik, M.V. Chuhraev, A.Yu. Kravchenko. - Kyiv: National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», "Polytechnic", 2018. – 184 p.
2. Tymchik G., Vysloukh S., Tereshchenko N., Matvienko S. Investigation thermal conductivity of biological materials by direct heating hermistor method. 2018 IEEE 38th International Conference on Electronics And Nanotechnology (ELNANO) (Kyiv, 24.04.2018). Kyiv, 2018. P. 429-434

УДК 621.565.56

МЕХАНИЗМЫ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ У ЖИВОТНЫХ И ИХ АНАЛОГИ В ТЕХНИКЕ

Студент 11307118 Кравцова В. С.

Кандидат физ.-мат. наук Красовский В. В.

Белорусский национальный технический университет

Многие идеи, касающиеся поддержания необходимых температурных режимов работы технических устройств, почерпнуты из жизни животных.

Для биологического царства «животные» в целом спектр механизмов терморегуляции у различных организмов весьма многообразен. Мы ограничимся

только классом млекопитающих (животные в узком смысле). Все млекопитающие – теплокровные животные, нормальная температура тела у них (за исключением состояния спячки у некоторых видов) поддерживается вблизи оптимального значения в пределах нескольких десятых долей градуса Цельсия. Поскольку в результате метаболизма в организме постоянно выделяется энергия, то комфортная температура окружающей среды составляет на несколько градусов ниже нормальной температуры тела (например, для человека – это около 28°C). При более низких температурах во избежание переохлаждения необходима термоизоляция от окружающей среды. У животных этой цели служит волосной покров (мех), жировая подкожная прослойка, человек использует тёплую одежду. Важна низкая теплопроводность и высокая плотность теплоизоляции, исключая продуваемость её холодным воздухом. Можно видеть, как в последние годы повсеместно с целью энергосбережения здания старой постройки обшивают «шубой» из минеральной ваты, пенополистирола или газосиликатных панелей.

Сложнее обеспечить терморегуляцию при высокой температуре окружающей среды. Избыточную тепловую энергию всегда можно отдать более холодным окружающим телам, но не наоборот. Естественной «преградой» является второе начало термодинамики. Для переноса тепла от менее нагретых тел к более горячим требуется выполнить дополнительную работу. Здесь вопрос упирается в энергозатратность тех или иных приемов охлаждения. Наиболее распространенными в настоящее время являются системы кондиционирования компрессионного типа, потребляющие большое количество электроэнергии. У животных и у человека используется система охлаждения испарительного типа. Ее эффективность сильно зависит от относительной влажности окружающего горячего воздуха. Например, в сауне при относительной влажности воздуха около 10 % с температурой выше 100 °С благодаря интенсивному испарению пота человек способен находиться в течение нескольких минут. Экономичные системы кондиционирования воздуха испарительного типа используются в зонах с сухим и жарким климатом.

УДК 53.06

ЦИФРОВАЯ РЕНТГЕНОГРАФИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОРАЗОВЫХ ПЛАСТИН

Студенты гр.11312116 Красовский Е. С., Станкевич Д. Г.
Ст. преподаватель Куклицкая А. Г.

Белорусский национальный технический университет

В медицине рентгенография (РГ) применяется для обнаружения дефектов в опасных объектах контроля промышленности, не разрушая их, а также этот

метод использует источник излучения и рентгеновские приёмники в виде плёнки или пластины с покрытием из активного светочувствительного вещества, матричные полупроводниковые детекторы.

Рентгенографическая плёнка обеспечивает разрешение до 20 мкм и является самым дешёвым детектором в РГ.

Для получения изображения также используются многоцветные пластины. Они обладают гибкостью и, в среднем, не уступают плёнке в качестве изображения. Пластины имеют такую же структуру, как пленки, но в качестве светочувствительного вещества могут выступать реакции с фосфором и другие соединениями.

В основе метода лежит запоминающий люминофор. На покрытой пластине отображается информация в виде скрытого изображения, которое способно существовать длительное время (до нескольких часов) [1].

Изображение считывается с пластины инфракрасным лазером, стимулируя при этом люминофор, вызывая вспышки света, и освобождая накопленную в покрытии энергию. Свечение пропорционально числу поглощенных рентгеновских фотонов. Вспышки света преобразуются в электрические импульсы, которые затем преобразуются в цифровой сигнал [1].

Основные преимущества пластин – это многоцветность (до 1000 раз), возможность использования их в полевых условиях и хранение полученной информации на диске.

Литература

1. Багаев К.А., Козловский С.С., Новиков И.Э. Программа для имитационного трёхмерного моделирования систем детектирования и регистрации ионизирующего излучения на базе развитого графического интерфейса. Журнал «Анри», №4, 2007. – 35-40.

УДК 519.856

СТОХАСТИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Студенты гр.11306116 Кукшинов А. Г., Сологуб А. А.

Ст. преподаватель Прихач Н. К.

Белорусский национальный технический университет

Стохастическое программирование – это метод, который включает учёт неопределённостей в моделях оптимизации.

Детерминированные задачи оптимизации, в свою очередь, могут быть сформированы при помощи изначально имеющихся параметров, однако основная масса прикладных задач в своих исходных данных обычно имеет неизвестные параметры. Один из методов решения задач, при условии, что параметры заданы, в пределах обозначенных ограничений называется робастной оптимизацией. Суть данного подхода заключается в поиске такого решения, которое, в свою

очередь, было бы одновременно оптимальным (в определённом значении) и соблюдающее ограничения всех данных, то есть допустимым.

В данном типе программирования при построении моделей распределение вероятностей имеет решающее значение, так как в них данное распределение используется для самих данных, или их оценок. Задача, в данном случае, заключается в поиске определенного решения, которое, для большинства или всех возможных значений данных, будет допустимо и, при этом, мат ожидание функции результата и случайных переменных будет максимизировано. В большинстве своем, подобные модели составляются и решаются либо аналитически, либо численно, конечные данные поддаются анализу, для обеспечения доступа полученной информации лицам, которые принимают соответствующие решения.

Довольно широкое применение и глубокое изучение получили линейные двухэтапные модели стохастического программирования. В данном случае специалист, который принимает решение, совершает тот или иной шаг на первоначальном этапе, после этого действия возникает случайное событие, которое оказывает воздействие на исход предыдущего этапа. Исходя из результатов обработки данных предыдущего шага, специалист корректирует план, и данное решение нивелирует все неблагоприятные эффекты, от действий, предпринятых в первом шаге.

В данном случае, оптимальное решение модели будет единственным решением первого шага и множеством корректирующих решений, которые определяют, какое действие должно быть совершено на следующем этапе в отвечающие на все случайные результаты.

Наиболее целесообразно использовать такой вид эксперимента при выделении и ранжировании влияющих факторов, получении модели и оптимизации объекта.

УДК 519.2

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА В ЗАДАЧАХ РАКЕТОСТРОЕНИЯ

Студенты гр. с02-041-1 Курилович П. Ю.¹, Родич Н. А.¹, Адаманский А. С.¹

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Гундина М. А.²

¹Ижевский государственный технический
университет им. М. Т. Калашникова

²Белорусский национальный технический университет

При решении прикладных технических задач предоставляется инженеру мощный аппарат математического моделирования реальных физических процессов и систем. Рассмотрим некоторые прикладные задачи, возникающие в технике, решение которых требует привлечение теоретико-вероятностных подходов.

1. Батарея, которая состоит из 8 орудий, осуществляет прицельный огонь по 10 наблюдаемым объектам. Данные орудия случайным образом выбирают цели. Известно, что одновременно два орудия по одной цели вести огонь не могут. Найти вероятность того, что будут поражены цели с следующими номерами: 1, 2, ... 8.

Решение данной задачи: $p = \frac{8!(10-8)!}{10!} = 0,022$.

2. Батарея, которая состоит шести орудий, ведет огонь по 13 самолетам. Каждое орудие данной батареи случайно и независимо от других орудий выбирает цель. Найти вероятность того, что все орудия будут вести огонь по одной и той же цели. Решение задачи: $p = \frac{1}{13^{6-1}} = 0,000027$.

3. РЛС ведет наблюдение за объектом, который при работе может применять или не применять помехи. Если такой объект не применяет помех, тогда за один цикл обзора с вероятностью 0,95 радиолокационная станция его обнаруживает, в обратном случае вероятность обнаружения равна 0,9. Вероятность того, что во время такого цикла будут применены помехи, равна 0,8 и это не зависит от того, как и когда применены помехи в остальных циклах. Найти вероятность того, что объект будет обнаружен хотя бы один раз за два цикла обзора.

Решение данной задачи:

$$P(A) = 1 - (1 - (1 - p) \cdot p_0 - p \cdot p_1)^n = 1 - (1 - (1 - 0,8) \cdot 0,95 - 0,8 \cdot 0,9)^2 = 0,9919.$$

4. Три орудия производят стрельбу по трем объектам. Каждое орудие случайно выбирает один объект. Каждое орудие определяет свою цель независимо от других орудий. Вероятность того, что объект обстрелян одним орудием, равна 0,9. Найти вероятность того, что из трех объектов только две будут поражены. Решение: $p = 2 \cdot 0,9^2 (1 - \frac{2}{3} \cdot 0,9) = 0,648$.

УДК 51

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ МАЯТНИКА

Студенты гр.11312117 Потапова Ю. Д., Курчевская Т. В.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Прусова И. 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 па-

раметров 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

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + 2\kappa \frac{d\theta}{dt} + \omega^2 \sin \theta = f \cos \lambda t,$$

В работе средствами MathCAD исследовано математическое моделирование колебаний маятника для идеальной колебательной системы, для тела, совершающего гармонические колебания, а также затухающие колебания маятника.

УДК 621.383.51

КПД СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

Студент гр. 11301118 Кучура Е. А.

Кандидат физ.-мат. наук Красовский В. В.

Белорусский национальный технический университет

Источники энергии на Земле имеют преимущественно солнечное происхождение, будь то аккумулированная миллионами лет энергия нефти, газа, угля либо энергия гидростанций, ветра, биомассы. Исключение составляют ядерное топливо, геотермальная энергия и энергия морских приливов. Самым прямым способом энергия солнечного излучения преобразуется в электрическую с помощью фотоэлементов – солнечных батарей.

Плотность мощности солнечного излучения на удалении земной орбиты – солнечная постоянная – составляет $S_0 = 1366 \text{ Вт/м}^2$. Количество энергии,

доходящей до земной поверхности, зависит от состояния атмосферы и в условиях облачности может быть ослаблено в несколько раз. Интегральная мощность, падающая на Землю, равна $P = S_0 \pi R_3^2 = 1,75 \cdot 10^{17}$ Вт. Сейчас во всем мире за год производится примерно 25 тысяч ТВт-ч электроэнергии, что соответствует средней мощности 2,8 ТВт. Это составляет не более 0,02% от мощности солнечного излучения, попадающего на земную поверхность, даже при условии десятикратного ослабления из-за облачности. Учитывая, что 2/3 поверхности Земли покрывают океаны и моря, и исключая полярные области, можно утверждать, что утилизация солнечной энергии с одной тысячной доли суши с лихвой покрывает потребности человечества в электроэнергии.

Далее вопрос упирается в эффективность преобразования солнечной батареи лучистой энергии в электрическую. В настоящее время к.п.д. фотоэлементов на основе монокристаллического кремния составляет не более 22 %, типовые же значения лежат в области 12 – 15 %. Необходимо отметить достаточно высокую стоимость таких батарей. Значительно дешевле стоят панели из поликристаллического кремния, но их к.п.д. составляет не более 8 – 10 %. Большинство действующих в мире установок построены на панелях такого типа. Еще дешевле обходятся панели из аморфного кремния. Хотя их к.п.д. не превосходит 2-х %, они привлекательны своей гибкостью. Их можно изготавливать в виде пленок и наклеивать на любые поверхности. Наиболее эффективно кремниевые фотоэлементы преобразуют энергию излучения в красной и ближней ИК областях спектра, при смещении в коротковолновую область эффективность преобразования заметно падает. Рекордные значения к.п.д. были получены у многослойных многокомпонентных фотоприемников (около 47 %), очень дорогих. Их эксплуатация становится экономически целесообразной с концентраторами лучистой энергии (линзы Френеля).

УДК 51

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Студенты гр. 11312117 Москалёва А. В., Скрипка И. Н.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Прусова И. В.

Белорусский национальный технический университет

Цель: изучить какие существуют математические методики для решения определённых задач в экономической сфере.

Математические модели (методы) в наше время набирают большую известность в экономических дисциплинах. Благодаря быстрому развитию математических методов экономисты осуществили фундаментальный скачок к новейшему познанию экономики.

История методик (Экономико-Математических) берёт свое начало в 19 веке. Тогда были созданы специализированные школы в плане математического профиля. Важнейшим характерным знаком данного направления являлось цель математической и экономической науки к аксиоматизации.

Эконометрика – это дисциплина, сумевшая объединить основные две дисциплины:

- 1) математическая статистика;
- 2) теория вероятностей.

Основная цель эконометрики является в применении математических методов для решения определённых задач и разработке разнообразных экономических методов. И для их последующего внедрения в производственную практику. Эконометрика также отрасль науки, которая придает разные количественные меры для многих экономических отношений.

Кибернетика (в экономическом плане) – это метод который содержащий в себе:

- 1) системное исследование экономики;
- 2) сведения управляющих концепций;
- 3) экономическую семиотику;
- 4) теорию экономической информации

и прочее.

Главным (основным) методом кибернетики является метод «Чёрного ящика». Суть этой методики заключается в моделировании экономических объектов. Но в данном методе моделирование происходит только на входе и выходе экономической информации.

УДК 531

ДВИЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОНА В ПОПЕРЕЧНЫХ РАДИАЛЬНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ И МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ

Студент гр. 10301218 Лутковский Д. С.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Бобученко Д. С.

Белорусский национальный технический университет

Движение заряда в постоянных однородных электрическом и магнитном полях хорошо известно. В данной работе рассмотрено движение электрона между цилиндрическими катодом(К) и анодом(А), с радиусами r_1 и r_2 соответственно, где напряженность электрического поля, согласно решению уравнений $\vec{E} = -grad\varphi$; $\Delta\varphi = 0$, равна $E(r) = \frac{f_2 - f_1}{\ln(\frac{r_2}{r_1})} \frac{1}{r} = \frac{A}{r}$, где f_1 , f_2 – потенциалы на катоде и аноде. Уравнения движения в полярной системе координат имеют вид:

$$\frac{dr}{dt} = V_r, \quad \frac{d\theta}{dt} = \frac{V_\theta}{r}, \quad \frac{dV_r}{dt} = \frac{eA}{m r} + \frac{e}{m} V_\theta B, \quad \frac{dV_\theta}{dt} = -\frac{e}{m} V_r B. \quad (1)$$

Здесь r , θ , V_r , V_θ – полярные координаты, скорости электрона; B – магнитная индукция магнитного поля; e , m – заряд и масса электрона. Начальные условия: $r(t=0) = r_1$, $\theta(t=0) = 0$, $V_r(t=0) = 0$, $V_\theta(t=0) = 0$.

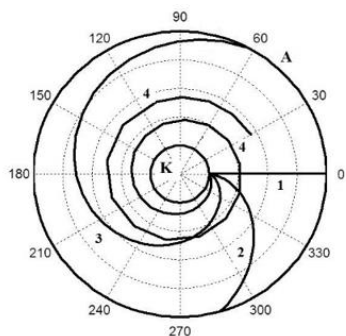


Рис. 1. Результаты расчетов в виде различных траекторий движения электрона $r_1=1\text{см}$, $r_2=5\text{см}$, $f_1=0$, $f_2=100\text{ В}$

Аналитическое решение данной системы получить не удалось, поэтому она решалась численно с помощью созданной программы. Для решения системы дифференциальных уравнений (1) использовался метод Рунге-Кутты 5-го порядка. В отсутствии магнитного поля (1, на рис.) электрон движется по прямой. При магнитном поле $B=5 \cdot 10^{-5}$ (2, на рис.); $2 \cdot 10^{-4}$ Тл (3, на рис.), направление которого параллельно оси электродов, траектория электронов искривляется под действием силы Лоренца, но они достигают анода. При магнитном поле $B=1 \cdot 10^{-3}$ Тл (4, на рис.), электрон закручивается по спирали, стремясь к окружности, скорость электрона при этом значительно увеличивается ((4) представлена для наглядности не полностью) (рис.1). Значительное увеличение скорости электрона показывает, что необходимо учитывать потери энергии электрона на излучение.

УДК 531

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИСТОЧНИКАХ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЙ

Студент гр. 10301318 Молчанов Д. С.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Бобученко Д. С.

Белорусский национальный технический университет

СВЧ излучение - это электромагнитное излучение с длиной волны от 1м (частота 300МГц) до 1мм (частота 300ГГц), находит широкой практическое применение в промышленности, в радиолокации и связи (в том числе в устройствах Bluetooth, Wi-Fi), в медицине. В настоящее время источниками СВЧ, в направлении уменьшения излучаемой мощности, являются гиротрон, клистрон, магнетрон, лампа бегущей волны, плоские вакуумные триоды, генераторы на диодах Ганна, и природные источники (Солнце и космические

объекты). В гиротроне, источником энергии является вращающийся в вакууме в сильном магнитном поле с циклотронной частотой пучок электронов, достигаемая мощность до 1-2МВт, релятивистские электроны могут генерировать мощность до 10МВт. В клистроне не используется внешнее магнитное поле, электроны двигаются по прямой между катодом и отражающей пластиной, пролетая через два и более резонаторов. В первом резонаторе, электроны группируются в сгустки, модулированием по скорости. В следующем резонаторе, когда электрическое поле в нём тормозит электроны, энергия электронов, полученная ими от источника постоянного напряжения, переходит в энергию электромагнитного поля. Клистроны являются источниками излучения в мощных радиолокационных телескопах. Магнетрон – самый распространенный вакуумный прибор, в котором присутствуют несколько объемных резонаторов, симметрично расположенных вокруг катода, находящегося в центре. Магнитное поле создается постоянным магнитом или электромагнитом. Электроны, испускаемые катодом, под действием магнитного поля двигаются по круговым траекториям. Они на периферии в определенное время пересекают щели резонаторов, отдают при этом свою кинетическую энергию, возбуждая электромагнитные колебания в резонаторах. Лампа бегущей волны представляет собой тонкую откачанную трубку, вставленную в магнитную катушку. Она состоит из электронной пушки, замедляющей системы (проволочная спираль), фокусирующей системы. По спирали бежит волна усиленного сигнала, вдоль спирали проходит электронный луч. Скорость электронов, длина и шаг спирали подобраны так, электроны отдают часть своей кинетической энергии бегущей волне. Диод Ганна представляет собой слой монокристалла арсенида галлия или фосфида индия. Принцип действия его основан на междолинном переносе электронов. Диод Ганна более стабилен и долговечен, чем другие источники СВЧ, работает на низком напряжении питания.

УДК 622.2:614.83

ОБ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СООРУЖЕНИЙ

Студент гр. ПГ-51 Мишура К. А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

В наше время все больше возрастает интерес к системам диагностики и мониторинга технического состояния конструкций зданий и сооружений. Такие системы разрабатываются как разветвленные информационные сети, в составе которых в качестве чувствительных элементов используются

сейсмические приемники [1]. Применение сейсмоприёмников в диагностических комплексах требует высоких показаний этих датчиков, поскольку от них зависит надежность систем в целом.

Вместе с сейсмоприемниками используют специальные электронные усилители, с помощью которых все полезные колебания усиливаются, а помехи ослабляются. Для записи в цифровой форме усиленные сейсмические сигналы подают на электронный коммутатор с n- входами, который опрашивает последовательно все каналы. Полученные таким образом выборки сигналов поступают с выхода коммутатора на преобразователь аналог-цифра. Он позволяет выразить величины амплитуд сейсмических колебаний в каждом канале в двоичном коде, для дальнейшей регистрации.

Для усовершенствования систем мониторинга динамической устойчивости сооружений предлагаются такие пути, как: использование встроенных интеллектуальных датчиков; беспроводная передача данных измерителей на удаленный диагностический сервер; использование современных методов обработки измеренной информации. В последнем случае речь идет о выделении полезных сигналов из аддитивной смеси шумов и помех методами частотно-временного, масштабно-временного и статического анализа [2, 3]. В простейшем случае может быть применен узкополосный спектральный анализ [2], что позволяет исключить из результатов измерений влияние вибраций от промышленных установок, от колебаний зданий, погодных и температурных воздействий.

Литература

1. ГОСТ Р 8.669-2009 «ГСИ. Виброметры с пьезоэлектрическими, индукционными и вихретоковыми вибропреобразователями. МП»
2. Основы цифровой обработки сигналов: Курс лекций / А. И. Солонина, Д. А. Улахович, С. М. Арбузов, Е. Б. Соловьева / Изд. 2-е испр. и перераб. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 768 с.
3. Бочков Г.Н. Полиспектральный анализ и синтез сигналов / Г.Н. Бочков, К.В. Горохов. – Нижний Новгород, 2007. – 113 с.

УДК 621.833.005

СОЗДАНИЕ САЙТА В uCOZ

Студент гр. 11302218 Мурашко Е. Н.

Ст. преподаватель Кондратьева Н. А.

Белорусский национальный технический университет

uCoz – бесплатная система управления сайтом и хостинг для сайтов, созданных с её использованием, разработанная компанией uKit Group. Модули uCoz могут использоваться как в единой связке для создания полнофункционального сайта, так и по отдельности, например, в качестве

блог-платформы, интернет-магазина. uCoz – не совсем обычный конструктор. Его возможности правильнее рассматривать не цельно и в совокупности, а используя блочный подход. Система состоит из разноплановых модулей, связанных единым интерфейсом и большим количеством общих, дополнительных настроек и возможностей. Основные возможности uCoz: 1. Управление дизайном. 2. Файловый менеджер. 3. Информеры. (Раздел, в котором есть возможность создавать информеры для любых контент модулей. С помощью информеров можно выводить материалы различных модулей на любых страницах сайта). 3. Ротатор баннеров. (Функция, позволяющая показывать несколько баннеров на одном месте в случайном порядке). 4. Замена стандартных надписей. 5. Комментарии через социальные сети. 6. Управление доменами. (Если есть свой домен, можно прикрепить его к проекту. После этого сайт станет доступным по новому адресу). 7. Настройка баннера и копирайта uCoz. 8. Раскрутка сайта. (Инструмент, при помощи которого можно продвинуть свой сайт в поисковых системах). 9. Резервное копирование (backup). 10. uSocial.pro - социальные сервисы сайта. (Создание уникальных наборов кнопок "Поделиться" и "Мне нравится" сайта, при помощи удобного конструктора uSocial.pro: привлечение дополнительного трафика на сайт и увеличение количества подписчиков групп в социальных сетях). 11. Служба поддержки. 12. Магазин скриптов uCoz. 13. Биржа фриланса uPartner.pro.

Был создан сайт «Автосалон» в пакете uCoz на базе конструктора. Проиллюстрированы функциональные возможности работы сайта «Автосалон» с помощью модулей: редактор страниц, новости сайта, каталог тематических страниц, «фотоальбомы», форум. Созданный сайт размещен в сети Internet. Разработано руководство пользователя сайта «Автосалон».

Налицо актуальность знаний о uCoz и целесообразность обучения работе с пакетом uCoz в рамках курса информатики, чтобы усовершенствовать уровень знаний студентов для эффективной обработки и обмена информацией.

УДК 542.87

ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ. РАЗДЕЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ В БИНАРНЫХ ФОСФАТНЫХ СМЕСЯХ

Студент гр. 11310115 Николаева Т. А.

Ассистент Люцко К. С.

Белорусский национальный технический университет

Титрование – количественный метод химического анализа. Суть метода заключается в последовательном добавлении и анализе образца раствором (титраном) с уже известной концентрацией.

При проведении потенциометрического титрования используют ячейку с двумя электродами: индикаторный электрод и электрод сравнения. Потенциал индикаторного электрода зависит от концентрации определяемых ионов в растворе, а электрод сравнения используют для того, чтобы измерить потенциал индикаторного электрода [1]. Для потенциометрического метода используют различные рН-метры для измерения электродвижущей силы.

В потенциометрическом титровании определяют точку эквивалентности. Она соответствует равенству концентраций определяемого иона и титранта. Вблизи этой точки происходит резкое изменение потенциала индикаторного электрода. Реакции при таком титровании проходят с высокой скоростью и являются необратимыми [1].

При титровании смеси фосфорной кислоты и дигидрофосфата натрия щёлочью наблюдать 2 скачка, что соответствует резкому изменению потенциала индикаторного электрода. Первый соответствует оттитровыванию фосфорной кислоты, а второй – оттитровыванию фосфорной кислоты и соли дигидрофосфата натрия, которая содержится в анализируемой пробе.

Достоинства метода:

- проведение титрования в разбавленных растворах;
- возможность анализировать многокомпонентные системы;
- титрование с использованием неводных растворов;
- широкая область практического применения.

Литература

1. Павлов, А. И. Физико-химические методы анализа : учеб. пособие / А. И. Павлов – Санкт-Петербург. 2013. – 35-38 с.

УДК 519

РЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТЬ ВЫБОРКИ. ПОДХОДЫ К ЕЕ ОПРЕДЕЛЕНИЮ

Студент гр. 11304117 Перуанский В. В.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Гундина М. А.

Белорусский национальный технический университет

Репрезентативность выборки – это способность выборки воспроизводить определенные характеристики генеральной совокупности в пределах допустимых погрешностей.

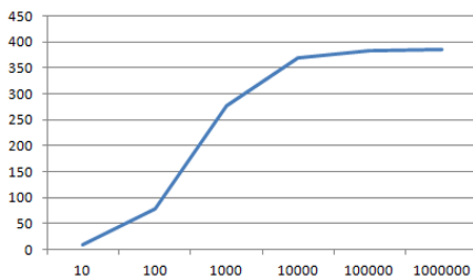
Выборку называют репрезентативной, если результат измерения определенного параметра для данной выборки совпадает с учетом допустимой погрешности с известным результатом измерения генеральной совокупности. Такое определение устанавливает связь между выборочной и генеральной совокупностью.

Тогда генеральную совокупность представляет выборка, в случае репрезентативности выборки на генеральную совокупность могут быть распространены выявленные в выборочном исследовании закономерности.

Для определения допустимого объема выборки может быть использована следующая формула

$$n = \frac{t^2 s^2 N}{\delta^2 N + t^2 s^2}$$

n – объем выборки, N – величина генеральной совокупности, s – выборочная дисперсия, δ – предельная ошибка выборки, $t = 1,96$ – значение в таблице распределения Стьюдента для вероятности 0,95.



Заметим, что одна и та же выборка может быть репрезентативна по одним параметрам и нерепрезентативна – по другим.

Важным вопросом является обоснование погрешности, в пределах которой выборка признается репрезентативной.

УДК 004.4'2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИГРОВОГО ДВИЖКА BLITZ3D ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧАХ

Студент гр. ПГ-п71 Платов И. М.

Кандидат техн. наук, доцент Павловский А. М.

Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского

При исследовании физических объектов возникает необходимость в моделировании и визуализации их поведения в различных условиях. Для решения данной задачи предлагается использовать игровой графический движок Blitz3D [1], который дает возможность моделировать физические процессы в трехмерном, или двухмерном пространствах. Blitz3D поддерживает модели реализованные в среде 3D-Max, с использованием современных инструментов и шаблонов. Пример реализации кода управления движением модели летательного аппарата и соответствующий ему графический объект приведены на рисунке 1.

Отличительной особенностью Blitz3D является низкий порог вхождения, что позволяет сосредоточиться непосредственно на моделировании процессов, без необходимости вникания в тонкости графических библиотек DirectX и OpenGL. Также для Blitz3D доступны следующие физические движки: PhysX

Wrapper, Nvidia PhysX, Newton, ODE, Tokamak. Они дают возможность реализовать динамику абсолютно твердого тела, систему столкновения объектов в изменяемом окружении виртуального пространства.

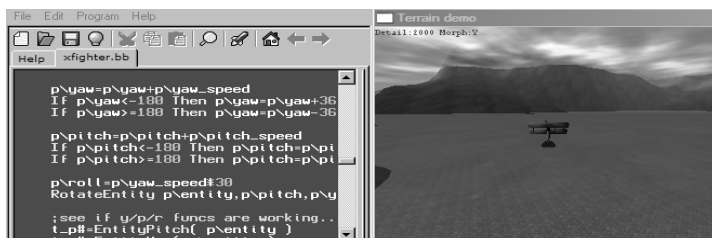


Рис. 1. Пример моделирования движения объекта в Blitz3D

Кроме того, игровой графический движок Blitz3D имеет упрощенные алгоритмы коммуникации с микроконтроллерами и отладочными платами, такими как Arduino, Discovery, Raspberry PI, что в свою очередь позволяет получать данные от подключенных чувствительных элементов, и как следствие, расширяет функциональные возможности системы.

Литература

1. Blitz3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.blitz3d.ru>.

УДК 51

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ НАПРАВЛЕННОСТИ ЛИЧНОСТИ

Студенты гр. 11304117 Погонюк С. П., Цыганов А. М.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Гундина М. А.

Белорусский национальный технический университет

Для определения личностной направленности был проведен опрос с помощью виртуальной формы, созданной в открытом доступе, для студенческой группы (возраст 18-19 лет). Для этого была использована методика «**Ориентационная анкета**» (Б. Басс) [1].

Данной возрастной категории соответствует начало установления подлинной социально-психологической независимости. К сферам, в которых это проявляется, относятся самообслуживание, независимость в моральных суждениях, взглядах и поступках. Половина опрошенных студентов ответила, что наибольшее удовлетворение они получают при осознании того,

что порученное задание сделано хорошо. Происходит осознание противоречий в жизни (между нормами морали и поступками людей, между идеалами и реальностью).

Социальной ситуацией развития для данной возрастной категории является профессиональная учеба, освоение профессионально-трудовых умений, освоение норм отношений между людьми, ситуация выбора жизненного пути. При выборе качеств, которыми должен обладать лучший педагог при создании оптимальных условий учебного процесса в 60% случаев был выбран вариант «вызывает интерес к предмету так, что обучающиеся с удовольствием углубляют свои знания в изучении этой дисциплины. В первую очередь, по мнению опрошенных, высшая школа должна научить решать задачи, которые перед ними ставит жизнь (50% опрошенных), развивать индивидуальные способности обучающегося (45%). 85% обучающихся отметили, что лучше всего они учатся, если преподаватель сумеет вызвать у них интерес к предмету и доступно объясняет материал (50% опрошенных).

Кризисными проявлениями для данного возрастного этапа является новая жизненная ситуация, юношеский максимализм, материальная независимость. 55% опрошенных хотели бы победить в конкурсе, нежели заниматься его организацией или созданием.

Литература

1. Тест: определение направленности личности [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.testio.ru/prof/psi-test/128-test-147.html>. Дата доступа: 2.01.2019.

УДК 388.41

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ В МАРКЕТИНГЕ

Студенты гр. 1131016 Предко П. А., Назарович А. Д.

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.

Белорусский национальный технический университет

Маркетинг представляет собой систему мероприятий, целью которых - сбыт и распространение различных продуктов на рынках путем учета запросов потребителей, их национально-региональных и социально-психологических особенностей, потребностей. [1] Неотъемлемой частью маркетинга является реклама, которая является самым распространенным методом продвижения товара потребителю. Однако существует большое множество других воздействий на решение человека о покупке товара. Например, так называемая «ловушка конформизма». Эта ловушка состоит в том, что потребители больше склоняются к покупке товара, в рекламе

которого используются такие типовые фразы как «все хорошие хозяйки стирают именно этим порошком». Эта уловка основывается на желании человека быть как все, ничем не выделяться из толпы. Так же маркетологи используют «ложный спрос» для увеличения продаж. В этом случае покупатель, когда наблюдает полупустые витрины, убеждает себя, что этот товар пользуется спросом, а, следовательно, отличается хорошим качеством при выгодной цене. Большую роль в принятии решения о совершении покупки играет цена. Если покупатель стоит перед выбором между более дорогим и более дешевым товаром, то в большинстве случаев он выберет товар ниже стоимостью, не думая об объективной цене этого же товара. Без сомнения, в маркетинге большую роль играет топография, иными словами расположение различных отделов в магазинах или расположение товаров на полках. Не секрет, что покупатель выберет тот продукт, который находится на уровне его груди, так как взять его с полки не составляет труда, в отличие от товаров на нижней и верхней полках. Топография магазинов строиться таким образом, чтобы покупатель проходил максимально большое расстояние при намерении купить основные необходимые товары.

Литература

1. Тропина, О.И. Маркетинг/О.И. Тропина.- Минск: БНТУ, 2016. - 44с.

УДК 53(075.8)

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ ТОКОВ

Студент гр. 11304118 Предко А. К.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Черный В. В.

Белорусский национальный технический университет

В работе [1] утверждается, что если два длинных параллельных провода с пренебрежимо малым сопротивлением замкнуть с одного конца сопротивлением R , а с другого подключить к ним источник постоянного напряжения, то в зависимости от величины R провода будут либо отталкиваться (в этом случае преобладает сила магнитного взаимодействия и $R < R_0$), либо притягиваться (в этом случае преобладает сила электростатического притяжения и $R > R_0$).

Согласно принятой в [1] модели, величина R_0 определяется как

$$R_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} \frac{\ln \eta}{\pi}, \quad (1)$$

где μ_0 и ε_0 – соответственно, магнитная и электрическая постоянные, η – отношение расстояния между центрами проводников к их радиусу.

Целью данной работы была проверка достоверности данного подхода к рассмотрению взаимодействия проводников, по которым протекают постоянные токи.

Для этого использовалась экспериментальная модель, включавшая два параллельно расположенные провода на расстоянии 15 мм друг от друга. С одной стороны провода соединялись через сопротивление, величина которого изменялась в широких пределах. С противоположной стороны к проводам подводилось постоянное напряжение от мощного источника.

Для усиления эффекта смещения проводов на них направлялся пучок света и наблюдалась тень на экране, расположенном на расстоянии 10 метров от проводов.

На опыте не удалось обнаружить притяжения проводов, хотя максимальная величина сопротивления превосходила величину R_0 , (1) для нашего случая более чем в 2 раза.

Из полученных результатов можно заключить, что предложенная в работе [1] модель, предполагающая наличие в проводах зарядов противоположного знака, нуждается в уточнении.

Литература

1. Иродов, И.Е. Основные закона электромагнетизма. / И.Е. Иродов. – М.: Высшая школа, 1991. – С. 158.

УДК 519.242

ПЛАНИРОВАНИЕ АКТИВНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Студент гр.11305315 Прихач И. В.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Прусова И. В.

Белорусский национальный технический университет

Объекты прикладных исследований являются сложными и подвергаются воздействию значительного количества как управляемых, так и независимых факторов, т.е. могут быть существенно подвержены случайным причинам изменчивости. Не всегда является возможным описать модель реального объекта исключительно аналитически, в таких случаях необходимо использовать экспериментальные данные для анализа. Подобный подход приводит к повышению эффективности исследований, т.к. теоретическая модель детализируется посредством опыта, в то время как анализ и обобщение данных эксперимента проводится на базе теории.

Эксперимент проводится в контролируемых условиях посредством целенаправленного воздействия на объект (или его модель). Подобный метод исследования позволяет не только точно фиксировать необходимые значения параметров, но и при необходимости воссоздать условия проведения эксперимента с достаточным уровнем повторяемости и воспроизводимости результатов.

При экспериментально-статистических методах сам процесс проведения эксперимента является «черным ящиком». Исследователь получает данные только на входе и выходе процесса и моделирует контролируемые условия и факторы для проведения эксперимента.

Планирование эксперимента является процедурой по выбору числа, условий проведения опытов, а также влияющих факторов, которые считаются необходимыми и достаточными для получения релевантной математической модели. Таким образом проводится активный эксперимент, который, в отличие от пассивного, позволяет изменять уровень воздействия факторов на объект и при этом получать оценки данных воздействий в зависимости от их силы и оказываемого влияния.

Активный эксперимент проводится по составленному плану. Он может быть представлен в виде таблицы или матрицы, где указываются порядок проведения опытов и их количество и перечисляются факторы с требуемыми для проведения опытов уровнем их воздействия. Примерами такого вида экспериментов являются полный и дробный факторный эксперименты.

При активном эксперименте результат получается точнее, чем при пассивном, имеется возможность выбрать область, подлежащую наблюдению. Однако его проведение не всегда возможно из-за ограниченности человеческих и технических ресурсов.

Наиболее целесообразно использовать такой вид эксперимента при выделении и ранжировании влияющих факторов, получении модели и оптимизации объекта.

УДК 621.833.005

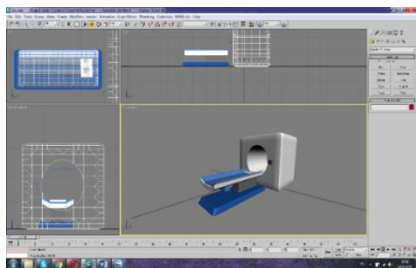
ПРОЕЦИРОВАНИЕ АППАРАТА МРТ В ПАКЕТЕ 3DS MAX

Студент гр. 11307216 Роговцова А. С.

Ст. преподаватель Кондратьева Н. А.

Белорусский национальный технический университет

3DS MAX (3DStudio MAX) – полнофункциональная профессиональная программная система для создания и редактирования трёхмерной графики и анимации. Эта программа активно используется в архитектуре и строительстве, медицине и физике, для создания фильмов и игровых приложений, а также во многих других сферах жизни и областях науки. Программа 3DS MAX дает возможность создавать трёхмерные объекты и «оживлять» их.



Обработывая объекты при использовании необходимых команд, можно изменить форму, положение объектов. Инженерам, работающим в 3D Studio MAX, предоставляются средства фотореалистической визуализации для анализа разрабатываемого проекта, проведения презентаций и создания маркетинговых материалов.

Было спроецировано медицинское оборудование, а именно вид оборудования для магнитно-резонансной томографии (МРТ) при помощи пакета 3DS MAX. Модель объекта отображается в четырех окнах проекций. Вид объекта в каждом окне проекций можно изменять и наблюдать как выглядит объект с разных точек наблюдения; возможно выполнение вращения в окнах проекций вместе с созданными в нем объектами. Со всеобщей компьютеризацией во многих сферах деятельности, работу, связанную с графикой, упростило и ускорило применение инженерных пакетов. Знания и умения пользоваться пакетом 3DS MAX актуальны и целесообразны для конструирования и проецирования изображений медицинских приборов и оборудования.

УДК 531

СТЕПЕНЬ АДИАБАТИЧНОСТИ ПРОЦЕССА

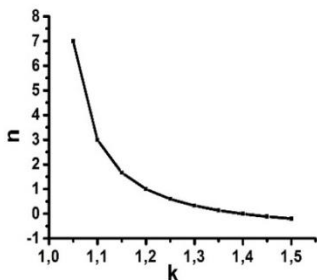
Студент гр. 10303118 Рудницкий А. Ю.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Бобученко Д. С.

Белорусский национальный технический университет

Адиабатический процесс - это термодинамический процесс, который происходит при отсутствии теплообмена с окружающей средой. Адиабатический процесс может протекать в теплоизолированной системе, или он должен протекать очень быстро, чтобы теплопроводность не успевала отвести тепло. Эти условия являются идеализированными, на практике абсолютно строго адиабатических процессов не существует. Поэтому, представляет интерес найти критерий, по которому можно было бы судить на сколько тот или иной процесс можно считать адиабатическим.

Пусть количество теплоты ∂Q , отдаваемое системой внешней среде, составляет определённую долю n от изменения внутренней энергии dU : $\partial Q = -ndU$, и n остается постоянной в течение всего процесса. Тогда первое начало термодинамики в этом случае приобретает вид: $(1 + n)dU = -pdV$, где p - давление, dV - изменение объёма газа. Далее,



используя стандартную методику, что и при выводе уравнения адиабатического процесса для идеального газа постоянной массы, для рассматриваемого процесса получим уравнение процесса: $PV^k = const$, где $k = \frac{\gamma+n}{n+1}$, $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ — показатель адиабаты, равный отношению теплоемкостей газа при постоянном давлении к теплоемкости при постоянном объеме, также отношению

энтальпии к внутренней энергии. Значение показателя адиабаты γ для различных газов, в том числе для воздуха хорошо известно, и нормальных условиях составляет $\gamma=1,401$. Коэффициент k можно измерить по известной методике определения показателя адиабаты. Зная измеренное экспериментально значение k , и теоретическое значение показателя адиабаты γ , можно рассчитать n : $n = \frac{\gamma-k}{k-1}$. На рис.1 представлен график зависимости n от k для воздуха, по которому можно судить на сколько данный процесс можно считать адиабатическим.

УДК 51

ЗАДАЧА О ПРАВИЛЬНОСТИ ВЫНЕСЕННОГО РЕШЕНИЯ ЖЮРИ

Студент гр. 11312117 Савлевич В. А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Гундина М. А.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрим особенности решения следующей задачи:

Первое жюри состоит из трёх человек. Два из них независимо друг от друга принимают правильное решение с некоторой вероятностью P , а третий член жюри для вынесения приговора бросает монету. Окончательное решение данного жюри определяется большинством голосов. Второе жюри, состоящее из одного человека, выносит справедливое решение с вероятностью P . Какое из этих двух жюри выносит правильное решение с большей вероятностью? Как изменится результат, если увеличится количество членов жюри?

При решении этой задачи, необходимо рассмотреть уточнение к условию: пусть при равном количестве голосов решение члена жюри, подбрасывающего монетку, не учитывается.

Найдём вероятность правильного решения для жюри, состоящего из трёх участников A_3 (один член жюри «с монетой»):

$$A_3 = P * P * 0.5 + P * P * 0.5 + P * (1 - P) * 0.5 + (1 - P) * P * 0.5 = P.$$

Таким образом, вероятности принятия правильного решения для жюри из одного участника и жюри из трёх участников совпадают.

Найдём вероятность для жюри из двух участников, один из которых выбирает с вероятностью P , а другой подбрасывает монетку:

$$A_2 = P * 0.5 + P * 0.5 = P.$$

Можно заметить, что вероятности снова совпали. Увеличим количество членов первого жюри до 4, 5, 6 и 7, где один подбрасывает монетку, а остальные принимают правильное решение с вероятностью P :

$$A_4 = 2 * P * P * P * 0.5 + 3 * P * P * (1 - P) = 3P^3 - 2P^2.$$

$$A_5 = P * P * P * P + 4 * P * P * P * (1 - P) + 6 * P * P * (1 - P) * (1 - P) * 0.5 = 3P^3 - 2P^2.$$

$$A_6 = P * P * P * P * P + 5 * P * P * P * P * (1 - P) + 10 * P * P * P * P * (1 - P) * (1 - P) = 6P^5 - 15P^4 + 10P^3.$$

$$A_7 = P * P * P * P * P * P + 6 * P * P * P * P * P * (1 - P) + 15 * P * P * P * P * P * (1 - P) * (1 - P) + 20 * P * P * P * P * (1 - P) * (1 - P) * (1 - P) = 6P^5 - 15P^4 + 10P^3.$$

Наблюдается следующая закономерность: вероятность: при количестве участников жюри, один из которых подбрасывает монетку, а остальные выбирают правильное решение с вероятностью P , вероятность при $2n$ совпадает с вероятностью для количества членов жюри $(2n+1)$.

УДК 621

ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЦИФРОВОЙ СЧЕТЧИК ПАТРОНОВ КАК МОДИФИКАЦИЯ КОЛЛИМАТОРНОГО ПРИЦЕЛА

Селин К. Ю.

Кандидат техн. наук Филатов С. А.

Белорусский национальный технический университет

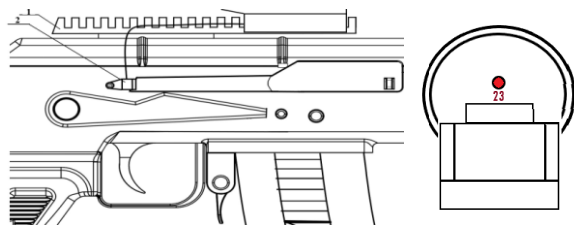
Коллиматорные прицелы позволяют увеличить скорость наведения на цель в несколько раз. В основе устройства коллиматорных прицелов лежит полупрозрачное зеркало и лазерный указатель, в основе работы – мнимое изображение (отражение) указателя на бесконечность.

Целью работы является расширение возможностей стрелковых коллиматорных прицелов, путем добавления изображения счетчика патронов на плоскость зеркала коллиматора.

Существуют вариации счетчиков по импульсу или звуку от выстрела, однако конструкции такого типа имеют большие неточности в подсчете.

Материалами служат: пьезоэлектрическое устройство (ПУ), изолированный проводник, устройство обработки сигнала ПУ (счетчик), микродисплей, коллиматорный прицел.

Сущность разработки: пьезоэлектрическое устройство закрепляется на крышке ствольной коробки либо скобой, либо подвижным винтом так, чтобы не мешать ходу переводчика (предохранителя). При выстреле, в процессе отхода затвора в крайнее заднее положение, рукоять затвора бьет по рабочему телу ПУ, вырабатывая электрический импульс. Импульс регистрируется счетчиком. Счетчик выводит показания на дисплей в формате зеркального отражения. Световой пучок от дисплея отражается в полупрозрачном зеркале (объективе) коллиматора ниже прицельной метки. Кнопки установки значения емкости магазина и режима «reload» для заполнения счетчика расположены на корпусе коллиматорного прицела. Место закрепления ПУ и внешний вид изображения на коллиматоре представлены на рисунке.



1 – крепежная планка Вивера; 2 – пьезоэлектрическое устройство
Рис. 1. Эскиз закрепления ПУ и изображение коллиматора

УДК 62-03:51-74

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ МАКСИМУМОВ СЕНСОРНЫХ УСТРОЙСТВ

Студенты гр. 11307118 Степаненко А. И., Черноголов С. А.

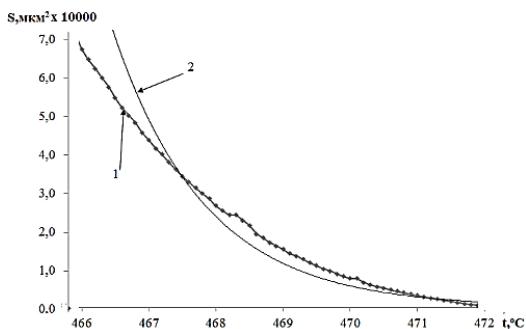
Кандидат техн. наук Реутская О. Г.

Белорусский национальный технический университет

Для проведения математических расчетов инженерных прикладных задач одним из методов анализа данных является применение «золотого сечения» для нахождения оптимальных соотношений величин, вычисления значений максимума и минимума функций. Определение точек локальных максимумов в исследуемом диапазоне значений производится путем деления его на несколько отрезков, при чем наибольший отрезок относится к длине

всего интервала с одинаковым коэффициентом пропорциональности, как и наименьший к его длине [1].

Экспериментальным способом была определена температура нагрева рабочей области сенсорного устройства, расположенного на мембране, состоящей из ненапряженного нитрида кремния и пористого оксида алюминия толщиной 0,8 и 0,9 мкм, соответственно. В зависимости от площади «пятна» пирометра IP-140 получены данные о температуре нагрева сенсора (рис. 1 (1)). Методом золотого сечения определены аппроксимационные кривая, которая может быть описана экспоненциальной функцией (рис. 1 (2)).



1 – результаты эксперимента; 2 – результаты расчета

Рис. 1. Зависимость площади «пятна» пирометра от устанавливаемой температуры

По полученным математическим значениям функции следует отметить, что для определения более точных значений максимумов функций следует использовать сложные алгоритмы обработки данных для оценки результатов.

Литература

1. Аракелян Г. Б. Математика и история золотого сечения. – М.: Логос, 2014, 404 с.

УДК 331.08

МАРКЕТИНГ ИННОВАЦИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

Докторант Третьяков-Савич Е. С.¹

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.²

¹Каунасский технологический университет,

²Белорусский национальный технический университет

В современных условиях хозяйствования эффективное использование инструментов маркетинга рассматривается как один из основных резервов повышения результативности работы предприятия, руководителям необходимо уделять пристальное внимание данным аспектам, проводить анализ

достигнутых результатов. Инновационный маркетинг – это многоуровневый процесс, который включает в себя активное внедрение различных способов и методов, инструментов маркетинга, предназначенных для получения наивысших результатов и, как следствие, повышения эффективности всей производственно-хозяйственной деятельности любого предприятия. Маркетинг инноваций является самостоятельной подсистемой в системе маркетинга. К основным функциям, определяющим основу маркетинга инноваций можно отнести: выявление потребительских запросов и предпочтений в инновационном продукте; проведение и анализ комплексного исследования рынка; определение важнейших потребительских свойств инновационного продукта; оценка инновации с точки зрения производственных и финансовых возможностей предприятия; разработка маркетингового плана коммерциализации инноваций; проведение мероприятий по внедрению разработанных планов; анализ эффективности проведенных мероприятий; коррекция маркетингового плана по мере необходимости [1, с.78]. К маркетинговым инновациям можно отнести: формирование новых ценовых стратегий; оптимизация дизайна; применение новейших приемов продвижения продукции; оригинальные рекламные концепции; совершенствование имиджа товаров; повышение эффективности и узнаваемости бренда; методы индивидуализации маркетинга; реализации новых маркетинговых стратегий, которые ориентируются на освоение новых рынков сбыта [2, с.94].

Литература

1. Бранчеев, В.П. Маркетинг инноваций / В.П. Баранчеев. – М., 2017, – С. 232.
2. Пермичев Н. Ф., Палеева О. А., «Маркетинг инноваций»: М.: Высшая Школа, 2016, – С. – 196.

УДК 621.382

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ТЕПЛОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ СВЕТОДИОНОЙ SMD ЛАМПЫ

Студент гр.11305116 Урбанович Е. С.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Бумай Ю. А.

Белорусский национальный технический университет

Исследовался тепловой дизайн стандартной SMD (surface-mount device) лампы (~4 Вт) с поверхностным монтажом светодиодов без светового диффузора (рис. 1).

Измерения тепловых параметров лампы производилось с использованием релаксационного импеданс-спектрометра методом тепловой релаксационной дифференциальной спектрометрии (ТРДС/TRDS) [1],



Рис. 1. Внешний вид SMD лампы с излучателем

позволяющей определить величину и структуру теплового сопротивления полупроводниковых приборов, а также профиль растекания тепла в них.

Установлено, что через 5 с после включения начинается существенный разогрев излучателя SMD лампы, а для достижения стационарного режима требуется более часа, что связано с наличием керамического радиатора лампы, значительно увеличивающего тепловую инерцию всей лампы. Температура перегрева SMD лампы достигает 61°C .

Анализ ТРДС спектров данной лампы также показывает существенный вклад радиатора в полное тепловое сопротивление лампы. К тому же в диапазоне спектра радиатора возникает сужение теплового потока в виде характерного «бутылочного горлышка», что свидетельствует наличии зон неравномерного нагрева и, как следствие, низкой тепловой эффективности данного радиатора, что требует доработки его теплового дизайна. Показано также, что метод ТРДС позволяет подробно исследовать особенности тепловой конструкции сложных светодиодных приборов с целью снижения их перегрева.

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.

УДК 51

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПАКЕТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ

Студенты гр. 11305117 Утлая О. В., Песляк И. Е.

Ст. преподаватель Прихач Н. К.

Белорусский национальный технический университет

Статистика – наука, которая изучает процессы и методы сбора и анализа количественных или качественных данных. Эта наука появилась из практических нужд человека, таких как статистика народонаселения, статистика аварий, статистика заболеваний и др. Статистика помогает увидеть отклонения в различных сферах жизни общества. Зная эти отклонения, у людей

появляется возможность скорректировать свою деятельность, следовательно, повысить качество жизни.

Прикладная статистика изучает и анализирует произвольные данные, полученные опытным путём, а также – законы их распределения. Прикладная статистика и её методы анализа основываются на теории вероятности и математической статистике. Для анализа больших объёмов данных используют компьютерные программы, которые называют статистическими пакетами. По функциональности их можно разделить на три группы: универсальные (SPSS, STATA, STATISTICA, S-PLUS), профессиональные (SAS, BMDP), специализированные (BioStat, MESOSAUR, DATASCOPE). Прикладные задачи, которые можно решить в статистических пакетах: задачи оценки среднего значения, задачи оценки дисперсии, задачи по точечной оценке доли распределения случайной величины в заданном интервале, задачи по интервальной оценке доли распределения случайной величины при неизвестной дисперсии в заданном интервале. После решения поставленной задачи и получения данных проводится анализ. Выделяют несколько методов для анализа: метод корреляционного и регрессионного анализа, канонический анализ, метод сравнения средних, частотный анализ, кросстабуляция, анализ соответствий, многомерное шкалирование. В мире существуют крупные организации, занимающиеся обработкой статистических данных: Международный статистический конгресс (МСК), Международный статистический институт (МСИ), Статистическая комиссия ООН и Статистическое бюро Секретариата ООН.

Прикладная статистика регулирует технологические процессы, обеспечивает надёжность испытания, способствует планированию экспериментов. При решении прикладных задач следует учитывать погрешности. На основе статистических данных каждый день в мире принимают важнейшие решения во внешней и внутренней политике, экономике, медицине и в области образования.

УДК 004

ТЕНЗОРНЫЕ ЯДРА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В МАШИННОМ ОБУЧЕНИИ

Студент гр.11312117 Ханевич П. В.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Прусова И. В.

Белорусский национальный технический университет

Под тензором понимается какое-либо тело, описываемое набором чисел, которые пронумерованы некоторым числом рядов индексов.

Ядра, основанные на технологии Tensor, используются для того чтобы увеличивать скорость матричных операций, которые лежат в основе искус

ственного интеллекта. Это являются революционной технологией, которая обеспечивает непревзойденную скорость работы искусственного интеллекта. Благодаря им возможно выполнять подсчет матриц смешанной точности и произвести вычисления всего в одну операцию. Если задействовать большое количество тензорных ядер, работающих одновременно в одном процессоре, то можно увеличить производительность в несколько раз.

Раздел искусственного интеллекта, задача которого изучение методов построения алгоритмов, которые, в свою очередь, способны обучаться, носит название машинное обучение. Выделяют 2 вида этого раздела. Дедуктивное обучение использует сбор информации от различных людей, систематизирует их и переносит в компьютер в виде базы знаний. Второй тип носит название индуктивное обучение или обучение по прецедентам. Оно основано на определении общих закономерностей по определенным эмпирическим данным.

Большинство принципов обучения по прецедентам создавались для того, чтобы стать альтернативой устоявшимся видам изучения информации. Они очень близко взаимодействуют с получением и последующим анализом этих данных. Машинное обучение объединяет в себе черты статистики, методов оптимизации и других математических дисциплин, однако имеет свои собственные особенности, связанные с проблемами увеличения эффективности переобучения.

Машинное обучение – является также инженерной специальностью. Теоретическая часть, чаще всего, не позволяет сразу перейти к методам и алгоритмам, которые можно было бы применить на практике. Чтобы обеспечить работоспособность этих методов, необходимо разрабатывать определенные дополнительные эвристики, которые способны компенсировать несоответствие сделанных в теории предположений условиям реальных задач.

На сегодняшний день некоторые корпорации ставят своей первоочередной задачей разработку новых способов машинного обучения и ускорением счета данных.

УДК 004.942:519.682.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ СПОРТИВНОГО СНАРЯДА

Студент гр. 11302217 Ходарёнок С. Д.

Ст. преподаватель Кондратьева Н. А.

Белорусский национальный технический университет

Научный прогресс и развитие наук позволяют более точно предсказывать определённые явления, которые можно представить в виде формул и законов. Одним из таких примеров может служить расчёт траектории

движения тела, брошенного под углом к горизонту. Движение тел, брошенных в пространстве широко изучается в баллистике, эта наука основана на математических и физических законах и явлениях. Поэтому очень важно иметь модель, способную описать движение объекта. Моделирование – исследование объектов познания на их моделях, построение и изучение моделей реально существующих предметов, процессов или явлений с целью получения объяснений этих явлений, а также для их предсказания. Моделирование в среде Delphi позволяет при помощи программного кода выполнить визуализацию движения объекта. Язык программирования высокого уровня Borland Delphi достаточно эффективен и обладает необходимой мощностью для создания прикладных программ (в частности их интерфейсов). Язык Delphi реализует концепцию объектно-ориентированного программирования. Это значит, что функционал приложения определяется набором взаимосвязанных задач, каждая из которых является самостоятельным объектом.

Проведено изучение траектории движения тела, которым являлся спортивный снаряд – футбольный мяч, брошенный под углом к горизонту. Реализация изучаемой модели представлена в среде программирования Delphi. Результат работы – функционирующая программа, способная учитывать заданные параметры и начальные условия, что позволяет рассматривать определённые ситуации, сопоставимые с реальными условиями. Анализ результатов вычислений с помощью программы, реализованной в Delphi, позволяет оценить вклад силы сопротивления в изменение траектории движения тел.

Взаимодействие математического и компьютерного моделирования при создании программ позволяет создавать точные модели способные предсказать поведение изучаемого объекта, а также выдать наглядное представление изучаемого явления (объекта).

УДК 006.91

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Студенты гр. 11305117 Хомиченко А. В., Шукелович М. И.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Гундина М. А.

Белорусский национальный технический университет

На сегодняшний день развитие современных средств измерений в медицине привело к возникновению отдельной отрасли приборостроения – медицинского приборостроения, что в свою очередь стимулировало развитие медицинской метрологии. Средства измерений, используемые в медицине, можно классифицировать по способу нормирования их диапазонов измерений и точности:



1) приборы, градуированные в единицах физических величин, которые являются результатом (например, термометр и динамометр); 2) приборы, результат которых является промежуточной величиной, требующей преобразования (например, фотоэлектрические колориметры); 3) приборы, позволяющих представи-

вить метрологические свойства объекта с помощью некоторых вспомогательных величин и параметров (электрокардиограф) [1].

В настоящее время медицинские измерения в большинстве случаев проводит медицинский персонал, не являющийся технически подготовленным, поэтому целесообразно создавать медицинские приборы, градуированные в единицах физических величин, значения которых являются конечной медицинской измерительной информацией. Рассмотрим следующий эксперимент. Проведены измерения температуры 20 студентов одной возрастной категории в один день электронным и ртутным термометрами. Получены данные, представленные на рисунке.

Для данной выборки коэффициент корреляции составил 0,89797.

Среднеквадратическое отклонение составило для электронного термометра 0,126, для ртутного термометра 0,09.

На сегодняшний день ведутся активные разработки в области создания термометров. Наряду с ртутными и электронными модифицируются ректальные, инфракрасные термометры, браслеты, термополоски.

Литература

1. Артемьев, Б. Г. Метрология и метрологические измерения / Б.Г. Артемьев. – М., 2010. – 544 с.

УДК 534.24

ОТРАЖЕНИЕ ЗВУКА НА ГРАНИЦЕ ВОЗДУХ-ВОЗДУХ

Студент 11307118 Черноголов С. А.

Кандидат физ.-мат. наук Красовский В. В.

Белорусский национальный технический университет

Указанное в названии доклада явление сформулировано, конечно, не вполне корректно, больше для интриги. В действительности речь идет об отражении звука на открытом конце трубы. Но и в этом случае на первый взгляд, казалось бы, отражения быть не должно. Ведь никакой границы сред фактически нет, если отсутствуют температурные градиенты, локальные

воздушные потоки и т.п. Из теории Рэлея известно, что на границе раздела двух сред с различными акустическими сопротивлениями $\delta = \rho c$ происходит отражение звуковой волны, причем коэффициент отражения при нормальном падении волны равен

$$R = \left(\frac{\rho_2 c_2 - \rho_1 c_1}{\rho_2 c_2 + \rho_1 c_1} \right)^2,$$

где ρ – плотность среды, c – скорость звука в этой среде, индексы 1 и 2 относятся к первой и второй средам соответственно. При равенстве акустических сопротивлений $R = 0$.

С другой стороны, мы также хорошо знаем, что в духовых музыкальных инструментах, начиная от органа и заканчивая флейтой, звучание появляется благодаря возбуждению стоячей волны в воздушном столбе, открытом с одного конца. Следовательно, звук отражается в области вблизи открытого конца трубы, в противном случае стоячая волна не возникла бы (источник звука находится у другого конца – закрытого либо открытого). Также важно отметить, что поперечные размеры трубы должны быть значительно меньше длины звуковой волны. Если возбуждать коротковолновые звуковые колебания (ультразвук), то отражения на открытом конце трубы не будет. В этом случае мы переходим к «геометрической» акустике (по аналогии с геометрической оптикой), что говорит о чисто волновой природе рассматриваемого нами эффекта. Практически нет отражения и для очень низких частот, так как в этом случае не выполняется условие для возникновения стоячей волны – на длине трубы должно укладываться четное число четвертей длины волны (для трубы, открытой с обеих сторон) либо нечетное (для трубы, закрытой с одной стороны). Можно отметить некоторую аналогию с явлением отражения электрона на границе с потенциальной ямой в квантовой механике, не имеющим интерпретации в рамках классической физики. Для изучения явления с помощью малогабаритного микрофона были проведены измерения громкости звука для различных частот в зависимости от расстояния до открытого конца трубы.

УДК 621.833.005

СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛИ БЫТОВОГО ПРИБОРА

Студент гр.11302217 Чикичев А. Д.

Ст. преподаватель Кондратьева Н. А.

Белорусский национальный технический университет

Трёхмерная графика на сегодняшний день актуальна как никогда. В настоящее время, в связи с развитием программ трехмерного моделирования, внедрением в производство станков ЧПУ, значительно расширились возможности

моделирования. Создание макетов зданий и архитектурных сооружений, элементов декора интерьеров, прототипов корпусных изделий и других дизайнерских решений может быть получено через преобразование из цифровой 3D модели в модель физическую посредством 3D печати. Трёхмерное моделирование дает очень точную модель, максимально приближенную к реальности. Современные программы помогают достичь высокой детализации. При этом значительно увеличивается наглядность проекта. Это более естественный способ визуализации. Специальные программы дают возможность интеграции с любым другим профессиональным программным обеспечением, например, с приложениями для инженерных расчетов, программами для станков или бухгалтерскими программами. Внедрение подобных решений на производстве дает существенную экономию ресурсов, значительно расширяет возможности, упрощает работу и повышает ее качество.

Целью работы являлось создание трёхмерной модели бытового прибора – холодильника, полностью идентичной реальному прибору.

В ходе работы были сняты размеры с реального прибора, выполнен расчёт пропорциональных характеристик и опираясь на полученные данные, разработана трёхмерная модель.

Для решения поставленной задачи был использован Autodesk 3DS Max – инструмент, который позволяет решить проблемы, связанные с визуализацией сложных форм, соблюдением размеров идентичных натуральным. Данная программа – превосходный инструмент для максимально точного моделирования изделия, его визуализации и технологической разработки.

Создание трёхмерного изображения требует определённых навыков при работе со специализированным программным обеспечением и понимания алгоритмов построения модели.

УДК 666.3.7

ПОЛУЧЕНИЕ ВОЛЛАСТОНИТОВОЙ КЕРАМИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНОГО ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ

Студент гр. 9 Хотиловская О. А.

Кандидат техн. наук, доцент Дятлова Е. М.,

кандидат техн. наук Сергиевич О. А.

УО «Белорусский государственный технологический университет»

Волластонит как минеральный сырьевой материал широко известен благодаря сочетанию белого цвета, игольчатой формы кристаллов и щелочному рН. Игольчатая форма кристаллов и фактор их анизотропии определяют главное направление использования волластонита в качестве микроармирующего наполнителя. Разработка новых составов масс для изделий на основе волластонитовой керамики с применением различного

минерального сырья является актуальной задачей, поскольку позволит в некоторой степени решить проблему импортозамещения на предприятиях машиностроительной отрасли.

Целью исследований является синтез и исследование технической керамики на основе волластонита для литья алюминиевых сплавов. Для синтеза волластонитсодержащей керамики были исследованы две серии масс. Образцы I серии синтезированы на основе природного волластонита Босагинского месторождения и глины Латненского месторождения и выгорающих добавок – сапропеля и угольной пыли в количестве 2,5 и 5 %, которые использованы для снижения теплопроводности керамики. II серия керамических масс включала отечественное сырье: мел Волковысского месторождения, кварцевый песок Гомельского ГОКа, кремнегель – побочный продукт производства фтористого алюминия Гомельского химзавода. В качестве кремнеземсодержащего компонента исследован также маршалит (пылевидный кварц) двух видов – Гомельского ГОКа и Российского месторождения. Для пластификации масс использовались углистая огнеупорная глина. В отличие от I серии в указанных керамических массах формирование волластонита происходило во время обжига при взаимодействии карбонатного и кремнеземистого сырья.

Синтез образцов проводился при 1100–1200 °С с выдержкой при максимальной температуре 1 ч. Установлена зависимость свойств, фазового состава и структуры материалов от вида и количества исходных компонентов, а также от температуры обжига. Оптимальным комплексом свойств обладают образцы, синтезированные на основе мела, маршалита и глины. Показатели свойств следующие: пористость – 59,57 %, водопоглощение – 43,54 %, кажущаяся плотность – 1300 кг/м³, ТКЛР – $5,96 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (20–400) °С, механическая прочность при сжатии – 35,2 МПа, огнеупорность – более 1500 °С, теплопроводность – 0,18 Вт/(м·К). Рентгенофазовый анализ показал, что качественный фазовый состав образцов оптимального состава представлен в основном волластонитом с незначительным количеством кварца. На основании электронно-микроскопического исследования установлено, что структура образцов однородная, кристаллы имеют неизометрическую форму.

УДК 339.544

СТРАТЕГИИ ВЫХОДА ПРЕДПРИЯТИЯ НА МИРОВОЙ РЫНОК

Студенты гр. 11310116 Ширяева В. Д., Сумин А. А.

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.

Белорусский национальный технический университет

Одной из приоритетных задач любого малого либо крупного предприятия является выход на мировой рынок. Мировой рынок представляет

собой систему товарно-денежных отношений между государствами, предпринимателями, компаниями или организациями разных стран, которые основаны на международном разделении труда.

Способы выхода предприятия на мировой рынок – это комплекс мероприятий, целью которых является выход предприятия на рынок другой страны со своим товаром.

Процесс выхода на внешний рынок связан с проведением большой подготовительной работы, она может быть представлена в виде различных стратегий. Наиболее распространенными считаются:

- экспортная,
- контрактная,
- инвестиционная.

Экспортная стратегия представлена экспортом. При этом главными условиями экспорта являются качество и привлекательность товара, необходимо учитывать запросы и особенности потребителя, а также определить приемлемые цены.

Контрактная стратегия заключается в распределении контроля и риска между участниками контракта. Реализация этой стратегии может происходить через следующие формы контрактов: лицензирование, контракт о франчайзинге, об управлении, о передаче «ноу-хау», о выполнении работ «под ключ», о совместном производстве, о совместном владении.

Инвестиционная стратегия включает в себя совокупность подходов, которые помогают осуществлять финансовый проект. Она может быть представлена в создании фирмой за границей собственного дочернего предприятия. Это может быть, как создание «с нуля» либо покупка готового предприятия.

Следует учитывать не только желание той или иной компании увеличить свой рынок сбыта, но и готовность зарубежных рынков принимать или не принимать новых конкурентов на своей территории.

УДК 57-74

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ЧИСЕЛ ДЛЯ РАСЧЁТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Студент гр. 10401118 Цымончик А. В.

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

Белорусский национальный технический университет

Комплексные числа широко используются в современной физике и технике. В настоящей работе рассмотрено применение комплексных чисел для расчета токов и напряжений в цепях переменного тока с активными и реактивными

сопротивлениями. Известно [1], что использование комплексных чисел в показательной форме позволяет упростить расчёт цепей переменного тока, более того, во многих случаях это единственный метод, с помощью которого можно рассчитать сложные электрические цепи с синусоидальными токами.

Метод основан на том, что синусоидальные составляющие тока, напряжения и ЭДС представляются в комплексной форме. При токе $I = I_m \sin(\omega t + \varphi)$, где I – мгновенное значение тока, I_m – его амплитуда, циклическая частота ω связана с периодом колебаний T соотношением $\omega = 2\pi/T$, φ – начальная фаза, ток представляется в комплексном виде $I^* = I_m (\sin(\omega t + \varphi) + i \cos(\omega t + \varphi))$ или в показательной форме:

$$I^* = I_m e^{i(\omega t + \varphi)} = I_m^* e^{i\varphi}$$

I_m^* – комплексная амплитуда переменного тока. Аналогично записываются комплексные напряжения и ЭДС.

Следующим важным шагом является расчёт сопротивления каждого участка цепи и общего сопротивления. При вычислениях реактивное индуктивное R_L и емкостное R_C сопротивления записываются в комплексном виде:

$$R_L = i\omega L, \quad R_C = -\frac{i}{\omega C},$$

где L – индуктивность, C – емкость.

Далее вычисления проводятся с комплексными величинами и выполняются как для постоянных токов и напряжений. При вычислении токов и напряжений в цепи использовались правила Кирхгофа. Полученные системы алгебраических уравнений решались в программе Mathcad. Определены мгновенные и действующие значения токов и напряжений для каждого элемента цепи.

Литература

1. Усольцев, А.А. Общая электротехника: учебное пособие / А.А. Усольцев. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 301 с.

УДК 316.334.22

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ КОМАНДЫ

Студент гр. 11306116 Чайка Л. А.

Кандидат экон. наук, доцент Гурина Е. В.

Белорусский национальный технический университет

Среди множества компаний и организаций выделяются те, которые долго и упорно идут к своим целям и добиваются их, и другие, которым это же осуществить так и не удаётся.

Одним из влияющих факторов может быть плохо сформированная команда. Какой бы хорошей квалификацией работников ни была, если они не

считают группу, в которой они работают, командой, то путь к желаемому может оказаться дольше, чем мог бы быть. Первый фактор – доверие. Каждый член команды должен знать и понимать цели и задачи, поставленные перед ней. Но как этого можно достичь, когда члены группы не доверяют друг другу? Члены команды должны быть уверены в том, что все участники обладают благими намерениями, и доверять друг другу. Им следует лучше узнать друг друга, быть открытыми в общении.

Считается, что конфликты мешают работе, но это не совсем так. Конфликты должны быть только по делу и не на личные темы. Они необходимы для принятия решения. Если же их нет и члены команды просто соглашаются с первыми же предложениями, следует задуматься об их заинтересованности в достижении цели.

Обязательность как совокупность определенности и поддержки принятых решений. Решения должны быть четкими и своевременными, одобренными всеми членами команды. Этого можно добиться только с помощью конфликтов. Только тогда каждый участник команды сможет обосновать правильность принятого решения и будет понимать, что именно от него требуется. Сотрудники должны быть требовательны не только к себе, но и другим членам команды. Нетребовательность к другим можно объяснить, как боязнь конфликтов, которые могут возникнуть при указании коллегам на недочеты. Члены команды должны предпочитать открытое общение друг с другом, не боясь конфликтных ситуаций. Проявляя взаимную требовательность, они демонстрируют уважение друг к другу и поддерживают высокую эффективность. Каждый член команды должен понимать, что достижение общих целей намного важнее, чем достижение каких-то единичных показателей. Без желания победить не будет успеха. Все должны стремиться к достижению одних целей – и только тогда это станет возможно.

Хорошо сформированная команда станет одним из главных конкурентных преимуществ, которое сделает победу реальной в любой отрасли, на любом рынке, везде и всегда.

УДК 535.421.7

ВАКУУМНЫЕ ФОТОЭЛЕМЕНТЫ

Студенты гр. 11311118 Пупкевич А. В.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Развин Ю. В.

Белорусский национальный технический университет

Фотоприемники отличаются по типу используемого в них фотоэлектрического эффекта. Различают фотоэлектрические явления двух видов: фотоэлектрическая эмиссия (внешний фотоэффект), фотопроводимость или фотогальванический эффект (внутренний фотоэффект) [1]. Приборы, в которых

внешний фотоэффект используется для получения электрической энергии за счет энергии оптического излучения, носят названия фотоэлементов. Фотоэлементы изготавливаются двух вариантах: вакуумные, в которых фототок образуется электронами, выходящими из катода под действием излучения, и газонаполненные, в которых фототок усиливается при разряде в газе [1]. В работе рассматриваются образцы вакуумных фотоэлементов (Ф9 и др.). Вакуумный фотоэлемент выполняется в виде стеклянного баллона, из которого откачан воздух. Часть внутренней поверхности баллона, покрытая светочувствительным слоем, содержащим щелочной металл, является катодом фотоэлемента. Анод фотоэлемента выполняется в виде металлического кольца, расположенного в центре баллона. В вакуумных фотоэлементах остаточное давление газа в баллоне составляет $\sim 10^{-6}$ мм рт.ст. В работе используются образцы фотоэлементов с боковым фотокатодом. На рис. 1 представлены схема и фотографии исследуемых образцов вакуумных фотоэлементов.

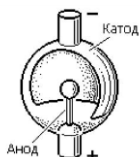


Рис.1. Конструкция и общий вид исследуемых образцов вакуумных фотоэлементов

Целью данной работы является определение рабочих характеристик вакуумного фотоэлемента и оценка его интегральной фоточувствительности. Анализ работы фотоэлементов проводился также в импульсном режиме. В работе применялась осциллографическая методика, для спектральных измерений использовался монохроматор УМ-2. (измерения ограничивались видимым спектральным диапазоном).

Литература

1. Ландсберг, Г.С. Оптика / Г.С. Ландсберг. – М.: Наука, 1976. – 928 с.

УДК 621.039

ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ

Студент гр. 11311117 Черепок Е.

Доктор физ.-мат. наук, профессор Свирина Л. П.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время порядка 13 % всей производимой электроэнергии в мире базируется на использовании ядерных технологий, которые позволяют минимизировать стоимость киловатт-часа и обеспечить самые низкие показатели экологического загрязнения окружающей среды в процессе работы.

В современных ядерных реакторах на медленных нейтронах, в основном, используется в качестве топлива уран-235 (^{235}U), содержание которого – всего 0,7 % в ископаемом уране (оставшиеся 99,3 % – ^{238}U). Это требует проведения специальных обогатительных процедур для доведения количества урана до необходимого для запуска реактора количества.

В реакторах на быстрых нейтронах «сжигание» ядерного топлива сопровождается расширенным воспроизводством вторичного топлива. В реакторе-размножителе типа «бридер» воспроизводимое и сжигаемое топливо представляют собой изотопы одного и того же химического элемента (например, сжигается ^{235}U , воспроизводится ^{238}U), в реакторе типа «реактор – конвертер» – изотопы разных химических элементов (например, сжигается ^{235}U , воспроизводится ^{239}Pu). При этом коэффициент воспроизводства быстрых реакторов достигает 1,5, т.е. на 1 кг ^{235}U получается до 1,5 кг ^{239}Pu , который затем можно использовать в реакторе как делящийся элемент, а также как сырье для военных целей.

Тепловыделение реактора на быстрых нейтронах в 10-15 раз превосходит тепловыделение реакторов на медленных нейтронах. Поэтому для теплосъема в таком реакторе обычно используются жидкие металлы, например, расплав натрия (температура плавления натрия 98 °С, температура на входе в реактор 370 °С, а на выходе из реактора 550 °С). К недостаткам натрия следует отнести его высокую химическую активность по отношению к воде и воздуху, а также пожароопасность.

Единственный в мире промышленный реактор на быстрых нейтронах БН-600 работает с 1980 года на Белоярской АЭС в России. На стадии технического проектирования находится реактор нового поколения БН-1200, предназначенный для серийного выпуска, ввод в эксплуатацию его намечен на 2025. Также к 2020 в Северске планируется запуск быстрого реактора на 300 МВт со свинцово-висмутовым теплоносителем, технология которого отработывалась в реакторах ледоколов и подводных лодок.

УДК 621.396.6

МАКЕТИРОВАНИЕ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ОКТРОНА

Студент гр. 11302118 Крук З. Ю.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Развин Ю. В.

Белорусский национальный технический университет

Октрон является схемным решением гибридной оптоэлектронной структуры, имеющей отдельные кристаллы излучающего и фотоприемного элементов и открытый оптический канал связи между ними [1, 2]. В схемах октрона реализуется функция преобразования неэлектрических величин

(кинематических, оптических и других характеристик внешнего изучаемого объекта) в электрическую форму с последующей ИТ-обработкой [3]. Существует два основных типа октронов в зависимости от оптических процессов обнаружения внешнего объекта (пропускание или отражение), протекающих в оптическом канале и воздействующих на оптический сигнал связи между активными элементами октрона. В общем случае информационным сигналом октрона о параметрах внешнего объекта является амплитуда выходного тока $I_{\text{вых}}$.

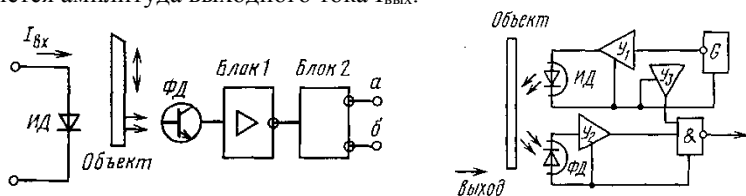


Рис.1. Основные типы октронов

В качестве активных элементов в работе использовались различные светодиоды и фотодиоды, а также интегральные сборки на их основе. В работе использовался метод осциллографической регистрации. На основании полученных результатов было выполнено макетирование системы контроля внешнего объекта.

Литература

1. Гребнев, А.К. Оптоэлектронные элементы и устройства / А.К. Гребнев, В.Н. Гридин, В.П. Дмитриев. – М.: Радио и связь, 1998. – 338 с.
2. Гаршенин, В.В. Система параметров оптронов с открытым оптическим каналом / В.В. Гаршенин, В.П. Дмитриев, С.А. Чарыков // Электронная техника. – 1989. – Вып.1(137). – С. 37–42.
3. Веркялис, И.Ю. Оптрон с открытым оптическим каналом – преобразователь неэлектрических величин / И.Ю. Веркялис, В.В. Гаршенин, Ю.Ф. Купцов // Электронная промышленность. – 1986. – Вып. 2. – С. 28–29.

УДК 004

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНДЕКСА МАССЫ ТЕЛА В РУТНОН

Студент гр. 11310117 Шот П. Л.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Гундина М. А.

Белорусский национальный технический университет

Под индексом массы тела (ИМТ) понимается величина, которая позволяет оценить степень соответствия текущей массы человека его росту. Данная оценка позволяет косвенно оценить, является ли масса недостаточной, нормальной или избыточной. Данный параметр важен при определении показаний для необходимости лечения больного человека.

Алгоритм вычисления ИМТ был выполнен на языке программирования Python3. На рисунке 1 представлена основанная часть проекта и его графическая реализация.

```
def asd(d):
    x = int(text1.get('1.0', END).strip())
    y = int(text2.get('1.0', END).strip())
    z = x / (y ** 2 * 10 ** (-4))
    z = "%.4f" % z
    z = float(z)
    if z < 16:
        label4['text'] = ('Выраженный дефицит массы тела')
    if z >= 16 and z < 18.5:
        label4['text'] = ('Недостаточная (дефицит) масса тела')
    if z >= 18.5 and z <= 24.99:
        label4['text'] = ('Норма')
    if z >= 25 and z < 30:
        label4['text'] = ('Избыточная масса тела (предожирение)')
    if z >= 30 and z < 35:
        label4['text'] = ('Ожирение')
    if z >= 35 and z < 40:
        label4['text'] = ('Ожирение резкое')
    if z >= 40:
        label4['text'] = ('Очень резкое ожирение')
    return text3.insert(1.0, z)

button1.bind('<Button-1>', asd)
```

Рис. 1. Код проекта и интерфейс приложения

Проект был реализован на основе графического модуля tkinter. Основное окно состоит из трех полей. Первые два поля позволяют ввести вес и рост соответственно. В третьем поле выводится ИМТ с точностью до одной десятичной. Ниже показывается степень соответствия массы и роста.

УДК 372

ФОРМИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

Студент гр.2 40215 Юхновская О. В.¹

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Гундина М. А.²

¹Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка

²Белорусский национальный технический университет

Актуальность организации межпредметных связей при организации образовательного процесса при изучении математических дисциплин не вызывает сомнений. Необходимость формирования математические понятия через моделирование физических явлений является естественным подходом, поскольку исследование реальных физических процессов без построения соответствующих математических моделей невозможно.

Формирование математических понятий с помощью моделирования физических процессов является необъемлемой составляющей образовательного процесса в технических вуза. На приборостроительном факультете для достижения этой цели организовано чтение дисциплины «Прикладная математика» для студентов третьего курса технических специальностей. Известно, что часто в рамках математических дисциплин используются абстрактные обобщенные понятия. Количество часов, отведенных на изучение дисциплины, не позволяет полно отобразить пути, ведущих к вводу того или иного понятия или утверждения. Поэтому при изучении нового материала мы предлагаем изучать математические понятия, используя следующую схему:

- необходимо рассмотреть физическую задачу (желательно не одну), в структуре которой предусматривается введение того или иного математического объекта;

- затем следует перейти к решению этой задачи, в ходе чего получим новое математическое понятие;

- дать строгое определение рассматриваемому математическому понятию;

- после этого составить алгоритм, представляющий собой основу для решения задач данного вида.

Такой процесс формирования математических понятий может быть весьма перспективным. Его применение необходимо не только при подготовке будущих инженеров, но и для представителей математических специальностей в целом, так как углубленное рассмотрение физического происхождения самого понятия значительно отразится на мотивации обучающихся при его изучении и понимании его природы.

УДК 681.200

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АВТНОМНЫЙ ВИБРОСТЕНД

Студент гр. ПГ-пб1 Чепик Я. В.

Кандидат техн. наук, доцент Мироненко П. С.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

С увеличением использования сейсмометрической аппаратуры, возрастает потребность в разработке устройств, для проведения вибрационного тестирования сейсмометров разных типов и производства. Одним из таких устройств являются вибростенды.

Вибростенд – это устройство для создания и передачи контролируемого движения монтажной поверхности преобразователя.

Вибростенд представляет собой универсальное автономное переносное устройство, разработанное на основе упруго - деформируемых элементов.

Вибростенд относится к технике испытаний объектов как при действии одноосной, так и при двухосной поступательной вибрации.

Для устойчивого управления стендом область рабочих частот привода системы возбуждения колебаний выбрана меньше резонансной частоты упруго – деформируемого подвеса рабочего стола.

Система подвеса представляет собой симметричную конструкцию, собранную на четырех плоских пружинах. Пружины образуют подвижный упругий контур, который крепится специальными крепежными элементами, одним концом к внешнему неподвижному контуру, а вторым - к подвижному столу. Изменяя конфигурацию системы крепления, можно изменять собственную частоту стола.

Возбуждение колебаний рабочего стола осуществляется двигателем с автономным питанием и регулируемым числом оборотов (частотой вибрации). Преобразование вращательного движения в поступательное осуществляется с помощью кулисного механизма.

Стенд имеет информационно – измерительный модуль, который через виброконтроллер подключается к ноутбуку. Этот модуль измеряет, регистрирует и обрабатывает информацию.

Одна из основных идей разработки данного устройства связана с необходимостью объединить как вертикальное, так и горизонтальное перемещение платформы устройства в одной конструкции.

С помощью изменения положения стенда в пространстве (переворачиванием), можно проводить испытания и калибровку датчиков как с вертикальной, так и с горизонтальной осью чувствительности.

УДК 338.12

БИЗНЕС-ПЛАН КАК СОВРЕМЕННЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Студенты гр. 11304116 Юрчик Р. В., Байчук Н. А.

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.

Белорусский национальный технический университет

Цель работы: изучить бизнес-план как современный инструмент увеличения производительности деятельности предприятия.

Бизнес-план – основной документ, который описывает основные нюансы работы и становление фирмы на конкурентном рынке.

В рыночной экономике бизнес-план является исключительно самым действующим рабочим инструментом как для вновь создаваемых, так и для действующих компаний во всех сферах предпринимательства.

Приоритетной целью бизнес-плана считается: ведение стратегии хозяйственной деятельности, того или иного предприятия на ближайший и длительный срок, удовлетворяя потребности рынка и вероятность получения важных ресурсов.

Целевой задачей бизнес-планирования является предоставление динамики становления предприятия.

Бизнес-планирование руководствуется целями и задачами, необходимыми для быстрого решения предприятием, как в настоящий момент, так и в будущем.

Главным вкладом бизнес-планирования считается то, что оно:

- дает возможность определить вероятность реализации предоставленного плана в условиях конкуренции;
- включает в себя ориентир, направленный на становление данного проекта (предприятие);
- является средством получения финансовой помощи со стороны инвесторов.

Доля бизнес-планирования занимает все более значительное место в осуществлении предпринимательской деятельности на современном уровне. В стремительно развивающемся деловом мире для бизнеса появляются все более перспективные возможности. Бизнес-план считается одним из наиболее популярных инструментов менеджмента [1].

Литература

1. Гуров В. Г. Бизнес-план как условие стратегического развития организации / В.Г. Гуров // Вестник РГГУ. – 2011. - №4. – С. 127.

СЕКЦИЯ 6. ТЕХНОСФЕРА И МЕНЕДЖМЕНТ СПОРТА

УДК 796.021.26

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ЛЕДОВОГО КАТКА В ТОРГОВОМ ЦЕНТРЕ «ОЛИМП»

Студент гр. 11902114 Бейнарович Н. Д.
Белорусский национальный технический университет

Самочувствие и состояние человека напрямую зависит от окружающей среды, поэтому в помещениях необходимо поддерживать комфортные условия микроклимата. Воздушная среда в помещениях формируется под действием непрерывно изменяющихся во времени возмущающих воздействий со стороны наружного воздуха. Для поддержания требуемых параметров воздуха в помещениях возмущающие воздействия необходимо компенсировать регулирующими. Регулирующие воздействия осуществляются посредством инженерных систем: отопления, вентиляции и кондиционирования.

Большинство закрытых спортивных сооружений нуждаются в устройстве системы вентиляции, а некоторые – и кондиционировании воздуха. Например, помещения крытых бассейнов и катков помимо эффективной обще-обменной вентиляции требуют поддержания влажности и температуры воздуха на определенном уровне для обеспечения здорового микроклимата и защиты строительных конструкций. Сложная задача стоит при кондиционировании крытых катков, так как в этом случае речь идет одновременно о комфортной температуре, требуемой санитарной норме свежего воздуха для посетителей и о качестве ледяного покрытия.

При проектировании системы необходимо учитывать такие показатели как:

- архитектурные особенности спортивного сооружения;
- географическое положение и климат;
- минимальный расход приточного воздуха;
- коэффициент теплоотдачи на поверхности льда;
- выделение тепла от посетителей;
- выделение влаги от посетителей;
- выделение влаги от ледозаливочной машины;
- теплопоступление через ограждающие конструкции.

Исходя из результатов расчётов строится ID-диаграмма, на основании которой проектируется приточно-вытяжная установка с необходимыми элементами, входящими в ее состав.

УДК 796.022

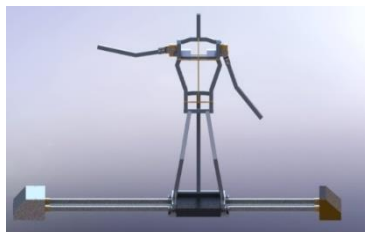
ТРЕНАЖЕР ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТОЧНОСТИ ПЕРЕДАЧИ МЯЧА В БАСКЕТБОЛЕ

Студент гр. 11904114 Антончик А. А.
Белорусский национальный технический университет

Устройство предназначено для совершенствования точности передачи мяча в баскетболе. Оно позволяет тренировать точность передачи, развивать реакцию, помогает улучшить координацию. Данная конструкция может использоваться в тренировочном процессе баскетболистов.

Для соблюдения пропорций выбраны габаритные размеры – длина: 3000 ± 2 мм, высота: 3000 ± 2 мм. Согласно расчетам, полученная долговечность подшипника составляет 7539 ч, а болты, соединяющие профиль с крепёжным элементом, необходимо затянуть с силой, равной 35 кН. Исходя из расчета шарико-винтовой передачи, коэффициент трения качения в шарико-винтовой паре $k=0,01$ мм, крутящий момент ШВП 17,09 Н×мм, минимальное число рабочих витков в гайке 2, допускаемая нагрузка, действующая на шарик по нормали к поверхности контакта, составляет 53,2 Н. КПД шарико-винтовой передачи составляет 0,941. Согласно исследованию профильных направляющих на прочность выявлено, что при заданной эксплуатационной нагрузке, реакции на перемещение, напряжение и запас прочности удовлетворительны.

Для разработки модели устройства использовались системы автоматизированного проектирования AutoCAD и Solid-Works. В данных системах разработаны твердотельные модели и сборочные единицы конструкции, а также рабочие чертежи тренажера и сборочный чертеж тренажера (рис.).



УДК 796.021.26

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ВОДОПОДГОТОВКИ ПЛАВАТЕЛЬНОГО (РАЗВЛЕКАТЕЛЬНОГО) БАСЕЙНА СК «ФРИСТАЙЛ»

Студент гр. 11902114 Богущкий Д. А.
Белорусский национальный технический университет

Система контроля водоподготовки любого бассейна – это обеззараживание, фильтрация, смягчение воды, подогрев до комфортной температуры. Для этого используем следующие обязательные узлы водоподготовки:

фильтры механической очистки фирмы CULLIGAN, где происходит фильтрование и удаление загрязнителей; центробежные насосы UNIBLOCK-GF-PM для подачи воды в бассейн; насосы моноблочного типа KSB Etabloc.

Разрабатываемая система водоподготовки должна состоять из следующих составных частей:

- механический фильтр;
- сорбционный фильтр;
- обеззараживающее оборудование;
- установка для регулировки кислотно-щелочного баланса (рН);
- оборудование для нагрева воды;

Вода проходит непрерывный цикл циркуляции. Рекомендуемая очередность установки устройств следующая:

1. Из бассейна вода подаётся на насосную станцию, обеспечивающую циркуляцию.

2. Пункт механической очистки от крупных посторонних предметов, твёрдых частиц, мусора.

3. Фильтровальные установки, очищающие воду от взвесей, органических частиц.

4. Обеззараживание. Используются озонаторы или хлорирование воды. Оптимальным считается совместное применение обоих методов, дополняющих друг друга и дающих в результате максимальную эффективность.

Функциональные возможности данной системы следующие:

- способность обеспечить необходимую производительность и качество работы;
- надёжность, отсутствие сбоев или отказов;
- экономное энергопотребление;
- простота в обслуживании и монтаже оборудования, высокая ремонтно-пригодность.

УДК 388.45

ВИДЫ И ЗАДАЧИ СПОНСОРСТВА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ. СПОНСОРСКИЙ ПАКЕТ

Студент гр. 11902116 Бочко Е. А.

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.

Белорусский национальный технический университет

Проводя какие-либо мероприятия, особенно без опыта работы, организаторам приходится искать дополнительные возможности финансирования, ведь дополнительные средства поднимают организаторские возможности на

новый уровень, позволяют воплотить даже самые глобальные и амбициозные выдумки. На помощь приходят спонсоры. Этапы планирования мероприятий, требующих финансирования сторонних организаций: переговоры со спонсором о принципиальной заинтересованности в мероприятии; подготовка письма к спонсору с предложением принять участие в проекте. В документе требуются опорные цифры, план рекламы для спонсора, ориентировочная программа, организаторы и основные цели проекта в контексте привлечения спонсора. После получения общей информации сотрудники готовят вопросы для составления спонсорского письма. После этого этапа все остальные будут распланированы, исходя из полученных сведений. Они включают в себя инфоподготовку и создание остальных документов спонсорского пакета. Спонсор – физическое или юридическое лицо, оказывающее финансовую поддержку чему-либо в обмен на рекламу своей деятельности. Виды спонсоров можно разделить на 3 группы:

1. Информационный спонсор – это СМИ, задачей которых является оказания информационной поддержки, т. е. размещении информационных материалов, рекламы через ТВ, радио и др.

2. Спонсор. Он в свою очередь подразделяется на:

- титульный спонсор – стоимость спонсорского пакета составляет 100 % стоимости затрат на проведение пакета;

- генеральный спонсор – стоимость спонсорского пакета составляет 50 %;

- официальный спонсор – стоимость спонсорского пакета составляет 25 %;

- спонсор-участник – стоимость спонсорского пакета составляет 5–10 %.

3. Партнер – кроме финансовой помощи берет на себя часть обязанностей организаторов.

Спонсорство – это привлечение средств компании-спонсора к какому-либо проекту с целью достижения нужного рекламного эффекта.

Спонсорский пакет – это полный набор юридических, финансовых, нормативных, программных, творческих документов, включая описание самого проекта и его определение для целевой группы.

УДК 388.45

МАРКЕТИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

Студент гр. 11902116 Бричкова Ю. Н.

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.

Белорусский национальный технический университет

Маркетинговые исследования – это сбор, обработка и всесторонний анализ данных и сведений, относящихся к рыночной ситуации для выбора эффективной стратегии, продвижения товаров на рынке, получения желаемого потребителем, улучшение качества работы предприятия.

Основное внимание в маркетинговых исследованиях сосредоточено на рыночных направлениях: оценка развития рынка, изучение поведения покупателей, оценка деятельности оппонентов, поставщиков, формирование цен, реализация продажи продукции.

Основные позиции, которые следует соблюдать при проведении маркетинговых исследований – систематичность, целостность, четкость, расчетливость, периодичность, продуктивность, четкость, скрупулезность.

Основные этапы проведения маркетингового исследования:

- 1) указание проблемы;
- 2) постановка задач исследования;
- 3) отбор способов проведения исследования;
- 4) выбор получения требуемой информации;
- 5) принятие сведений;
- 6) изучение полученных данных;
- 7) формирование итогов;
- 8) утверждение результатов исследования.

Способами получения информации являются:

- опрос – сбор информации, при котором происходит устное или письменное взаимодействие с опрашиваемыми лицами;
- наблюдение – восприятие объекта с целью получения информации;
- эксперимент – изучение влияния факторов посредством их поочередной замены;
- имитационное моделирование – метод с использованием заготовленной математической модели;
- метод экспертных оценок – процедуры, нацеленные на получение обработанной информации и рекомендации.

Таким образом, маркетинговые исследования играют важную роль в усовершенствовании работы предприятия. Выбор способов исследования зависит от целей, которые ставит предприятие перед собой.

УДК 796.022

УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИЛОВОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ ПЛОВЦОВ

Студент гр. 11904114 Бусел К. О.

Кандидат пед. наук, доцент Васюк В. Е.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрена процедура проведения организационных мероприятий по подготовке производства новой продукции в филиале БНТУ «Политехник». В качестве объекта изделия выбрано устройство для тренировки пловцов (рисунок).



Устройство предназначено для развития и совершенствования силовой выносливости пловцов при выполнении гребковых движений. Тренировать спортсмена возможно путем воздействия на определенную группу мышц плечевого пояса и туловища (ромбовидная и трапециевидная мышцы спины, обеспечивающие движения лопаток). Данная конст-

рукция может использоваться в тренировочном процессе пловцов. Для соблюдения пропорций выбраны габаритные размеры – длина: 2103 ± 2 мм, ширина: 1520 ± 2 мм, высота: 1007 ± 2 мм.

Целью работы является обоснование организации подготовки производства по изготовлению устройства для совершенствования силовой выносливости пловцов.

Дана характеристика предприятию и объекту изделия. Проведено маркетинговое исследование рынка. Разработана схема конструктивного членения. В качестве сборочных единиц устройства выбраны опорная рама и передаточный механизм. Разработан технологический процесс по изготовлению каждой сборочной единицы. Рассчитаны затраты на приобретение материалов. С использованием САПР SolidWork разработаны рабочие чертежи деталей, чертеж твердотельной модели устройства, сборочный чертеж устройства, сборочный чертеж передаточного механизма, проведено исследование опорной рамы.

УДК 388.45

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ ПРЕДПРИЯТИЯ

Студент гр. 111902116 Вавулова П. М.

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.

Белорусский национальный технический университет

Система управления персоналом представляет собой совокупность приёмов, методов, технологий организации работы с персоналом. Усовершенствование данной системы стоит рассматривать со стороны её подсистем. Выделяют следующие подсистемы управления персоналом: подсистема общего и линейного управления кадрами; подсистема учёта персонала; подсистема управления организационными отношениями; подсистема по управлению развитием кадров; подсистема управления социальным развитием и правовой деятельностью в сфере трудовых отношений.

Совершенствование подсистемы общего и линейного управления кадрами заключается в улучшении управления кадровыми процессами в

организации. Подсистему учёта персонала необходимо совершенствовать постоянно, так как данная подсистема выполняет функции управления приёмом, перемещения и увольнения сотрудников, рационального распределения специалистов по подразделениям в соответствии с опытом работы, профессиональными навыками и образованием. Также к совершенствованию данной подсистемы стоит отнести постоянный анализ проведенных собеседований, изучение методов проведения тестирования при приёме на работу, оценку эффективности проводимых собеседований, а также анализ рынка труда для выявления потенциальных сотрудников и их профессиональных качеств.

С помощью подсистемы управления организационными отношениями можно провести анализ взаимоотношений руководителей и сотрудников, структурных подразделений организации между собой, выявить возможные и существующие конфликты в организации, а также проводить меры по борьбе с возникающими стрессовыми ситуациями. Совершенствование данной подсистемы заключается в проведении психологической диагностики в области деловых и межличностных отношений между сотрудниками. Совершенствование подсистемы по управлению развитием кадров заключается в организации постоянного обучения и переподготовке кадров. Совершенствование системы управления персоналом – это сложный и многофункциональный процесс, над которым стоит постоянно работать и улучшать в соответствии с изменяющимися условиями внешней среды.

УДК 388.45

МЕТОДЫ ПОСТОЯННОГО РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИИ

Студент гр. 111902116 Вавулова П. М.

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.

Белорусский национальный технический университет

Организация или предприятие в современных условиях экономики должны уметь приспосабливаться к быстрым изменениям не только внутренней среды организации, но и ко внешней среде. Как известно, предприятие, которое не выпускает новые виды продукции, либо не предлагает новые виды услуг, не способно выдержать конкуренции в настоящее время. Поэтому многие предприятия, а также организации постоянно ищут методы, чтобы оставаться конкурентоспособными в современных условиях. К таким методам можно отнести привлечение инвестиций, разработку инноваций, кардинальную смену деятельности, объединение с другими организациями, внедрение новых технологий, освоение новых видов деятельности.

Метод привлечения инвестиций заключается в том, чтобы инвесторы вкладывали свои денежные средства на модернизацию оборудования, что позволит не только снизить постоянные затраты на производство, но и освоить выпуск новых видов продукции, что расширит рынок потенциальных потребителей. Для привлечения инвестиций нужна не только хорошая идея, но и готовое экономическое обоснование с расчётом всех важных экономических показателей. Инвестиции помогают не только улучшить существующее производство, но и внедрить инновации. Разработкой инноваций занимаются специальные сотрудники, где важно не только создать что-то новое, но и изучить всё, что было до этого момента изобретено, а также необходимо произвести нужные экономические расчёты и определить потребность рынка в данной разработке. Кардинальная смена деятельности представляет собой переход от одного рынка к другому. Важно помнить при этом, что такой метод не всегда является целесообразным, особенно, если полностью уйти от старого производства. Такой переход должен осуществляться постепенно, когда два вида деятельности осуществляются вместе. Объединение с другими организациями и освоение новых видов деятельности осуществляется предприятием, когда точно известно, что если ничего не изменять, то предприятие окажется не конкурентоспособным и скоро исчезнет с рынка. Для постоянного развития организации могут использовать несколько методов одновременно, либо постепенно используют один метод за другим. Так многие организации остаются конкурентоспособными, выпускают качественный и востребованный продукт, предоставляют необходимые услуги, остаются рентабельными и дееспособными, организацией, способным получать прибыль и инвестировать её на своё дальнейшее развитие.

УДК 796.021.26

СИСТЕМА НАРУЖНОГО АНАЛОГОВОГО ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ ВЫСОКОЙ ЧЁТКОСТИ В СКС «АРЕНА»

Студент гр. 11902114 Вилькель Е. В.

Белорусский национальный технический университет

Система видеонаблюдения – это одна из систем безопасности, предусматривающая установку камер слежения и записи, как внутри, так и по периметру объекта. Основной целью систем видеонаблюдения является распознавание и предотвращение преступлений. Кроме того, видеонаблюдение подразумевает специальную аппаратуру для трансляции, сохранения и последующей обработки видеозаписей.

Наиболее продвинутой системой видеонаблюдения сейчас является IP-видеонаблюдение. Преимущества IP-технологии в качестве получаемого видео в большом выборе разнообразных решений и широких возможностях ПО. Однако стоимость этой технологии достаточно высока. Как следствие, в противовес данному фактору, аналоговое видеонаблюдение всё ещё сохраняет свою актуальность из-за невысокой стоимости, представляя на рынок свои технологии HDCVI-, HDTVI- и AHD-видеонаблюдения.

AHD-технология наиболее удачная из ряда аналогового видеонаблюдения, имеет преимущество в стоимости, в простоте установки и последующей эксплуатации оборудования.

Нами разработана система наружного видеонаблюдения здания СКС «Арена». Система реализована через оборудование видеонаблюдения компании PELCO. Источники питания – 24 В переменного тока. Общее количество камер – 139, 8 из которых – поворотные, 131 – стационарные.

Проанализировав доступные на рынке камеры, были выбраны камеры компании Microdigital Inc (Южная Корея), которые доступны по стоимости и имеют подходящие характеристики, в том числе подходят и под особенности питания (24 В) переменного тока. Из-за особенностей архитектуры здания принято решение выбрать две модели камер: MDS-3091-2H и MDS-1091. Они отличаются по характеристикам, но гарантированно выполняют требования безопасности объекта.

С помощью рассмотренных камер можно модернизировать устаревшую систему видеонаблюдения здания СКС «Арена» до высококачественного уровня, который будет соответствовать современным требованиям охранной безопасности.

УДК 796.022

УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗВИТИЯ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ АРМРЕСТЛЕРОВ

Студент гр. 11904114 Галай Н. К.

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

Устройство предназначено для развития и совершенствования скоростно-силовых качеств армрестлеров. Функциональная схема разрабатываемого устройства представлена на рисунке.

Данное устройство организовано на микроконтроллере STM32F103C8T6. Управляющим элементом является двигатель FL86STH118-4208, сопряжённый с рычагом поворота, который является элементом взаимодействия со спортсменом. С помощью клавиатуры DC 1×4 ON/OFF

задаются параметры тренировки, а именно режим работы двигателя. Фиксация силы, сообщаемой спортсменом, осуществляется при помощи тензодатчика СММ2, который крепится на рукоятке рычага поворота. Данные с датчика обрабатываются микроконтроллером и выводятся на ЖКИ.

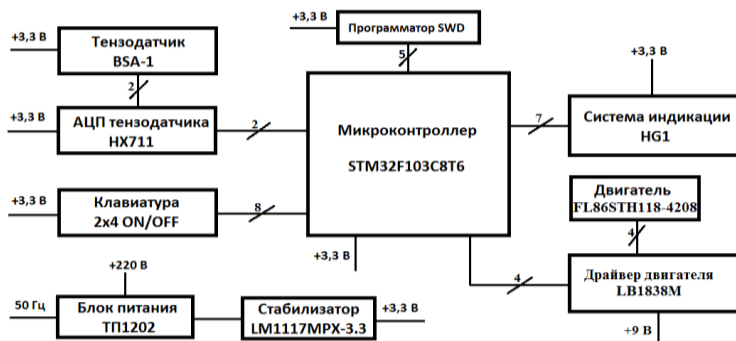


Рис. 1. Функциональная схема устройства для развития скоростно-силовых качеств армрестлеров

Достоинством данного устройства является то, что оно позволяет организовать режимы тренировки близкие к соревновательному движению и получать оперативную информацию о спортсмене.

УДК 697.911

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ВОЗДУХА В АКВАЗОНЕ

Студент гр. 11902114 Гахария Т. Н.

Белорусский национальный технический университет

Вентиляция – это система для обеспечения воздухообмена в помещениях. Её главная цель – организованная подача в здание свежего воздуха и последующая замена (или удаление) загрязненного воздуха. Воздухообмен должен осуществляться с определенной частотой.

Расчет вентиляции необходим, чтобы обеспечить комфортные условия пребывания людей в аквазоне, для долговечности работы различного оборудования на объекте, а также для обеспечения пожарной безопасности и выполнения функции дымоотведения в случае пожара. Количество воздуха и его параметры, которые должны поступать в помещение, регламентируются существующими нормативно-правовыми документами. Соответственно, расчет вентиляции в аквазоне должен выполняться в соответствии с существующими требованиями для общественных помещений и, в частности, для спортивных сооружений.

Определив исходные данные, следует применить соответствующую конкретному случаю методику расчета: в соответствии с нормируемым удельным расходом воздуха на 1 м^3 помещения; в соответствии с кратностью обмена, значение которой определяется действующими нормативами; исходя из удельного объема свежего воздуха на одного человека, который находится в помещении более двух часов ежедневно.

После завершения расчетов объема притока и вытяжки воздуха необходимо сделать выбор, какой тип общеобменной вентиляции будет использоваться: с механическим или естественным побуждением. В случае применения вентиляции с принудительным побуждением для создания необходимого воздухообмена в помещениях используется местное и централизованное вентиляционное оборудование, в процессе расчета вентиляции нужно рассчитать величину расхода наружного воздуха, поступающего в помещения. В процессе выбора устройства приточной вентиляции необходимо учитывать, что не все помещения в здании прилегают к наружным стенам. В то же время вентиляционная установка будет обеспечивать вентиляцию всех смежных помещений, в том числе расположенных в глубине здания.

Таким образом, по имеющимся методикам и формулам можно рассчитать объемы приточного и вытяжного воздуха для конкретных спортивных сооружений и оценить стоимость оборудования и монтажных работ для создания системы вентиляции аквазоны.

УДК 796.015.868

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГРЕБКОВЫХ ДВИЖЕНИЙ В ГРЕБЛЕ

Студент гр. 11903115 Гусейнов Д. И., аспирант Лукашевич Д. А.
Белорусский национальный технический университет

Итог соревновательной деятельности в гребле определяется результатом, количественно выраженным в секундах. Однако рабочая производительность определяется большим количеством взаимодействующих между собой факторов, характеризующих при этом различные стороны подготовленности спортсмена. Для полного и глубокого анализа всесторонней подготовленности гребца, а также для построения эффективного тренировочного процесса, направленного на достижение высшего спортивного результата, необходимо учитывать все параметры, характеризующие выполнение соревновательного упражнения. Показатели, описывающие кинематику движений системы «спортсмен-весло-лодка», возможно объективно и достаточно точно оценить при использовании видеосъемки и последующей обработки полученного

видеоматериала. Динамические параметры на сегодняшний день возможно определить и оценить посредством косвенных измерений массива кинематических данных. Однако такие способы расчетов очень трудоемки, обладают значительной погрешностью и не дают представления о характере опорного взаимодействия весла спортсмена с поверхностью воды в опорной части гребной локомоции. Более объективный и детальный анализ динамических параметров движений веслом основан на использовании крупногабаритных диагностических комплексов и эргометрических тренажеров в лабораторных условиях. Вследствие этого особую актуальность имеет проблема внедрения в тренировочный процесс высококвалифицированных гребцов на каноэ методов и средств беспроводной регистрации динамических параметров, характеризующих выполнение основного соревновательного упражнения в естественных условиях гребли.

В рамках рассматриваемой проблемы на базе БНТУ разработан тензодинамографический интеллектуальный датчик для оценки динамических параметров гребковых локомоций в опорной части гребка. Рассматриваемое устройство крепится на древко весла и обеспечивает регистрацию следующих параметров: прикладываемые усилия, выполняемая спортсменом работа, мощность гребка, длительности опорной и безопорной части гребка. Полученные данные по каналу беспроводной связи передаются на устройство-приемник и персональный компьютер. Алгоритм организации работы устройства включает следующие блоки: подготовка и настройка оборудования, регистрация данных, обработка данных.

УДК 796.022

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ СИЛЫ И СИЛОВОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ МЫШЦ ПЛЕЧЕВОГО ПОЯСА ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ

Студент гр. 11904114 Дёмин А. К.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

В результате выполнения данной работы была разработана конструкция устройства для тренировки силы и силовой выносливости мышц плечевого пояса лыжников-гонщиков (ТСЛГ).

ТСЛГ предназначен для совершенствования технической и силовой подготовленности лыжников-гонщиков с помощью системы, задающей нагрузку, и системы информационной обратной связи.

Были выбраны материалы, соответствующие условиям эксплуатации. Несущие детали конструкции изготовлены из стали Ст2СП. Облицовка

выполнена из этиаида ударопрочного ЭА-2Л-2. Приняты конструктивные и технические решения, учитывающие условия эксплуатации (климатическое исполнение УХЛ 4).



Габаритные размеры ТСЛГ: 1900×2200×700 мм.

Для защиты от коррозии и повреждений выбрано защитное покрытие – инфралит ЕР/РЕ 8085.

Рассчитана мощность электродвигателя постоянного тока – 0,29 кВт. Рассчитан необходимый момент силы заворачивания болтовых соединений, который составляет не менее 10,2 Н×м. Рассчитан роликовый подшипник на долговечность $L_h=508000000$ ч. Расчет сварного

шва при действии эксплуатационной нагрузки определил его прочность. Катет сварного шва составил $k=3$ мм. Выполнен статический анализ рамы на прочность.

В результате выполнения данной работы была разработана твердотельная модель конструкции ТСЛГ (рисунок).

УДК 796.015.868

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ТЕХНИКИ РЫВКА В ТЯЖЕЛОЙ АТЛЕТИКЕ

Студент гр. 11903115 Дмуховский В. И.

Доктор пед. наук, профессор Бельский И. В.

Белорусский национальный технический университет

Для осуществления соревновательной деятельности спортсмен должен обладать определёнными навыками и качествами. Тяжёлую атлетику относят к видам спорта, где необходимо проявлять скоростные, силовые и координационные способности. Поэтому важно следить за физической и технической подготовленностью спортсмена в течение всей его соревновательной деятельности. Периодически изучая подготовленность спортсмена, можно отслеживать из года в год прогресс тренированности, находить и исправлять двигательные ошибки, а также интегрировать все имеющиеся результаты исследований, чтобы улучшить процесс обучения молодых тяжелоатлетов.

Качественный контроль технической и физической подготовленности спортсменов возможен с использованием аппаратно-программных комплексов и специального программного обеспечения (рисунок). Среди них: Qualisys, F-Scan, Delsys, Bertec, Kinovea, Photoshop, DartFish и другие. Грамотное использование таких комплексов позволяет в полной мере подробно изучить техническую и физическую подготовленность тяжелоатлетов, что в свою очередь позволит внести корректировки в тренировочный процесс, для повышения спортивных результатов.

Алгоритм оценки биомеханических параметров техники выполнения исследуемого физического упражнения с помощью Kinovea включает в себя ряд этапов:



1. Подготовка и настройка оборудования: установка видеокамеры и настройка параметров записи.

2. Регистрация данных: начало видеозаписи, выполнение технического приёма, остановка видеозаписи.

3. Обработка полученных результатов: передача полученных данных, выбор нужного фрагмента, обработка данных в ПО Kinovea, расчёт данных, сохранение результатов.

УДК 796.015.868

АЛГОРИТМ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ВЫПОЛНЕНИЯ СИЛОВОЙ ПОДАЧИ В ВОЛЕЙБОЛЕ С ПОМОЩЬЮ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Студент гр. 11903115 Кайрович А. В.

Ст. преподаватель Барановская Д. И.

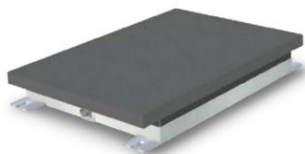
Белорусский национальный технический университет

В волейболе контроль за уровнем физической и технической подготовленности спортсменов имеет большое значение для организации тренировочного процесса, предусматривающего постоянное прогрессирующее развитие игрока. Контроль физической и технической подготовленности может осуществляться тренером с помощью тестов, видеосъемки, визуальных наблюдений или экспертной оценки. Могут проводиться сравнения видеофрагментов техники одного спортсмена с техникой другого. Более качественный контроль подготовленности спортсменов возможен с помощью различных АПК, таких как: Qualisys, F-Scan, Bertec и др. (рисунок). Алгоритм оценки параметров техники

выполнения исследуемого физического упражнения при помощи Qualisys и Bertec включает в себя ряд этапов:



Qualisys



Bertec

Рис. 1. Аппаратно-программные комплексы

1. Подготовка и настройка оборудования (установка аппаратуры Qualisys (камеры, штативы, кабели), калибровка систем, настройка параметров записи, закрепление на испытуемом светоотражающих маркеров).

2. Регистрация данных (включение записи захвата движения, включение записи данных платформы выполнение технического приема, остановка регистрации данных).

3. Обработка полученных результатов (передача полученных данных, выбор нужного фрагмента, установка соответствия данных по времени между двумя системами, обработка данных в ПО Qualisys Track Manager, расчет данных, сохранение результатов).

УДК 796.021.26

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДУЛЯ БИОМЕТРИИ СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ В СС «ВЕЛОДРОМ»

Студент гр. 11902114 Карпенко Д. А.

Белорусский национальный технический университет

Система видеонаблюдения – это технология наблюдения, используемая для слежения за определенной территорией и действиями, происходящими внутри нее. Системы видеонаблюдения обычно имеют специальную связь между камерами и мониторами. Использование данных систем становится все более популярным. В настоящее время огромные деньги вкладываются в данную технологию как в лидирующее средство по борьбе с преступностью и терроризмом.

В определенно установленных местах монтируются камеры IP-видеонаблюдения. Все камеры видеонаблюдения соединяются с модулями сравнения биометрических шаблонов, которые непосредственно ведут сравнение с базой данных нежеланных посетителей.

Нами разработана система биометрического видеонаблюдения здания СС «ВЕЛОДРОМ». Система реализована через оборудование видеонаблюдения и ПО компании PELCO. Источники питания до 24 В переменного тока. Общее количество камер – 122.

Сравнив представленные на рынке камеры нескольких производителей, были выбраны камеры компании PELCO, отличающиеся доступной ценой и подходящие под нужные характеристики. Из-за особенностей архитектуры здания принято решение выбрать две модели камер: Optera IMM12 и Spectra Enhanced S6220 (рисунок 1).



а – Optera IMM12, б – Spectra Enhanced S6220

Рис. 1. Камеры компании PELCO

При помощи рассмотренных камер возможно добавить систему биометрии в видеонаблюдение СС «ВЕЛОДРОМ», тем самым повысить уровень безопасности в спортивном сооружении.

УДК 796.022

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ ПРЫГУНОВ НА БАТУТЕ

Студент гр. 11904114 Карпиленя Г. Н.

Кандидат пед. наук, доцент Васюк В. Е.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрена процедура проведения организационных мероприятий по подготовке производства новой продукции в филиале БНТУ «Политехник». В качестве объекта изделия выбрано устройство для тренировки прыгунов на батуте (рисунок 1).

Устройство для тренировки прыгунов на батуте предназначено для развития взрывной силы у прыгунов на батуте, а также у спортсменов, занимающихся видами спорта с преимущественным проявлением скоростно-силовых способностей.

Целью работы является обоснование организации подготовки производства по изготовлению опорной площадки и системы нагрузки в устройстве для тренировки прыгунов на батуте.

Дана характеристика предприятию и объекту изделия. Проведено маркетинговое исследование рынка. Разработана схема конструктивного

членения. В качестве сборочных единиц устройства выбраны опорная площадка и система нагрузки.

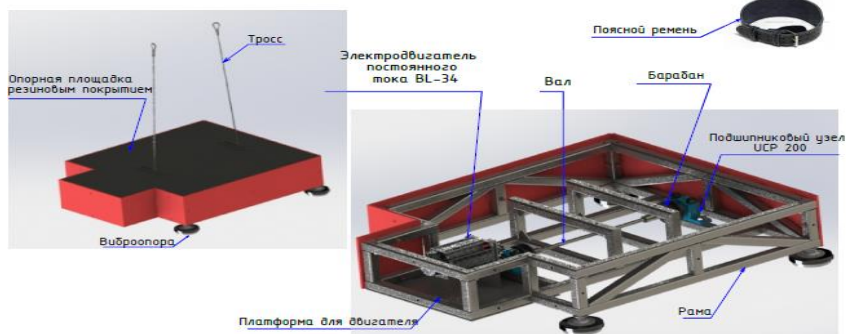


Рис. 1. Твёрдотельная модель конструкция устройства для тренировки прыгунов на батуте

Разработан технологический процесс по изготовлению каждой сборочной единицы. Рассчитаны затраты на приобретение материалов.

С использованием САПР SolidWork разработаны рабочие чертежи деталей, чертеж твердотельной модели устройства, сборочный чертеж устройства, сборочный чертеж несущей рамы, проведено исследование опорной площадки.

УДК 796.022

ТРЕНАЖЕР ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ФАЗЫ ОТТАЛКИВАНИЯ В ПРЫЖКАХ В ВЫСОТУ

Студент гр. 11904114 Кипра П. А.

Белорусский национальный технический университет

Тренажер для совершенствования фазы отталкивания в прыжках в высоту (ТСОПВ) предназначен для совершенствования движений, выполняемых во время фазы отталкивания при совершении двигательного действия прыжков в высоту. Габаритные размеры – 2040×740×670 мм. Были выбраны и обоснованы материалы конструкции в соответствии с требованиями к условиям эксплуатации. Для уменьшения массы конструкции ТСОПВ платформа вместе с крышкой тренажера изготавливается из алюминия марки АМг2. Нагрузка тренажера обеспечивается двигателем постоянного тока марки NEMA 86BLF-2230LBV. В качестве материала изготовления опоры для толчковой ноги был выбран алюминий марки АД31Т4.

Рассчитаны прочности резьбовых соединений, которые показали, что следует закрутить болты, приложив усилие к рукоятке инструмента, равное

169 Н. Расчеты показали, что действительное напряжение на срез не превышает допустимого, а сварное соединение в стыке алюминиевых профилей выдерживает максимальную эксплуатационную нагрузку 800 Н. Выявленная в результате расчетов долговечность подшипника составляет 125×10^9 оборотов.

В качестве информационной обратной связи на дисплее БУТИМ отображаются следующие параметры:

- сила натяжения троса используемым двигателем (в Ньютонах);
- количество повторений совершаемого движения;
- разница во времени между совершаемыми маховыми движениями рук.

Для синхронизации БУТИМ с ПК применялся micro USB интерфейс.

Для разработки конструкторской документации использовалась система автоматизированного проектирования SolidWorks 2017. В данной системе разработаны твердотельные модели и сборочные единицы конструкции ТСОПВ, а также чертеж рамы тренажера и сборочный чертеж тренажера.

УДК 796.021.26

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПЛАТЁЖНО-ПРОПУСНЫХ СИСТЕМ СКС «АРЕНА» ПУТЁМ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ БИОМЕТРИИ

Студент гр. 11902114 Кравченко В. И.

Белорусский национальный технический университет

Биометрия – это наука об идентификации или верификации личности по физиологическим или поведенческим отличительным характеристикам.

Одна из проблем обеспечения безопасности многофункциональных спортивных объектов при проведении различных мероприятий – это оперативное выявление среди болельщиков людей, ранее уличенных в агрессивном поведении, привлекаемых к какой-либо ответственности и подстрекательстве к массовым потасовкам.

Возникает задача заблаговременного выявления таких лиц для ограничения допуска на мероприятие. В случае если рецидивист проник на спортивный объект, службе безопасности необходимо знать о его присутствии, осуществить дополнительный осмотр, проследить за его поведением во время мероприятия.

На данный момент, если речь идёт о спортивно-массовых мероприятиях, наиболее широко распространён метод идентификации личности по изображению лица.

Современные технологии позволяют без особых затруднений осуществить решение данной задачи при проектировании, а также пусконаладочных работах инженерных систем новых спортивных объектов.

Однако с модернизацией давно введённых в эксплуатацию спортивных сооружений дело обстоит совсем иначе.

Представленный ранее метод реализуется с помощью определенного оборудования, к которому предъявляется ряд требований о технических характеристиках.

При прохождении посетителем первого рубежа безопасности спортивного объекта идентификация личности осуществляется при первичном контроле доступа – проходя через турникет. На втором рубеже безопасности – «объёмном» – система видеонаблюдения определяет нахождение объекта наблюдения на территории спортивного сооружения.

К каждому установленному турникету в замененный на современный блок-считыватель билетов мы внедрили по IP-видеокамере. Ко всем камерам с турникетов и систем видеонаблюдения были коммутированы модули построения и сравнения биометрических шаблонов, которые были настроены на непосредственное осуществление транзакций с базой данных «нежелаемых» посетителей.

УДК 796.021.26

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГОЛОВ В ФУТБОЛЕ

Студент гр. 11902115 Кузьменков М. В.

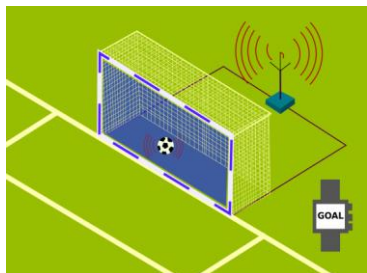
Ст. преподаватель Барановская Д. И.

Белорусский национальный технический университет

В последнее время, все виды спорта являются базой для создания новых измерительных приборов. Футбол – игра особенная. Ни один другой командный вид спорта не дает такого многообразия построения игрового процесса, тактических возможностей, размеренности и рассудительности в действиях. К сожалению, человеческий фактор никуда не уйдет из спорта. Поэтому для спортивных инженеров стоит задача создания приборов, которые будут помогать арбитрам в спорных ситуациях. И одна из таких спорных ситуаций – это взятие ворот. Немалое количество футбольных матчей пострадало от судейских ошибок, в их числе и неправильное определения взятия ворот. Существуют системы определения гола, одна из которых GoalRef. На штангах и перекладине устанавливаются специальные датчики, создающие магнитное поле на линии ворот. Когда мяч, в который вмонтировано три небольших датчика, пересекает линию ворот, на наручные часы арбитра поступает сигнал о взятии ворот (рис.).

Система GoalRef (рис.) основана на принципе фотоэффекта и электромагнитной индукции. Низкочастотное магнитное поле генерируется

вокруг цели, которая контролируется катушками, установленными в стойках ворот и перекладине. Мяч снабжен пассивной электронной схемой, встроенной между наружными и надувными внутренними слоями кожи.



Программное обеспечение контролирует состояние магнитного поля в цели и может обнаружить изменение, которое происходит в нем из-за прохождения катушек в шаре по линии. После обнаружения система отправляет зашифрованный радиосигнал в реальном времени на наручные часы, которые носит рефери, который вибрирует и отображает сообщение о том, что гол был забит.

УДК 796.021.26

СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОПАДАНИЯ МЯЧА В ПЛОЩАДКУ ТЕННИСНОГО КОРТА

Студент гр. 11902115 Миронов А. А.

Ст. преподаватель Барановская Д. И.

Белорусский национальный технический университет

Теннис – вид спорта, в котором соперничают либо два игрока, либо две команды, состоящие из двух игроков. Задачей соперников является при помощи ракеток отправлять мяч на сторону соперника так, чтобы тот не смог его отразить, не более чем после первого падения мяча на игровом поле на половине соперника.

Соревнования по теннису требуют высокого стандарта и профессионализма поведения от судей. В этом нелегком деле им помогают автоматизированные системы судейства. В качестве основы для дальнейшего совершенствования системы была рассмотрена английская система Hawk-Eye. Этот программно-аппаратный комплекс, моделирующий траекторию игрового снаряда, состоящий из 10 высокоскоростных видеокамер, передающих поток видеоданных для обработки компьютеру. Программное обеспечение позволяет организовать распознавание образа мяча. По двумерным образам, полученным с каждой камеры, строится серия точек в трёхмерных координатах. Таким образом операторы получают траекторию полёта мяча и точку его попадания в теннисный корт. Также система позволяет выдавать другие показатели: скорость мяча, статистику попаданий в определенные области и прочее.

Точность системы составляет 3,6 мм, т. е. порядка 5 % от размера теннисного мяча. Согласно требованиям ИТФ, в ходе тестирования

погрешность системы должна составлять не более 5 мм. При измерениях различных неэлектрических величин емкостными датчиками могут возникнуть погрешности, вызванные влиянием температуры и влажности. Нами были предложены пути снижения данных погрешностей к минимуму за счет введения экранных электродов. Экраны обеспечивают значительную локализацию поля, создаваемого рабочими электродами преобразователя, и в результате существенно повышают его относительную чувствительность. Кроме того, положительным эффектом экранов является резкое снижение электромагнитных наводок и увеличения рабочей емкости, так как является частью высокопотенциального электрода.

УДК 796.015.868

АЛГОРИТМ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ВЫПОЛНЕНИЯ УДАРА СПРАВА В ТЕННИСЕ С ПОМОЩЬЮ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА QUALISYS

Студент гр. 11903115 Санько О. А.

Ст. преподаватель Барановская Д. И.

Белорусский национальный технический университет

Для совершенствования спортивного мастерства атлетов требуется эффективно организовывать тренировочный процесс, восстановление после тренировок и соревнований, а также осуществлять комплексный контроль за состоянием теннисистов на разных этапах подготовки. Для более эффективной оценки показателей различных сторон подготовленности спортсменов используются аппаратно-программные комплексы, позволяющие осуществлять качественный контроль за техникой приемов и физическим состоянием теннисистов. Среди них Qualisys, F-Scan, Delsys, Bertec и другие. С помощью данных комплексов можно оценивать фазовый состав приемов, находить и устранять ошибки выполнения данных приемов, оценивать физическое состояние спортсменов.

Для оценки техники приемов необходим эталон, с которым сравнивается исследуемый прием. В качестве эталона можно использовать технику высококвалифицированного спортсмена. На основе сравнения двух и более вариантов техники одного и того же приема можно оценивать эффективность его исполнения. Также это позволяет находить отличия в вариантах исполнения одного и того же приема и возможные ошибки, скрытые в этих отличиях.

Алгоритм оценки параметров техники выполнения исследуемого физического упражнения при помощи Qualisys включает в себя ряд этапов:

1. Подготовка и настройка оборудования (установка аппаратуры Qualisys (камеры, штативы, кабели), калибровка системы, настройка параметров записи, закрепление на испытуемом светоотражающих маркеров).

2. Регистрация данных (включение записи захвата движения, выполнение технического приема, остановка регистрации данных).

3. Обработка полученных результатов (передача полученных данных, выбор нужного фрагмента, обработка данных в ПО Qualisys Track Manager (QTM), расчет данных, сохранение результатов).

УДК 388.45

ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ, РАЗВИТИЯ И УСПЕШНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ХОЛДИНГОВ И КЛАСТЕРОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Студент гр. 11902116 Сидорчик А. В.

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.

Белорусский национальный технический университет

Холдинг представляет собой финансовое объединение юридических лиц, в котором одно из них является материнской компанией, управляющей другими компаниями при помощи финансовых инструментов.

В зависимости от осуществляемой деятельности материнской компанией выделяют чистые и смешанные холдинги. В чистых холдингах материнская компания владеет контрольным пакетом акций дочерних фирм, но не осуществляет никакую производственную деятельность. В смешанных холдингах материнская компания кроме управления дочерними компаниями ведет осуществляет также самостоятельную предпринимательскую деятельность.

В Республике Беларусь существуют преимущественно смешанные холдинги, так как большая часть из них организовываются на базе крупных государственных объединений. Одними из крупнейших холдингов в Республике Беларусь являются «БелАЗ-холдинг», БелОМО, «Белкоммунмаш», «Автокомпоненты».

При создании холдинга необходимо правильно сопоставить процедуру создания холдинга со стратегией группы компаний и обеспечить согласованность и соответствие структуры холдинга со стороны управленческих, налоговых и правовых подходов. Также важна оценка факторов окружающей среды, рынка сбыта, финансовых и производственных возможностей компаний, входящих в холдинг.

Кластером является интегрированная структура, предприятия в которой работают в одной либо смежных областях и расположены на определенной территории.

Кластеры в зависимости от отраслей могут различаться по размерам, ширине охвата и уровню развития.

Для успешного и эффективного функционирования кластеров при их формировании основываются на четырех методах, раздельное использование которых не даст необходимого экономического эффекта. Такими методами являются: аналитический метод, метод индикативного планирования конкурентоспособности, метод моделирования, метод «затраты-выпуск».

УДК 796.093.1

АНАЛИЗ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЛ ВЦОВ

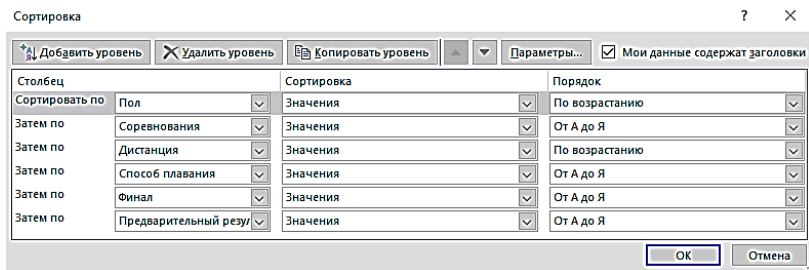
Студент гр. 11902116 Субоч А. В.

Ст. преподаватель Барановская Д. И.

Белорусский национальный технический университет

Целью исследования являлось сортировка данных выступления по плаванию юношей и девушек на различных дистанциях с различными стилями плавания.

Всего было обработано 4296 результата. Для оценки результатов была использована программа MS Excel. Данная программа идеально подходит для анализа спортивных результатов. Чтобы применить данную сортировку, нам необходимо нажать на поле «Сортировка и фильтр» и выбрать там «Настраиваемая сортировка». Это поле на ходе на вкладке «Главная» в разделе «Редактирование». Мы можем использовать сортировку с любым интересующим нас полем (рис.). Это значит, что, используя возможность настраивания сортировки, можно осуществить выборку любых интересующих нас результатов. Например, при создании сортировки были указаны следующие параметры: Пол, Соревнование, Дистанция, Способ плавания, Результат в финале, Предварительный результат. Следует учесть, что вся выборка сначала будет форматироваться по впереди стоящему фильтру.



Настраиваемая сортировка

Это значит, что наиболее интересные для сортировки поля можно двигать выше, чтобы отсортировать сначала по ним. К примеру, для того, чтобы отсортировать результаты по полу, результатам юношей было присвоено значение «1», а результатам девушек – «2». После этого, отсортировав выборку по возрастанию, мы получили сначала все результаты юношей, а потом девушек.

УДК 796.022

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ ГРЕБЦОВ В АКАДЕМИЧЕСКОЙ ГРЕБЛЕ

Студент гр. 11904114 Чернявский М. А.

Кандидат пед. наук, доцент Васюк В. Е.

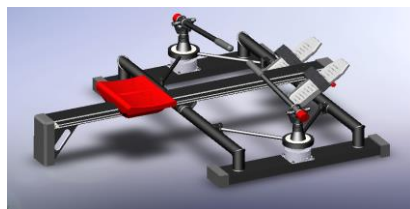
Белорусский национальный технический университет

Технологическая подготовка производства является продолжением работ по проектированию изделия. На этой стадии устанавливается, при помощи каких технических методов и средств, способов организации производства должно изготавливаться данное изделие, окончательно определяется его себестоимость и эффективность производства. Такая технология разрабатывается как для каждого нового изделия, так и для традиционной продукции в целях повышения технического уровня и снижения издержек производства, улучшения условий труда, охраны окружающей среды.

Нами рассмотрена процедура проведения организационных мероприятий по изготовлению устройства для тренировки гребцов в академической гребле в филиале БНТУ ОЗ «Политехник».

Устройство для тренировки гребцов в академической гребле (УТГ) предназначено для тренировки гребкового движения.

С использованием системы автоматизированного проектирования AutoCAD выполнены сборочный чертеж конструкции, рабочие чертежи деталей, а также чертеж инструкции по сборке. Разработана твердотельная модель конструкции устройства для тренировки гребцов в академической гребле при помощи системы автоматизированного проектирования SolidWorks (рисунок).



Твердотельная модель устройства для тренировки гребцов в академической гребле

БИЗНЕС-АНГЕЛЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Студент гр. 11902116 Шешко В. В.

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.

Белорусский национальный технический университет

В настоящий момент замыслы талантливых предпринимателей по всему миру спокойно могут так и остаться всего лишь идеями на бумаге из-за вовремя не привлеченных в дело инвестиций. У около 80 % начинающих бизнесменов встает вопрос об отсутствии или нехватке финансовой поддержки. В действительности существуют компании, их называют Бизнес-Ангелы – это профессиональные выдающиеся успешные компании-помощники, которые поддерживают развивающиеся компании на ранних стадиях их существования.

В Республике Беларусь такое явление только начинает свой путь. Конечно, желающих получить такую поддержку много, но компаниями, достойными такого подарка, становятся не все. Организации должны проходить тщательный отбор, как правило, после них отсеиваются около 80 % компаний, т.к. выясняется, что они в инвестициях не нуждаются, или бывают другие ситуации, как, например, когда стартапам нужны многомиллионные вклады, на что компании-помощники пойти не могут. Такое явление довольно-таки частое в IT-проектах. Поскольку в Республике Беларусь эта отрасль на стадии развития, у таких компаний нет возможности вкладывать денежные суммы больше, чем сто тысяч долларов США. Однако в более развитых странах в этой области такие ограничения могут не быть, либо быть, но на более крупные суммы денег.

Как правило, Бизнес-Ангелами называют компании, т.к. часто идет речь о деньгах, которых было бы много на одного человека, но которыми могла бы обладать целая компания. Однако в истории есть примеры людей, которые готовы инвестировать какую-то часть своего капитала в проекты и разработки других людей и компаний, в том числе и граждан Республики Беларусь. Такими являются Андрей Шиманович – когда-то, обычный парень из Бреста, сумевший построить бизнес в Лондоне (объем вкладов превосходит 250 тысяч долларов США); Олег Хусаенов – белорусский основатель компании «Зубр капитал» и «Атлант-М» (суммы сделок не разглашаются, но есть информация, что речь идет о десятках миллионов долларов США); Юрий Зиссер – белорусский предприниматель, основавший поиск tut.by, готов помогать молодым и предприимчивым (о размерах вкладов информации нет).

История показывает, что Республика Беларусь, наряду со многими другими развивающимися странами имеет все шансы развиваться и прогрессировать дальше за счет перспективных идей и инициативных людей.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫСТУПЛЕНИЙ ПО ПУЛЕВОЙ СТРЕЛЬБЕ СРЕДИ ЮНОШЕЙ В УПРАЖНЕНИИ МП-6 НА ДИСТАНЦИИ 50 М

Студент гр. 11902116 Шешко В. В.

Ст. преподаватель Барановская Д. И.

Белорусский национальный технический университет

Целью исследования являлась работа с базами данных выступлений по пулевой стрельбе среди юношей, принявших участие в упражнении МП-6 на дистанции 50 м.

МП-6 – стрельба по мишени с черным кругом на 50 м – 75 патронов (15 пробных и 60 зачетных). Данное упражнение считается наиболее сложным и трудно выполнимым, на выполнение его отводится 2 часа 30 мин.

Для обработки результатов была использована программа MS Excel. Чтобы выявить лучшие результаты, была использована возможность создания настраиваемой сортировки.

Была создана база данных, содержащая 3365 результатов выступлений спортсменов-стрелков. В анализируемом упражнении было отобрано 178 результатов соревнований (при помощи команды «Найти» в пункте «Найти и Выделить» во вкладке «Главная», в поле «Найти» ввести название МП-6 и выбрать параметр «Найти все»). В финальной части соревнований были отобраны по 8 результатов в каждом старте и при помощи команды «Сортировка и фильтр от Я до А (по убыванию)» во вкладке «Главная» было отобрано 56 лучших результатов. При этом было выявлено, что финалистами на всех соревнованиях становились 12 спортсменов, показав лучшие результаты.

В ходе исследования было подсчитано количество лучших спортсменов, относящихся к организациям различных областей и регионов Республики Беларусь. Таким образом, при помощи команды «Сортировка и фильтр от А до Я (по возрастанию)» во вкладке «Главная» было выявлено, что в основном призерами республиканских соревнований становятся спортсмены Минской области (36,36 %), затем по количеству призеров идет Гомельская (27,27 %) и Гродненская области (27,27 %), после которых следует Брестская область (9,1 %). Представители Витебской и Могилевской областей в финал не проходили (0 %).

MS Excel – одна из наиболее популярных сегодня программ электронных таблиц. С ее помощью создают базы данных, разнообразные таблицы и списки, составляют статистические отчеты, обрабатывают результаты научных исследований, а также готовят презентационные материалы.

УДК 796.022

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ ТЕННИСИСТОВ

Студент гр. 11904114 Якубовский Б. Б.

Ст. преподаватель Фомочкина Г. И.

Белорусский национальный технический университет

Устройство для тренировки теннисистов предназначено для повышения эффективности тренировки путем имитации игровых ударных движений и осуществления контроля за техникой выполнения движения.

Целью проекта является разработка конструкции устройства для тренировки теннисистов и комплекта конструкторской документации.

Были выбраны материалы, соответствующие условиям эксплуатации. Несущие детали конструкции изготовлены из стали Ст10, мишень выполнена из пластика АВС SD-0170. Приняты конструктивные и технические решения, учитывающие условия эксплуатации (климатическое исполнение УХЛ3).

Выбраны габаритные размеры: 920×1975×1400 мм.

В процессе выполнения проекта были выбраны и обоснованы материалы конструкции в соответствии с требованиями к условиям эксплуатации. Для защиты от коррозии и повреждений выбрано полимерное покрытие. Рассчитан необходимый момент силы завинчивания болтовых соединений, который составляет не менее 12 Н×м. Рассчитан подшипник качения на долговечность $L_h=75390$ ч. Расчет сварного шва при действии эксплуатационной нагрузки определил его прочность. Выполнен статический анализ рычага на прочность. Разработана твердотельная модель тренажера для тренировки теннисистов при помощи SolidWorks 2017, сборочный чертеж стойки, сборочный чертеж тренажера для тренировки теннисистов при помощи AutoCAD Mechanical 2016 (рисунок).



УДК 796.021.26

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ВОДОПОДГОТОВКИ БАССЕЙНА «МАЛЮТКА»

Студент гр. 11902114 Тетерук А. С.

Ст. преподаватель Фомочкина Г. И.

Белорусский национальный технический университет

Плавание в бассейне относится к одному из наиболее популярных видов отдыха и спорта. При этом мы находимся лишь на начальном этапе понимания химических процессов в воде плавательного бассейна и рисков,

которым подвергаются его посетители. Это обусловлено сложностью химического состава воды, возрастающей по мере продвижения воды от природного источника до заполненного посетителями бассейна.

Совместное пользование бассейном многими людьми приводит к накоплению в воде патогенных микроорганизмов. Для водоподготовки и обеззараживания воды распространено использование различных дезинфектантов, в результате взаимодействия которых с присутствующими в воде органическими веществами образуются побочные продукты обеззараживания (ППО) воды, токсичность которых является предметом исследований на протяжении уже нескольких десятков лет.

Системы водоподготовки значительно облегчают работу, так как все процессы проводятся автоматически. Такие системы предполагают использование специального дозирующего оборудования: насосы контролируют поступление в воду бассейна химических реагентов, при этом есть возможность задать определенные параметры, и система автоматически будет их контролировать, перерабатывать и сохранять.

Современная система водоподготовки позволит не только предоставить комфортное и безопасное использование бассейном посетителями, но и все цело будет отвечать требованиям Министерства здравоохранения Республики Беларусь о Санитарных требованиях и правил «Гигиенические требования к устройству, оборудованию и эксплуатации плавательных бассейнов и аквапарков».

Функциональные возможности данной системы следующие:

- современные методы водоподготовки бассейна;
- соблюдение необходимых параметров качества воды.

УДК 796.022

ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ ТОЛКАТЕЛЕЙ ЯДРА

Студент гр. 11904114 Санзுவ Л. С.

Ст. преподаватель Фомочкина Г. И.

Белорусский национальный технический университет

Нами была разработана конструкция тренажёра для тренировки толкателей ядра. Тренажёрное устройство для тренировки толкателей ядра (ТТЯ) предназначено для тренировки фазы выталкивания ядра и отработки механики движения.

Были выбраны материалы, соответствующие условиям эксплуатации. Несущие детали конструкции изготовлены из стали СтЗкп. Приняты конструктивные и технические решения, учитывающие условия эксплуатации (степень защиты оболочки IP 41, климатическое исполнение

О4). Для соблюдения пропорций выбраны габаритные размеры ТУПШ 760×550×900 мм.

В процессе выполнения работы рассчитана мощность электрического двигателя. По итогам расчета определили, что мощность двигателя должна составлять не менее 1890 Вт. Выбран электродвигатель, удовлетворяющий требованию расчета. Был произведен расчет и выбор гидросистемы. Определили прочность сварного соединения (5 Н/мм^2), момент силы завинчивания гайки в болтовом соединении (72 Н). Такое усилие можно обеспечить динамометрическим ключом или стандартным гаечным ключом.

Для разработки проекта использовались системы автоматизированного проектирования AutoCAD и SolidWorks. В данных системах разработаны твердотельные модели и сборочные единицы конструкции ТТЯ, а также чертеж рамы тренажера и сборочный чертеж тренажера (рисунок).



УДК 615.849.19+616-073.173

КОМПЛЕКС ЛАЗЕРНОЙ СТИМУЛЯЦИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНА ПОСЛЕ ТРАВМЫ

Студент Усольцев А. В.

Доктор техн. наук, профессор Юран С. И.

Ижевский государственный технический университет
им. М. Т. Калашникова

Занятия спортом способствуют укреплению здоровья, однако те, кто профессионально занимается спортом знают, насколько это сложно и, главное, травмоопасно. Возникать травмы могут по совершенно различным причинам, в зависимости от вида спорта. Это могут быть столкновения, удары, перегрузки суставов.

Одним из важнейших критериев оценки функциональных способностей организма спортсмена является состояние сердечно-сосудистой системы. Одним из аппаратурных методов контроля состояния сердечно-сосудистой системы является метод фотоплетизмографии (измерение характеристик и параметров кровообращения: пульсовой кривой, давления крови, степени насыщения артериальной крови кислородом и т.д.), который использовался в данной работе при создании комплекса лазерной стимуляции организма спортсмена [1].

В качестве эффективного средства восстановления и повышения спортивной работоспособности в последнее время широко используется низкоэнергетическое лазерное излучение [2].

Работает комплекс следующим образом: в начале процедуры лазерного воздействия автоматически снимается сигнал фотоплетизмограммы, на основании анализа фотоплетизмограммы спортсмена по разработанной методике задаются параметры терапевтического лазерного воздействия, которые постоянно контролируются, уточняются и корректируются в процессе процедуры лазерной стимуляции организма спортсмена на основании изменения сигнала фотоплетизмограммы. Принципы работы комплекса опробованы при реабилитации спортсменов, призеров соревнований по бодибилдингу на первенство ПФО. Результаты применения свидетельствуют об эффективности предлагаемого метода.

Литература

1. Алексеев, В.А. Проектирование устройств регистрации гемодинамических показателей животных на основе метода фотоплетизмографии: монография / В.А. Алексеев, С.И. Юран. – Ижевск :ИжГТУ, ИжГСХА, 2006. – 248 с.
2. Павлов С.Е., Разумов А.Н., Павлов А.С. Лазерная стимуляция в медико-биологическом обеспечении подготовки квалифицированных спортсменов. – М.: Спорт, 2017. – 216 с. (Электронный ресурс).

УДК 621.396

ОПТИМИЗАЦИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СПОРТИВНОЙ ТЕХНИКИ

Студент гр. 11904114 Галай Н. К.

Кандидат. техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время разработка современных технических объектов невозможна без компьютерного моделирования. Развитие CAD/CAE систем автоматизированного проектирования расширяет возможности компьютерной симуляции разрабатываемых конструкций.

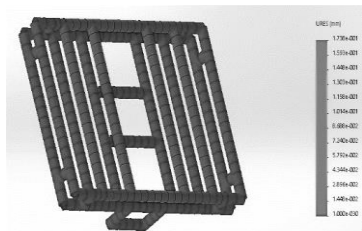


Рис. 1. Диаграмма напряжений рамы из труб квадратного профиля

Подвляющее большинство несущих конструкций, применяемых в спортивной технике, представляют собой сварные рамы или сварные узлы, соединяемые при помощи разъемных (болтовых) соединений.

Цель данной работы изучение напряжённо-деформированного состояния несущих конструкций, применяемых в спортивной технике, для оптимизации массогабаритных параметров разрабатываемых устройств.

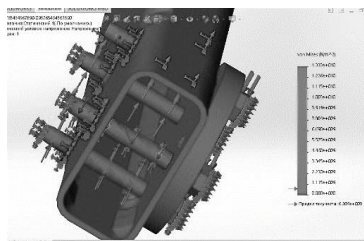


Рис. 2. Диаграмма напряжений болтового фланцевого

соединения. Были проведены исследования величины эквивалентных напряжений, перемещений и деформации при эксплуатационных нагрузках (1500 Н) рам, выполненных их труб круглого, квадратного и прямоугольного сечений. Установлено, что оптимальными значениями прочности соответствуют рамы прямоугольного профиля. Болтовое соединение, выполненное болтами М12, обеспечит достаточную жёсткость фланцевым соединениям. Кроме того, определены масса несущей конструкции и положение её центра масс. Определены пределы устойчивости конструкции и допустимая величина вращающего момента.

Компьютерная симуляция эксплуатационных нагрузок выполнялась при помощи модуля Solidworks Simulation.

Ранее была разработана конструкция тренажёра для армрестлеров, несущие конструкции которого представляют сварные узлы, соединённые при помощи фланцевых болтовых соединений. Были проведены исследования величины эквивалентных напряжений, перемещений и деформации при эксплуатационных нагрузках (1500 Н) рам, выполненных их труб круглого, квадратного и прямоугольного сечений. Установлено, что оптимальными значениями прочности соответствуют рамы прямоугольного профиля. Болтовое соединение, выполненное болтами М12, обеспечит достаточную жёсткость фланцевым соединениям. Кроме того, определены масса несущей конструкции и положение её центра масс. Определены пределы устойчивости конструкции и допустимая величина вращающего момента.

УДК 621

РАЗВИТИЕ ХОЛДИНГОВ И КЛАСТЕРОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Студент гр. 11904116 Нурсахадов Н. М.

Ст. преподаватель Третьякова Е. С.

Белорусский национальный технический университет

Холдинг – акционерная компания, владеющая контрольным пакетом акций юридически самостоятельных предприятий для осуществления контроля над ними. Компании, входящие в холдинг, заключают коммерческие сделки от своего имени. Однако право решения основных вопросов, относящихся к их деятельности, принадлежит холдинговой компании. Преимущества холдингов в том, что они борются с конкурентами объединенностью своих усилий [1].

Эксперты «Завтра твоей страны» выделяют восемь крупнейших национальных промышленных и сельскохозяйственных холдингов, уже созданных в белорусской экономике. Шесть из них находятся под полным контролем государства, в двух – государство имеет долю, но рычаги управления

сосредоточены в руках у частного бизнеса. Действуют и создаются также несколько десятков региональных холдингов и объединений – агрокомбинаты «Дзержинский», «Скидельский», «Гомсельмаш», «Бабушкина крынка» [2].

Кластер – совокупность юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, территориально локализованных, взаимодействующих между собой на договорной основе и участвующих в процессе создания добавленной стоимости. Основные предпосылки кластерного развития в Республике Беларусь последовательное реформирование отношений собственности, предусматривающее формирование значительного сектора малого и среднего предпринимательства, и, как следствие, благоприятной конкурентной среды; инвестиционно-структурная перестройка экономики, направленная на постепенное замещение традиционных отраслей, исчерпавших свой жизненный цикл на существующей технологической базе, отраслями высокотехнологичного сектора, использующими технологии 5 -го и 6 -го технологических укладов; четкое разграничение функций государственного регулирования и хозяйственного управления, что предполагает трансформацию сложившейся системы государственного управления отраслями национальной экономики (видами экономической деятельности) в направлении концентрации за отраслевыми органами государственного управления исключительно функций стратегического развития курируемых сфер деятельности. Для Республики Беларусь кластерный подход является достаточно новым. Поэтому существует ряд методических и организационных проблем по формированию кластеров в экономике. Организационные проблемы формирования кластеров в нашей стране обусловлены необходимостью усиления кооперации и взаимодействия организаций в рамках кластера [3].

Литература

1. Холдинг [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.grandars.ru/college/ekonomika-firmy/holding.html>. – Дата доступа: 20.03.2019.
2. Рейтинг крупнейших белорусских холдингов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://belaruspartisan.by/economic/214144/>. – Дата доступа: 20.03.2019.
3. Кластерная система в Республике Беларусь [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://gisp.gov.by/index.php/ekonomika-rajona/8005-klaster-naya-sistema-v-respublike-belarus>. – Дата доступа: 20.03.2019.

СЕКЦИЯ 7. СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 658.562.012.7

КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА ПРОВЕРОК КВАЛИФИКАЦИИ И СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ

Магистрант специальности 1-54 80 02 Василевич О. В.

Кандидат техн. наук, доцент Гуревич В. Л.

Белорусский национальный технический университет

На международном уровне принят ряд документов, определяющих необходимость участия лабораторий в проверках квалификации (далее – ПК) и межлабораторных сличениях с целью демонстрации их технической компетентности.

Качество выполнения программы ПК зависит от качества подготовки контрольных образцов. При реализации программ ПК от приписанного значения и его неопределенности напрямую зависит оценка функционирования участника.

В докладе рассмотрены виды применяемых контрольных образцов, а также сделан акцент на приоритетном использовании в программах ПК стандартных или контрольных образцов с установленным метрологически прослеживаемым приписанным значением определяемых показателей. Это обеспечивает метрологическую прослеживаемость и независимость от результатов участников приписанного значения, используемого для сравнения. Сегодня БелГИМ, как провайдер ПК, для ряда программ ПК приобретает стандартные образцы у ведущих мировых производителей: ASTM, LGC, IIS, FAPAS. Однако такие образцы являются дорогостоящими, что удорожает участие в ПК лабораторий.

Образцы для ПК, подготовленные из реальной матрицы, также практикуются провайдерами ПК, однако это требует дополнительных тщательных исследований образцов.

Современные состояния рынка услуг по ПК требует внедрения в практику провайдера ПК – БелГИМ подходов, основанных на понимании, что каждая программа ПК начинается с компетентной подготовки образцов и является залогом ее успешной реализации.

Для этого в докладе предложена концепция, которая представляет собой систему взглядов на создание научно-исследовательского центра ПК и стандартных образцов.

НАЦИОНАЛЬНЫЕ ЭТАЛОНЫ ЕДИНИЦ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ И МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Магистрант гр. 1-54 80 02 Волынец О. А.

Кандидат техн. наук, доцент Гуревич В. Л.

Белорусский государственный институт метрологии

Необходимость измерения параметров электромагнитных полей возникает практически во всех случаях использования электромагнитной энергии при решении трех следующих взаимосвязанных задач:

- обеспечение функционирования информационно- телекоммуникационных систем и технологий;
- обеспечение электромагнитной совместимости технических средств, использующих электромагнитную энергию;
- обеспечение электромагнитной безопасности окружающей среды для человека.

В 2018 году введен в эксплуатацию национальный эталон единицы напряженности электрического поля. В основу работы эталона положен метод эталонного поля. Рабочий диапазон частот от 0,05 до 400 кГц. Диапазон воспроизводимых значений напряженности электрического поля от 0,5 до 2000 В/м. Неисключенная систематическая погрешность от 3,6 % до 4,4 % при $P=0,99$.

В настоящее время ведутся работы по разработке и созданию национального эталона напряженности магнитного поля.

Эталон будет работать в диапазоне частот от 5 Гц до 400 кГц, диапазон воспроизводимой единицы напряженности магнитного поля составит от 0,05 до 8 А/м, погрешность воспроизведения напряженности магнитного поля составит не более 5%.

Работы планируется завершить в 2 квартале 2020 года.

Создание этих эталонов полностью обеспечат метрологический контроль имеющихся в Республике Беларусь средств измерений напряженности электрического и магнитного полей. Основными потребителями услуг по метрологическому контролю средств измерений параметров ЭМП являются предприятия Министерства здравоохранения, Министерства связи и информатизации, Министерства промышленности, Министерства обороны РБ, Министерства внутренних дел, Комитет государственной безопасности.

РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ НАЦИОНАЛЬНОГО ЭТАЛОНА НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Магистрант гр. 1-54 80 02 Волынец О. А.

Кандидат техн. наук, доцент Гуревич В. Л.

Белорусский государственный институт метрологии

В 2018 году был введен в эксплуатацию национальный эталон напряженности электрического поля (далее - эталон). Проведена его метрологическая аттестация и встала задача периодического контроля – разработка методики калибровки.

Эталоны единиц величин служат основой для установления значений других эталонов единиц величин и средств измерений при поверке или калибровке и обеспечения прослеживаемости результатов измерений до единиц измерений, воспроизводимых эталоном.

Метрологический контроль эталона на территории РБ не возможен из-за отсутствия эталона более высокого ранга. Поэтому метрологический контроль должен осуществляться путем передачи единицы напряженности поля от эталона напряженности электрического поля РФ компаратором, который входит в состав эталона. В докладе предложен вариант метрологического контроля параметров эталона при помощи имеющихся средств методом трехстороннего контроля характеристик эталона.

В методике калибровки эталона необходимо учесть все факторы, влияющие на измеряемую величину и измерительный процесс.

Вся ответственность за разработку и принятие решений ложится на ученого – хранителя эталона и руководителя задания. Риск-ориентированный подход дает возможность, если снять груз ответственности с плеч, а облегчить его.

Риск-ориентированный подход (РОП) – это способ организации контроля, в рамках которого строгость осуществления контрольных мероприятий зависит от категории риска проверяемых параметров.

Основная задача РОП вне зависимости от области его применения состоит в достижении поставленных целей за счет снижения рисков.

Сейчас ведется работа над применением риск-ориентированного подхода к метрологическому обеспечению эталона

В ходе работ нам предстоит разработать методику метрологического обеспечения эталона. Данная методика станет, по сути, «руководством пользователя по оптимизации рисков при калибровке эталона».

ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНЫЙ АНАЛИЗ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА

Студент гр. 11305315 Беялева А. Ю.

Ст. преподаватель Ленкевич О. А.

Белорусский национальный технический университет

Одной из важнейших характеристик предприятия, обеспечивающая его положение на рынке, является конкурентоспособность. Исходя из этого большую роль играют затраты на выпуск качественной продукции и сравнение с аналогичными затратами у конкурентов. Отсюда возникает задача управления затратами на обеспечение качества. Наиболее актуальным методом для решения данной задачи является функционально-стоимостный анализ (ФСА).

ФСА – эффективное средство обнаружения излишних затрат на продукцию и приведения их к рациональному уровню при обеспечении определенных характеристик качества продукции [1]. Актуальность данного метода объясняется тем, что, в отличие от других методов снижения затрат, ФСА строится на изучении функций объекта исследования, ставится вопрос: каким образом данная функция может осуществляться с наименьшими затратами?

При проведении ФСА выявляются причинно-следственные связи, которые определяют затраты на обеспечение качества продукции, однако этот метод не отвечает на вопрос, как изменить эти причинно-следственные связи, но дает наглядное представление, где они являются некорректными.

В ходе проведения ФСА появляются альтернативные варианты решений, которые учитывают соотношение совокупных затрат на изделия с базовыми затратами. Базой могут служить минимально возможные затраты на изделие [2].

Результатом проведения ФСА должно быть снижение затрат на единицу полезного эффекта. Это достигается путем сокращения затрат (примерно на 20-30 %) при повышении потребительских свойств продукции, при сохранении заданного уровня качества.

Литература

1. Серенков П.С., Курьян А.Г., Ленкевич О.А. Функционально-стоимостный анализ деятельности предприятия как методическая основа оценки результативности и эффективности менеджмента качества // Новости. Стандартизация и сертификация. – 2003. - №3.
2. С. Д. Ильенкова, Н. Д. Ильенкова, С. Ю. Ягудин и др.; Под ред. Доктора экономических наук, профессора Ильенковой С. Д. Управление качеством. Учебник // - М.: ЮНИТИ. Оpubл. 10.01.2001.

АКТУАЛИЗАЦИЯ НОРМАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МАРКИРОВКИ ПРОДУКЦИИ

Студент гр. 11305215 Наджафова А. А.

Ст. преподаватель Купреева Л. В.

Белорусский национальный технический университет

Экологическая маркировка – знак или графический символ, который в результате процедуры проверки на соответствие установленным экологическим критериям размещается на товаре или его упаковке. В современном мире маркировка продукции экологическим знаком соответствия способствует повышению конкурентоспособности продукции, спроса и поставки продукции, оказывающей наименьшее вредное воздействие на окружающую среду по сравнению с аналогичной однородной продукцией.

В настоящее время Национальным планом действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь до 2020 года запланировано внедрение системы экологической маркировки продукции. Национальный план устанавливает новый подход к организации жизни, развитию высокотехнологичных производств, решению проблем с загрязнением окружающей среды. Результатом реализации данного плана станет поэтапное преобразование национальной экономики, основанное на внедрении принципов «зеленой» экономики и достижении целей устойчивого развития, гармонизации экономических, экологических и социальных интересов. Основной проблемой успешного внедрения в Республике Беларусь системы экологической маркировки продукции является отсутствие мотивации и заинтересованности производителей в получение экологического знака соответствия. Поэтому в рамках проведенных исследований нами было идентифицированы и проанализированы стандарты, устанавливающие требования к экологическим критериям и маркировке продукции. Анализ показал, что на международном уровне действуют 8 стандартов (ISO14020 – ISO 14027), регламентирующие требования к экологическим этикеткам и декларации. Кроме того, в странах ЕС приняты 27 технических законодательных актов, из них 5 устанавливают требования к экологической сертификации (экологической маркировке) продукции и 22 – к экологическим критериям. На сегодняшний день в нашей стране действуют только 3 гармонизированных национальных стандарта (СТБ ИСО 14020, СТБ ИСО 14021, СТБ ИСО 14024), а ТКП 5.1.08, устанавливавший требования к форме экологического знака соответствия и порядку его применения, был отменен постановлением Госстандарта РБ в мае 2018 г.

Таким образом, необходимым условием успешного развития данного направления в рамках Национального плана РБ, является актуализация

нормативного обеспечения в области экологической маркировки и экологических критериев продукции на основе международного и европейского опыта экологической сертификации (экологической маркировки) продукции.

УДК 630.831:005.6

О НОРМАТИВНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ КОНТРОЛЯ СОРТНОСТИ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ ХВОЙНЫХ И ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД

Студент гр. 11305215 Райченко К. А.

Ст. преподаватель Купреева Л. В.

Белорусский национальный технический университет

Лесное хозяйство Республики Беларусь занимает ключевое положение в лесном секторе экономики страны, т.к. лес – это источник возобновляемых сырьевых и энергетических ресурсов, сокровищница биологического и ландшафтного разнообразия. Благодаря целенаправленной деятельности отечественных лесхозов происходит качественное улучшение состояния лесного фонда. В частности, «Глубокский опытный лесхоз» занимается сохранением и созданием высокопродуктивных, биологически устойчивых лесов, отвечающих современным экологическим, социальным и экономическим потребностям общества. В настоящее время лесхоз занимается производством круглых лесоматериалов хвойных и лиственных пород, топливных дров и щепы. Основные виды продукции поставляются лесхозом в различные белорусские организации, в том числе и для дальнейшей переработки, а щепы экспортируются в Латвию и Данию.

В рамках проводимых исследований нами были идентифицированы 168 действующих ТНПА и документов в области технического нормирования и стандартизации, устанавливающих требования к круглым лесоматериалам, из них 25 государственных стандартов. Анализ нормативного обеспечения показал, что Глубокский лесхоз в своей деятельности руководствуется требованиями 22 ТНПА, в которых круглые лесоматериалы классифицируются по следующим признакам: назначению сортимента; качеству сырья; виду пороков; функциональному назначению древесины; диаметрам сортимента в верхнем сечении. Согласно СТБ 1711 и СТБ 1712 также регламентируются требования к породе древесины, ее сортности, диаметру и длине круглых лесоматериалов хвойных и лиственных пород.

На сегодняшний день руководством лесхоза решается проблема, связанная с приёмкой лесозаготовительной продукции, т.е. периодически возникает вопрос о пропорциональном соотношении сортности лесоматериалов, приводящий к возврату продукции и дополнительным расходам на ее

транспортировку. Возникающие разногласия между лесхозом и потребителем решаются на основе консенсуса, но такой подход является неэффективным и затратным. Для решения данной проблемы предлагаются 2 варианта: привлечение независимого эксперта по оценке соответствия качества продукции или внедрение лесозаготовительной сортировочной линии с металлодетектором, позволяющей инструментально определять сортность лесоматериалов. Однако в обоих случаях необходима разработка дополнительного комплекта соответствующей документации в лесхозе.

УДК 005:378

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТОРОВ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ НА КАЧЕСТВО ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ПО ВОПРОСАМ СИСТЕМНОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Студент гр. 11305314 Чурак Н. В.

Ст. преподаватель Ленкевич О. А.

Белорусский национальный технический университет

Проведение семинаров – это один из основных методов повышения компетентности и осведомленности. С целью повышения результативности процесса обучения и достоверности оценки компетентности обучающихся была создана обучающая игра.

Для определения и оценки факторов, воздействующих на качество процесса обучения, создается экспертная группа. По результатам работы группы экспертов проведен анализ 5М влияющих факторов применительно к двум процессам обучения: семинару и игре [1].

Эксперты, используя технологию 5М, выделили следующие факторы, воздействующие на качество процесса обучения: затраты времени, составляющие процесса, план проведения, оценка результатов, объективность оценки, средства для обучения, вид работы, ошибки в восприятии предоставляемой информации, решение спорных вопросов, степень участия в процессе, выходные данные, посещаемость.

Затем был проведен сравнительный анализ игры и семинара по выделенным факторам с присвоением баллов и весомости. Баллы выставлялись по шкале от 1 до 5 баллов. Выставление 1 балла – оценка «плохо» (отклонения по программе обучения – более 60 %, цель процесса обучения не выполнена (менее 40 %)). Выставление 5 баллов – оценка «очень хорошо» (программа обучения полная и цель выполнена (100 %)).

Сравнение выставленных баллов представлено на рис. 1.

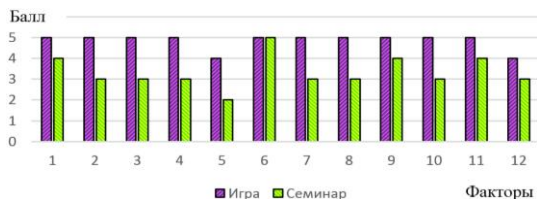


Рис. 1. Сравнение выставленных баллов по факторам семинара и игры

Литература

1. Исикава К. Японские методы управления качеством / Сокр. пер. с англ. / Под. ред. А. В. Гличева. – М: Экономика, 1988. – 214 с.

УДК 005:378

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ

Студент гр. 11305314 Чурак Н. В.

Ст. преподаватель Ленкевич О. А.

Белорусский национальный технический университет

С целью определения более эффективного метода повышения компетентности и осведомленности была создана обучающая игра.

Для оценки результативности и эффективности процесса была создана экспертная группа. Экспертной группой по результатам анализа факторов, влияющих на качество процесса обучения, был проведен сравнительный анализ игры и семинара по выделенным факторам с присвоением баллов и весомостей экспертным методом. Весомость проставлялась исходя из того, что сумма весомостей равна единице. Общее количество факторов, к которым присваивались баллы и весомости – 12.

На основании сравнительного анализа игры и семинара в соответствии с выставленными баллами и весомостями по факторам произведен расчет результативностей игры и семинара по формуле:

$$R = \sum K_i \cdot R_i, \quad (1)$$

где R_i – показатель результативности i -ого фактора, характеризующегося степенью полноты программы обучения и степенью достижения цели процесса обучения;

K_i – коэффициент весомости вклада R_i .

Результативность игры и семинара: $R_{\text{игры}} = 4,8$; $R_{\text{семинара}} = 3,13$.

Расчет себестоимости организации и проведения игры основывается на определении калькуляции плановой стоимости по статьям затрат. Затраты по статье «Сырье и основные материалы за вычетом возвратных отходов»

на организацию и проведение игры значительно ниже затрат по этой же статье на организацию и проведение семинара.

В результате проведения экономического расчета себестоимости организации и проведения игры, которая составляет 3244,91 рублей, установлено, что стоимость работ по организации и проведению игры не превышает уровня затрат на аналогичные работы, а именно на организацию и проведение семинара, который составляет 3976,48 рублей.

Проведенные расчеты свидетельствуют о том, что игра является более эффективным методом обеспечения компетентности и осведомленности так как результативность игры превышает результативность семинара на 33,4 % при этом уровень затрат на организацию и проведение игры ниже уровня затрат на организацию и проведение семинара на 18,4 %.

УДК 004.056:005

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ВИЗУАЛИЗИРОВАНИЯ В ПРОГРАММАХ FLASH И 3D MAX

Студенты гр. 11305315 Тарасевич Д. В., Якименко М. А.

Кандидат техн. наук, доцент Лысенко В. Г.

Белорусский национальный технический университет

Нынешний уровень развития систем автоматизированного проектирования предоставляет возможность визуализировать и анализировать инструментальную составляющую погрешности, имеющую систематический характер. К инструментальным погрешностям можно отнести погрешности, которые применяются в данных измерениях технических средств и вспомогательных устройств, и влияют на результат измерений. Отличительной особенностью систематической погрешности является то, что ее можно выявить, спрогнозировать и оценить.

При выполнении данной работы особое внимание уделялось изучению погрешностей измерений в программах Flash и 3D MAX. Это является их основной функцией, однако механизмы моделирования и точность воспроизведения линейно-угловых значений позволяет решать подобные задачи.

В ходе проведения исследований инструментальной составляющей погрешности, возникающей в контрольном приспособлении для измерения полного торцового биения отверстия детали «втулка» относительно наружной цилиндрической поверхности детали, была построена трехмерная модель контрольного приспособления, спроектировано действие основных инструментальных составляющих погрешности измерения, определены их числовые значения, а также оценка полученных экспериментальным путем значений влияния погрешности относительно теоретических расчетов.

Таким образом, были получены следующие значения относительной погрешности теоретического и экспериментального расчета:

- влияние отклонения от параллельности направляющих относительно поверхности плиты – 0,011 %;
- влияние отклонения от прямолинейности направляющих – 0,006 %;
- влияние отклонения от параллельности призмы относительно поверхности плиты – 0,005 %.

После проведенного исследования, можно сделать вывод, что системы Flash и 3D MAX предоставляют отличные возможности для оценки воздействия инструментальной составляющей погрешности на результат измерения.

УДК 623.618

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КАК УПРАВЛЕНИЕ ВНЕШНЕЙ И ВНУТРЕННЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ОРГАНИЗАЦИИ

Студент гр. 11305315 Абдыев А. Д.

Ст. преподаватель Павлов К. А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящий момент для мелкого и крупного бизнеса внедряется ряд налаженных систем автоматизированного управления: ERP – система для управления ресурсами, PPM – система управления проектами, CRM – система управления взаимоотношения с клиентами, EAM – система управления активами и фондами и SCM – система управления цепочками поставок и многие другие. Эти автоматизированные информационные системы (далее – АИС) относятся к уровню управления внешней и внутренней эффективности организации.

АИС – это вид информационной системы по степени автоматизации, в которой для передачи, сбора, хранения и обработки данных, используются методы и средства вычислительной техники и систем связи. Целью этой системы является обеспечение специалистов информацией для решения экономических задач, а также повышение уровня качества выдаваемой информации [1].

Построение и функционирование АИС основывается на соблюдении определенных принципов. В решении практических задач эти принципы в той или иной мере могут относиться ко всем или отдельным этапам жизненного цикла АИС. Основные принципы АИС: системности, развития, совместимости, стандартизации и унификации, эффективности, формализации, абстрагирования, концептуальной общности, непротиворечивости и полноты, независимости данных, стабильности решений [1].

Основными недостатками этих систем является:

- риск неудачи, связанные с финансовыми затратами на данную систему;
- нежелание конечных пользователей освоение новых технологий;
- необходимость постоянного вмешательства персонала.

Несмотря на это эти системы пользуются большим спросом, и практика применения этих систем может найти отражение на предприятиях Республики Беларусь и Туркменистана различного профиля.

Литература

1. William S. Davis, David C. Yen. The Information System Consultant's Handbook. Systems Analysis and Design. – CRC Press, 1998. – 800 с.

УДК 339.923

АККРЕДИТАЦИЯ – ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ГАРАНТ В КОМПЕТЕНТНОСТИ И БЕСПРИСТРАСТНОСТИ ОРГАНОВ ПО СЕРТИФИКАЦИИ

Студент гр. 11305316 Жуковец М. П.

Ст. преподаватель Павлов К. А.

Белорусский национальный технический университет

Аккредитация – это независимая оценка органов по оценке соответствия, подтверждающая их беспристрастность и компетентность, в соответствии с признанными стандартами. Правительство, поставщики и потребители могут быть уверены в результатах калибровки и испытаний, протоколах инспекции и выданных сертификатах на основании применения национальных и международных стандартов.

В разных странах органы по аккредитации создаются с важной целью – обеспечить надзор органов по оценке соответствия со стороны авторитетного и независимого органа.

Органы по аккредитации, которые прошли оценку на равнозначном уровне и определены компетентными, подписывают соглашения, повышающие признание продукции и услуг за пределами национальных границ, тем самым создавая основу для поддержки международной торговли путем устранения технических барьеров.

Эти соглашения управляются Международным форумом по аккредитации (IAF) в области оценки соответствия систем менеджмента, продукции, услуг, персонала и других подобных программ и Международным сотрудничеством по аккредитации лабораторий (ILAC) – в области аккредитации лабораторий и органов инспекции.

Использование аккредитованной сертификации приносит пользу правительству и инспекционным органам путем:

- предоставления инспекционным органам возможности устанавливать общие требования к политике и подробные технические требования;
- снижения неопределенности, связанной с решениями, которые влияют на защиту здоровья и жизни человека, а также защиту окружающей среды;
- устранения необходимости для инспекционных органов использовать свой собственный персонал по аудиту, а также ликвидации дублирующих проверок;
- повышения доверия общественности, так как аккредитованная сертификация является признанным способом демонстрации соответствия;
- обеспечения доверия, на основе которого принимаются решения о закупках в государственном секторе.

УДК 006.91

ПРОБЛЕМЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНТРОЛЯ В ЛАБОРАТОРИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Студент гр. 11305315 Кувандыков Нариман

Ст. преподаватель Павлов К. А.

Белорусский национальный технический университет

При создании ЕАЭС, общий таможенный союз стал неотъемлемой составной частью ЕАЭС, и все страны-участники ЕАЭС автоматически вошли в Таможенный союз с момента вступления в ЕАЭС. При этом страны-участники Таможенного союза применяли и продолжают применять единые таможенные тарифы и другие меры регулирования при торговле с третьими странами.

Одной из таких мер регулирования является мера по признанию результатов измерений (контроля) и оценки соответствия, полученных в аккредитованных органах стран-участников ЕАЭС. В рамках общего соглашения по регулированию вопросов в этом направлении было принято решение о приоритетном применении стандартизованных методик выполнения измерений (МВИ), являющимися межгосударственными стандартами (ГОСТ) или государст-венными (к примеру, СТБ), при проведении измерений и/или контроля показателей качества продукции, попадающей под требования технических регламентов.

Безусловно, единые методы контроля позволяют повысить доверие к результатам, однако такой подход сформировал и определенные трудности. Согласно действующему законодательству стран-участников ЕАЭС, за основу стандартизованной МВИ может быть принята только аттестованная МВИ. Реестры аттестованных МВИ есть в каждой из стран, и это могло было заложить сильную основу для формирования единого реестра стандартизованных МВИ, однако проблема заключается в том, что

большинство МВИ из этих реестров на сегодняшний день частично или полностью уже не соответствуют требованиям, предъявляемым к ним (ГОСТ 8.010 и т.д.). В связи с этим, реестры были актуализированы. При этом, к примеру, в Республике Беларусь государственный реестр МВИ «опустел» почти на 30 % от изначального состояния (на 1 января 2015 года). В свою очередь, это привело к формированию значительной проблемы для ряда лабораторий Республики Беларусь, работающих в сфере законодательной метрологии и применявших исключенные методики.

К сожалению, в Республике Беларусь до сих пор не организована грамотная работа по актуализации реестра МВИ, начиная от информирования организаций об исключении методики из реестра до общего планирования работ по его актуализации. Поэтому сотрудники лабораторий отечественных предприятий занимаются решением данного вопроса самостоятельно. С одной стороны, это имеет ряд положительных моментов – реестр постепенно актуализируется, а с другой стороны, формируют ряд проблемных областей – дублирование работ по разработке МВИ, низкая результативность работ и т. д.

УДК 004.056

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ МЕНЕДЖМЕНТА РИСКОВ

Студент гр. 11305315 Прихач И. В.

Ст. преподаватель Павлов К. А.

Белорусский национальный технический университет

Метод анализа и оценки рисков информационной безопасности, описанный в СТБ ISO/IEC 27005-2012 «Информационные технологии. Методы обеспечения безопасности. Менеджмент рисков информационной безопасности», более полно отражают специфику работы с системой менеджмента информационной безопасности, нежели стандарты ISO серии 31000.

В соответствии с положениями СТБ ISO/IEC 27005 обработка рисков информационной безопасности рассматривается как итеративный процесс, что предоставляет возможность повысить уровень детализации оценки рисков при каждой последующей итерации.

Процесс оценки рисков информационной безопасности предлагает определенную поэлементную процедуру описания рисков информационной безопасности, которая включает проведение инвентаризации активов организации, выявление их уязвимостей и угроз, а также определение последствий от реализации угроз в отношении активов и оценки влияния реализуемых и внедряемых мер на последствия для активов организации.

Определение существующих мер защиты является следующим этапом в управлении рисками информационной безопасности. Здесь же рассматривается вопрос о разработке и внедрении мер в отношении рисков, для которых в текущем состоянии системы менеджмента информационной безопасности не реализуются защитные меры.

Процесс менеджмента риска информационной безопасности и связанные с ним действия соответствуют текущим обстоятельствам и соблюдаются. В связи с этим, итоговый перечень рисков и их факторов (угрозы, уязвимости, вероятность возникновения, последствия и пр.) может и должен постоянно пересматриваться организацией в рамках мониторинга рисков.

Результаты введения мер защиты отражаются в документированной информации системы менеджмента информационной безопасности организации, называемой «Заявление о применимости» (SoA – Statement of applicability).

Методология, описанная в СТБ ISO/IEC 27005, довольно сложна и требовательна к затратам ресурсов, но она позволяет получить более полную исходную информацию о состоянии информационной безопасности в организации, что, в свою очередь, приводит к более корректному планированию внедрения или управлению системой менеджмента информационной безопасности, соответствующей требованиям СТБ ISO/IEC 27001.

УДК 005.6

ISO/IEC СЕРИИ 9000 КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ СМК ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ, РАБОТАЮЩИХ В СФЕРЕ ИТ

Студент гр. 11305315 Абдыев А. Д.

Ст. преподаватель Павлов К. А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время автоматизация стала одним из ключевых методов и ресурсов функционирования любой организации: автоматизация бизнес-процессов, внедрение различные информационные системы, электронного документооборота и т.д. Связи с чем, появилось довольно большое количество ИТ-организаций, которые предоставляют услуги по разработке конкретных информационных систем и программных решений.

Данная категория объектов проектирования и производства не укладывается в общее понятие «материальной продукции. С другой стороны, данные разработки не совсем являются услугой, потому что на выходе получается конкретный ресурс, требующий, в том числе, соответствующего обслуживания. Поэтому организации, работающие в ИТ-сфере, столкнулись с определенной ситуацией: следуя принципу удовлетворенности потребителя и формируя СМК на базе стандартов ISO серии 9000, они не могут полностью

соответствовать требованиям данного стандарта в силу специфики выпускаемого продукта. Это связано с тем, что стандарт ISO 9001 слишком универсальный для специфических процессов IT-сферы.

Данная проблема решалась ведущими IT-компаниями мира совместно с международными организациями по стандартизации (IEC и ISO). Результатом их работы являются международные стандарты ISO/IEC серии 90000, которые содержат рекомендации по применению и внедрению принципов менеджмента качества для деятельности организаций, работающих в сфере IT. К примеру, стандарт ISO/IEC 90003 «Разработка программных продуктов. Руководящие указания по применению ISO 9001 при разработке программных продуктов», содержит рекомендации для организаций по применению ISO 9001, выделяя основные бизнес-процессы IT-организации: приобретение, поставка, разработка, эксплуатация и обслуживание компьютерного программного обеспечения и сопутствующих услуг поддержки.

Руководства, представленные в этом документе, не предназначены для использования в качестве критериев оценки при регистрации или сертификации СМК. Тем не менее, данные рекомендации целесообразны и должны учитываться для описания деятельности IT-организации в рамках разработки и внедрения СМК. Это позволит организация, работающей в IT-сфере, более точно понимать и соответствовать требованиям ISO 9001.

УДК 65.015.3

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ «КЛИЕНТСКАЯ БАЗА» ПО МЕТОДОЛОГИИ «SCRUM» ДЛЯ ОЦЕНКИ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЯ

Студент гр. 11305315 Михейчик А. В.

Ст. преподаватель Ленкевич О. А.

Белорусский национальный технический университет

Хорошо известны следующие методы анализа данных: прямой, включающий анализ ответов потребителей на конкретные вопросы, и косвенный, включающий различные аналитические методы для идентификации влияющих факторов из совокупности данных.

Существует большое количество методов оценки удовлетворенности потребителей. Например, личное интервью, которое подразумевает контакт и персональное внимание клиента, в то же время является затратным и требует больше времени. Интервью по телефону, дискуссионная группа менее затратные, но есть риск искажения интервьюером. При исследовании по электронной почте недостатками является длительность период времени сбора данных и малая доля ответов. При онлайн-исследовании недостатком можно считать задержку в доступе данных. В современном мире потеря пот-

ребителей является нормой, однако организации следует непрерывно стремиться к расширению клиентской базы. Клиентская база – это база данных, которая представляет собой сведения о клиентах, их отзывы и пожелания, а также их удовлетворенность. Правильное развитие, улучшение и управление клиентской базой позволяет сохранить выгодность взаимоотношений с потребителя, а также иметь конкурентное преимущество перед другими организациями своего сегмента. Усовершенствования программного модуля клиентской базы по гибкой методологии «Scrum» позволяет постоянно поддерживать и улучшать процесс мониторинга и измерения удовлетворенности потребителей, автоматизировать анализ результатов анкетирования клиентов, анализ жалоб и рекомендаций. Так же позволяет проводить более глубокий анализ сегмента рынка, узнать о предпочтениях клиентов, в том числе помогает сегментировать заказчиков, изучить их потребности.

УДК 338.2:338.45

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НЕПРЕРЫВНОСТИ БИЗНЕСА КАК МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Студент гр. 11305315 Прихач И. В.

Ст. преподаватель Павлов К. А.

Белорусский национальный технический университет

Менеджмент рисков, в том числе и рисков информационной безопасности (далее – ИБ), определяет процедуру управления рисками от их идентификации и оценки до принятия решений (разработки мероприятий) по их управлению. Передовые методы идентификации и оценки рисков представлены в международном стандарте ISO 31010, который предлагает следующие механизмы (мероприятия) по управлению ими: сохранение, снижение, избегание и перенос рисков.

Данные мероприятия направлены на снижение последствий от реализации рисков либо на перекладывание последствий на другой источник для их ликвидации. В случае, если по ряду причин, риск проявил свое влияние – на практике его рассматривают как неблагоприятное событие (в ИБ – инцидент ИБ) и принимают решение по разработке плана корректирующих действий. Но если риск не проявляет себя: хорошо это или плохо? можно ли утверждать, что он не проявит себя в будущем? а если это критическая категория рисков, которая, помимо нанесения значимого ущерба деятельности организации, может повлечь и приостановление деятельности? Именно из этих соображений и возникает потребность в планировании организацией мероприятий, которые позволили бы ей организовано и с минимальным ущербом справиться с последствиями.

Данная концепция и реализуется в рамках планирования мероприятий по обеспечению непрерывности бизнеса.

В настоящее время обеспечение непрерывности бизнеса уже нашло свое отражение как отдельная подсистема в рамках системы менеджмента организации. Общие требования системе менеджмента непрерывности бизнеса (далее – СМНБ) определены в международном стандарте ISO 22310. Стандарт определяет как общие требования построения системы (по аналогии с другими системами, например СМК согласно ISO 9001), так и специфические для системы. Основной задачей СМНБ является планирование и имитация событий (инцидентов), соответствующих смоделированной ситуации реализации рисков (в частности, критических). Данное моделирование и проигрывание такого рода ситуаций персоналом организации позволяет сформировать определенный план действий, позволяющий с минимальными затратами ресурсов (временных, финансовых и др.) справиться с потенциальными инцидентами. На выходе таких «учений» могут быть сформированы определенные протоколы действий, иницилируемые в будущем при реализации рисков.

УДК 339.923

СИМВОЛЫ АККРЕДИТАЦИИ: ПРИМЕНЕНИЕ И ССЫЛКИ

Студент гр. 11305316 Жуковец М. П.

Ст. преподаватель Павлов К. А.

Белорусский национальный технический университет

В соответствии с требованиями Закона Республики Беларусь N 437-3 от 24 октября 2016 г. «Об оценке соответствия техническим требованиям и аккредитации органов по оценке соответствия» и нормативного правового акта Правила аккредитации от 31 мая 2011, в редакции Постановления Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 19.06.2017 № 49, аккредитованные субъекты могут применять знаки аккредитации для демонстрации своего статуса аккредитации.

Белорусским государственным центром аккредитации (далее – БГЦА) разработан порядок применения знаков аккредитации, который изложен в политике ПЛ СМ 8.3-2017 «Политика БГЦА в отношении применения знаков аккредитации и ссылок на аккредитацию», а также в документированной процедуре ДП СМ 8.3-2017 «Применение символов аккредитации и ссылок на аккредитацию», с учетом ряда документов международных организаций по аккредитации ILAC, IAF, EA:

- ILAC-P8 Соглашение о взаимном признании ILAC (Соглашение);
- EA-3/01 М Условия EA по применению символов аккредитации, текстовых ссылок на аккредитацию и статус подписанта EA MLA;

- IAF ML 2 Общие принципы применения знака IAF MLA.

Четкие требования к нанесению символов аккредитации (расположение, размеры символа, масштаб и т.д.) регламентированы документированной процедуре (ДП СМ 8.3), которая находится в свободном доступе и каждый субъект оценки соответствия Республики Беларусь может с ней ознакомиться.

Также согласно этой процедуре аккредитованные субъекты могут демонстрировать свой действующий статус аккредитации своим клиентам одним из предложенных в процедуре способов:

- знаком аккредитации, являющимся уникальным для каждого аккредитованного субъекта;

- текстовой ссылкой на аккредитацию.

При первичной аккредитации знак аккредитации передается аккредитованному субъекту по заполненному в установленной форме заявлению вместе с аттестатом аккредитации.

Стоит заметить, что признание доверия к результатам испытаний (измерений) и/или сертификации как на национальном, так и на международном уровнях возможно только при работе аккредитованных субъектов. Поэтому очень важно знать, как отличать оригинальные знаки соответствия по аккредитации от фальшивых.

УДК 65.012.23

ГИБКАЯ МЕТОДОЛОГИЯ «SCRUM». РЕВОЛЮЦИОННЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ПРОЕКТАМ

Студент гр. 11305315 Михейчик А. В.

Ст. преподаватель Ленкевич О. А.

Белорусский национальный технический университет

В управление проектами важным является адаптация и ориентация на клиента. Из-за отсутствия слаженности происходит отставание от графика, бюджет проекта увеличивается, появляется нехватка времени и денег, поставленные задачи дублируются, мнения между персоналом расходятся, но при этом считается, что их усилия направлены на достижение одной цели. Кроме того, заказчики зачастую остаются неудовлетворительны окончательным вариантом проделанной работы. Методология Scrum решает эти проблемы.

Scrum – одна из первых методологий циклического наращивания функциональности и корректировки хода проекта на основе анализа обратной связи от пользователей. Scrum можно использовать для организации команды и достижения результатов быстрее и с более высоким качеством за счет анализа проделанной работы и корректировки направления развития между итерациями. Эта методология позволяет команде выбрать задачи, которые

должны быть выполнены, учитывая бизнес-приоритеты, технические возможности, а также решить, как их эффективно реализовать. Основной особенностью методологии является вовлеченность в процесс всех участников, причем у каждого участника есть своя определенная роль. Работа над проектами выполняется спринтами, «забегами» на 1-4 недели. Спринтом в Scrum-проекте называется одна итерация (фаза) проекта, которая длится 30 дней. В результате каждого спринта команда должна получить рабочую версию продукта. Scrum позволяет снизить неопределенность требований к продукту до минимума. Короткие итерации дают возможность заострить внимание владельца продукта и команды на конкретной проблеме и решить ее с минимальными затратами.

УДК 658.5.011

ISO 30401 – СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА ЗНАНИЙ

Студент гр. 11305315 Прихач И. В.

Ст. преподаватель Павлов К. А.

Белорусский национальный технический университет

С сентября 2015 года вступила в силу новая версия стандарта ISO 9001. Одним из ключевых изменений стандарта по отношению к персоналу является введение в деятельность организации концепции «знания организации» как дополнительный ресурс, который требует аналогичного управления как сам персонал, инфраструктура, документированная информация и т.д.

Согласно ISO 9001, знания организации – это знания, специфичные для организации; знания, полученные в основном из опыта.

Данный термин не является новым, но в стандартах серии ISO 9000 появляется впервые. Начиная с 60-ых годов, во многих странах происходит развитие концепции менеджмента знаниями. На сегодняшний день эта концепция получила широкое распространение, но все еще является очень актуальной и новой для международных и отечественных организаций. Это концепция, позволяющая предоставлять нужные знания в нужное время нужным людям для выполнения нужных задач. Несмотря на это, до недавнего времени не было четкого понимания того, что же представляется из самих «знания организации» и тем более конкретных рекомендаций по процедуре управления ими.

В 2017 году международная организация по стандартизации (ISO) представило на голосование проект международного стандарта ISO/DIS 30401. В ноябре 2018 года ISO 30401:2018 «Knowledge management systems. Requirements» был опубликован.

Целью международного стандарта ISO 30401 является установление надлежащих принципов менеджмента знаний в организациях различных профилей и масштабов. Требования ISO 30401 могут быть применены:

- в качестве руководства для организаций, которые стремятся быть компетентными в оптимизации ценности знаний организации;

- в качестве основы для оценки и признания таких компетентных организаций признанными органами по сертификации.

ISO 30401 включает базовую терминологию в области знаний организации как ее новый ресурс, а требования к системе менеджмента знаний в стандарте основываются на основополагающих принципах менеджмента качества.

Еще одной особенностью ISO 30401 является структура требований, которая полностью соответствует требованиям к системам менеджмента (СМК и другим). Эта особенность позволяет выстраивать систему менеджмента знаний организации как отдельную систему или, без особых трудностей, интегрировать данную систему в общую систему менеджмента организации. Однако на начало 2019 года ни один из аккредитованных органов по сертификации в мире не предлагает услуги по сертификации данной системы.

УДК 006.91

НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЛАЗЕРНЫХ ТРИАНГУЛЯЦИОННЫХ ДАТЧИКОВ СЕРИИ РФ602

Студент гр. 11305214 Пуляев Ю. А.,
студент гр. 11305315 Кувандыков Нариман,
студент гр. 11305215 Ханов Азамат
Ст. преподаватель Павлов К. А.

Белорусский национальный технический университет

Несмотря на то, что в Республике Беларусь еще сравнительно мало говорят о таких вещах как «Industrie 4.0», «Интернет вещей» (Internet of Things – IoT), киберфизические системы (Cyber-Physical Systems – CPS) и облачные вычисления (Big Data Mining), несколько стран с развитой экономикой уже реализуют концепцию «индустрии 4.0», обозначающую четвертую промышленную революцию, масштаб и характер изменений которой, по данным Всемирного экономического форума, оценивается как беспрецедентный в истории человечества. Четвертая промышленная революция обладает огромным потенциалом для повышения уровня жизни, производительности труда и темпов роста ВВП, улучшения качества выпускаемой продукции, энергоэффективности и эффективности использования ресурсов, защиты окружающей среды. Связанные с этим изменения затронут самые разные стороны жизни, начиная от освобождения человека от рутинных типовых задач и заканчивая трансформацией экономики и

рынка труда, изменениями в политических системах и социальным расслоением. Уже сейчас компании внедряют инновационные решения, в том числе приоритетного использования датчиков и высокоточных бесконтактных средств измерения, таких как датчики серии РФ602, производимые ООО «РИФТЭК».

«Industrie 4.0» с точки зрения метрологического обеспечения заключается в повышении качества и максимальной скорости измерений и контроля прямо на производственной линии. В свою очередь это определяет новые тенденции в метрологии с точки зрения удовлетворения потребностей производственной среды и интеллектуальных процессов производства и измерений. Измерения будут проводиться с помощью «умных» сенсоров и систем, интегрированных непосредственно в производственные процессы, обеспечивая адаптивное управление и реализацию корректировок и исправлений в режиме реального времени. Это может быть обеспечено через применение в технологических линиях по производству продукции датчиков, что, в свою очередь, значительно увеличивает наличие таких средств измерений на производстве. Согласно законодательству Республики Беларусь в области обеспечения единства измерений применяемые средства измерений должны проходить метрологический контроль. В связи с этим производителям датчиков необходимо обеспечить процедуру прохождения метрологического контроля, которая в настоящее время не налажена и имеет ряд проблемных областей в своей реализации.

УДК 005

ISO 21001 – МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТАНДАРТ В СФЕРЕ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА УЧРЕЖДЕНИЙ ОБРАЗОВАНИЯ

Студент гр. 11305316 Стасюлевич М. Г.

Ст. преподаватель Павлов К. А.

Белорусский национальный технический университет

В число наиболее востребованных и актуальных продуктов Международной организации по стандартизации входят добровольные стандарты на основе консенсуса на системы менеджмента. Их используют передовые предприятия и организации, работающие в самых разных отраслях по всему миру, для внедрения систем менеджмента, таких как СМК (ISO 9001), СУОТ (ISO 45001), СУОС (ISO 14001) и т.д. В 2018 году этот реестр стандартов на системы менеджмента пополнил ISO 21001:2018 «Educational organizations. Management systems for educational organizations. Requirements with guidance for use» (Система менеджмента учреждений образования).

Стандарт ISO 21001, как и другие стандарта на системы менеджмента, является добровольным. Это первый в своем роде международный стандарт

на системы менеджмента для образовательных организаций (прим. требования ISO 29990 – относятся к поставщикам образовательных услуг, организующих тренинги и семинары).

Стандарт ISO 21001 направлен на упрощение работы в направлении совершенствования системы менеджмента в области проведения обучения и повышения качества предоставляемых образовательных услуг. В целом стандарт представляет собой инструмент управления для организаций, предоставляющих образовательные продукты и услуги, которые хотят и могут удовлетворить ожидаемые потребности учащихся и других заинтересованных сторон (к примеру, их родителей, будущих работодателей и т. д.).

Как и другие стандарты на системы менеджмента, ISO 21001 основывается на принципе выполнения заданий по схеме: планирование, исполнение, проверка и принятие необходимых мер (Plan-Do-Check-Act или PDCA). Этот принцип позволяет организациям оценить все аспекты внедрения стандарта, уделяя при этом внимание таким моментам как социальная ответственность.

ISO 21001 имеет множество ключевых преимуществ внедрения, включая лучшее согласование стандартных целей и мероприятий с внутренней политикой конкретной организации, более персонализированное обучение, повышение доверия к организации и углубление вовлеченности и участия заинтересованных сторон в процессе работы учреждения образования. Кроме того, в число преимуществ ISO 21001 входят гармонизация множества стандартов в международных рамках, а также стимулирование распространения передового опыта и инноваций, так как требования стандарта базируются на лучших практиках в области систем менеджмента.

УДК 642.34.022

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЫМНОСТИ ОТРАБОТАННЫХ ГАЗОВ В СИСТЕМАХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Студент гр. 11305118 Сильчук В. А.

Ст. преподаватель Петрусенко П. А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящей работе рассмотрена возможность использования в системах мониторинга дизельных двигателей методов определения дымности отработанных газов, которые в настоящее время широко используются для контроля технических характеристик двигателей.

Требования и методы испытаний выбросов видимых загрязняющих веществ дизельными двигателями устанавливают Правила ЕЭК ООН №24 с поправками серии 03.

Испытания проходят следующим образом. Измерение выброса видимых загрязняющих веществ проводится в двух режимах:

- в установившемся режиме работы;
- в режиме свободного ускорения.

Под дымностью отработавших газов понимают показатель, характеризующий степень поглощения светового потока, просвечивающего отработавшие газы дизеля, который является наиболее комплексным показателем, характеризующим токсичность отработавших газов двигателя. На всех режимах с помощью денситометра измеряется коэффициент поглощения света выхлопными газами. Дымность отработавших газов определяют двумя способами:

- фильтрацией потока газов определенного объема с последующим измерением степени черноты фильтра;
- анализом оптических характеристик отработавших газов, находящихся в измерительном сосуде.

Схема определения дымности отработавших газов методом фильтрации потока газов с последующим измерением степени черноты фильтра, заключается в том, что определенный объем отработавших газов, взятый через пробоотборник, с помощью поршня прокачивают через дросселирующий элемент и фильтр, а затем производят сравнение покрытого сажей фильтра с тоновой шкалой.

Схема определения дымности путём анализа оптических характеристик отработавших газов производится следующим образом:

- отработавшие газы пропускают через корпус денсиметрического газоанализатора, на противоположных концах которого установлены источник света и фотоэлемент. Фототок последнего зависит от оптической плотности газа и регистрируется измерительным прибором.

УДК 65.014.1

ОТРАЖЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ПО НЕКОТОРЫМ ВОПРОСАМ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ДЕЙСТВУЮЩИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Студент гр. 11305316 Стасюлевич М. Г.

Ст. преподаватель Павлов К. А.

Белорусский национальный технический университет

Управление закупками в системе менеджмента качества (СМК) играет особую роль, так как от этого процесса зависит как качество и стоимость товара, так и деятельность организации в целом. Некачественные комплектующие, поставленные не в срок и по завышенным ценам способны

моментально испортить эффект от всех прочих направлений деятельности организации. Ключевыми моментами управления закупками являются оценка и выбор поставщика, а также контроль качества. Для успешного управления закупками необходима следующая процедура, закрепленная нормативными документами: соблюдение внутренних стандартов должно контролироваться с определенной периодичностью путем внутренних аудитов, нацеленных на выявление отклонений и запуск процедур их устранения. В связи с этим в рамках действующих СМК на организации часто отдельно выделяется процесс «Закупки», который должен соответствовать требованиям к процессам по СТБ ISO 9001, а также требованиям законодательства Республики Беларусь в области проведения государственных закупок товаров (работ, услуг).

В 2016 году была опубликована новая версия СТБ ISO 9001, и к настоящему времени все изменения в процессах СМК (в т.ч. «Закупки») в соответствии с новыми требованиями были внесены. Законодательство Республики Беларусь «О государственных закупках товаров (работ, услуг)» действует с 2012 года, и вот в конце 2018 года были опубликованы изменения в закон. Изменения включают порядка 20-ти нововведений, одни из которых носят общий характер (изменения терминологии, корректировка области применения закона и т.д.), а другие несут серьезные изменения (к примеру, создается государственная информационно-аналитическая система, которая потребует от организаций ведения дополнительной отчетности и т. д.).

Изменения и дополнения в данный закон вступят в силу с 1 июля 2019 г. Нововведения создадут условия для противодействия коррупции и упрощения проведения процедур госзакупок как для заказчика, так и для участника госзакупки. Поэтому организациям Республики Беларусь в рамках действующих СМК необходимо обязательно отреагировать на эти изменения и интегрировать их в свои процессы по закупкам. Это позволит повысить степень соответствия положений СМК требованиям локального законодательства Республики Беларусь по вопросам проведения закупок.

УДК 681.5

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ВЕРИФИКАЦИИ МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ В ЗАО «АЛТИМЕД»

Студент гр. 31305114 Герасимчик Е. Е.

Кандидат техн. наук, доцент Савкова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Верификация является составляющей процесса обеспечения доверия к качеству результатов испытаний и технической компетентности аккредитованной испытательной лаборатории и основывается на различных мето-

дах, которые лаборатория должна регулярно применять в своей деятельности. Автоматизированная поддержка процессов верификации позволит повысить экономическую и информационную эффективность выполняемых работ. Испытательная лаборатория ЗАО «Алтимед» осуществляет динамические испытания тазобедренных имплантов. Руководством принято решение об аккредитации лаборатории, и в связи с этим необходимо разработать и актуализировать систему менеджмента лаборатории. В этой связи начаты работы по разработке документации в части внутреннего контроля показателей точности результатов и методов испытаний. На первом этапе выполнена идентификация и классификация методов испытаний по принципу доминирующих составляющих факторов изменчивости, затем для каждой группы методов предложены подходы к верификации. В частности, для оценки стабильности методов испытаний разработаны методические инструкции по корректному выбору, применению и использованию наборов контрольных карт в зависимости от признаков: наличия эталонного значения, количества повторных измерений в серии и др. Особую специфику имеют динамические испытания тазобедренных имплантов, поскольку являются разрушающими и носят циклический характер, их продолжительность занимает от пяти до шести дней. Для данных испытаний предложено при проверке стабильности применять контрольные карты индивидуальных значений и скользящего размаха - XmR-карты. Разработан шаблон на базе программного пакета Microsoft Office с помощью средств программы Excel, когда пользователю достаточно ввести исходную информацию в форму. Расчет верхней границы индивидуальных значений $UNPL_x$, центральной линии индивидуальных значений CL_x , нижней границы индивидуальных значений $LNPL_x$ и т.д. производится в автоматическом режиме. Следующим этапом планируется разработка автоматизированной поддержки процессов оценивания неопределенности и внутри-лабораторной воспроизводимости с формированием отчетов.

УДК 519.2

ВЫЧИСЛЕНИЕ ИНТЕРВАЛОВ ОХВАТА ОБЪЕМНЫХ МАССИВОВ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ТРАНСФОРМИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

Студенты гр. 11305116 Позняк Д. Ю., Шевчук В. А., Тарасенко В. И.

Кандидат техн. наук, доцент Савкова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Развитие технологий регистрации протяженных объектов в оптическом диапазоне обусловили применение целого ряда методов обработки сигналов и изображений на основе принципов статистической

избыточности и фильтрации, одним из которых является метод Монте-Карло. Для измерительных систем с неограниченным количеством входных и выходных величин данный метод позволяет решать задачи расчетов интервалов охвата для совместных распределений вероятностей комплексных, векторных и тензорных величин. Доступные программные средства дают возможность исследований нелинейных многоуровневых моделей выходных величин по заданному уровню достоверности. Допустим есть несколько массивов совместно измеренных величин $X_1, X_2 \dots X_n$, тогда окончательное значение – выходная величина Y , равная:

$$Y = f(X_1, X_2 \dots X_n). \quad (1)$$

Количество реализаций n каждой входной величины, как правило, одинаково, поскольку информация считывается с каналов одного и того же цифрового изображения. Далее находим Y , подставляя одноименные члены с каждого массива (первое число массива X_1 с первым числом массива X_2 , второе со вторым и так далее). Получаем массив Y с n количеством чисел в массиве.

Далее находим математическое ожидание по формуле:

$$M(Y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i. \quad (2)$$

Рассчитываем стандартное отклонение полученного массива Y :

$$u_c(Y) = \sqrt{\frac{\sum(Y_i - M(Y))^2}{n-1}} \quad (3)$$

Определяем интервал охвата как $[Y_{low}, Y_{high}]$ или через расширенную неопределенность для случая симметричного распределения вероятностей:

$$U_p(Y) = \frac{1}{2} \left(Y_{\frac{n(1+p)}{2}} - Y_{\frac{n(1-p)}{2}} \right) \quad (4)$$

где P – доверительная вероятность, а $\frac{n(1+p)}{2}$ это номер числа в отсортированном массиве Y .

УДК 681.31

ERP-СИСТЕМА КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Студент гр. 11305315 Абдыев А. Д.

Доктор техн. наук, профессор Серенков П. С.

Белорусский национальный технический университет

ERP (Enterprise Resource Planning) – это система управления ресурсами организации, ориентированная на оптимизацию ресурсов. Эта система реализуется посредством интегрированного программного пакета ERP, которая формирует общую модель данных и процессов для всех сфер деятельности организации [1]. Одновременный учет и планирование денежных средств, а также отслеживание их передвижения являются задачами, которые решает система.

Особенностью этой системы является принципиальный подход к объединению всех бизнес-процессов по единым правилам, оперативное получение руководством информации о всех сторонах деятельности предприятия: планирование и контроль деятельности организации.

Еще одним достоинством этой системы является применение модульного подхода. Предполагается поэтапное внедрение системы. Например, с помощью системы сначала можно прийти к автоматизации производства, а затем к автоматизации управления персоналом.

У этой системы, а также других систем управления ресурсами, есть два основных недостатка. Первый обусловлен сложностью установки и адаптации. В этом смысле система требует больших вложений. Второй связан с ограничениями по «зрелости» бизнес-процессов. Внедрять систему рекомендуется в случае, когда бизнес-процессы уже отлажены.

Есть несколько методов внедрения этой системы: поэтапное реализация; установление целиком; метод развертывания.

При поэтапной реализации автоматизируются лишь несколько связанных бизнес-процессов, при этом риск неудачи небольшой.

При установлении целиком, система внедряется сразу и на все виды деятельности организации. При таком методе риск неудачи наибольший.

Наиболее рациональный метод - метод развертывания. Система внедряется сначала на одном участке производства, затем после удачного внедрения на втором и так далее. Риск, в этом случае, небольшой.

Несмотря на недостатки и риски, ERP-системы пользуются все большим спросом, т.к. способствует повышению эффективности управления производством и, соответственно, его конкурентоспособности.

Литература

1. Hamilton, Scott. Maximizing your ERP system: a practical guide for managers. – McGraw-Hill, 2003. – 392 с.

УДК 621.79

ПРОБЛЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

Студент гр. 11305314 Архипенко П. Р.

Доктор техн. наук, профессор Серенков П. С.

Белорусский национальный технический университет

В современном мире всё чаще возникают ситуации, в которых необходимо оценить качество и принять решение, опираясь на экспертные оценки. Однако, применение экспертных оценок в данной области носит ограниченный характер, прежде всего, из-за недостоверности получаемой информации.

Известно, что при сборе первичной информации (опросе экспертов) регистрировать оценки (в числовой или иной форме) с приемлемой степенью достоверности возможно максимум в ранговой шкале. Но для решения задач анализа и принятия решений, требующих применения логико-математических моделей, оценки должны быть выражены минимум в шкале интервалов.

Наилучшее решение данной проблемы заключается в использовании промежуточных шкал, обладающих свойствами как порядковой, так и интервальной шкал. Существование шкал с подобными свойствами теоретически обосновано В.Я. Крейновичем [1].

Для того чтобы из эмпирической системы перейти к числовой, нам необходима промежуточная шкала - шкала рейтингов.

В основе методологии положены следующие фундаментальные элементы:

1. Промежуточная шкала, обладающая свойствами как не метрической (порядковой), так и метрической (интервальной) шкал. Отличительная особенность - шкала свойств объектов эмпирической системы представляет собой ранговую шкалу с дополнительными отношениями между объектами эмпирической системы, которую мы назвали рейтинговой. Рейтинг – более информативная оценка свойств объектов категории «ранг +».

2. Метод альтернативных форм как метод организации процесса субъективных измерений позволяет корректно измерять объекты эмпирической системы в шкале рейтингов и обеспечивает надежность экспертных оценок.

3. Аксиоматика функции отображения, теоретически обосновывающая корректность преобразования отношений свойств объектов эмпирической системы, выраженных в рейтинговой шкале, в значения величин, характеризующих эти свойства, выраженные в метрической (интервальной) шкале. Аксиоматика обеспечивает свойство общезначимости методологии для широко круга величин и решаемых задач.

Литература

1. Кнорринг, В.Г. Метрология, стандартизация, сертификация / В.Г. Кнорринг, Марамзина М.Г. : Учеб. пособие. СПб. : Изд-во СПбГПУ, 2006. – 240 с.

УДК 621.79

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МЕТОДАМИ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ

Студент гр. 11305314 Архипенко П. Р.

Доктор техн. наук, профессор Серенков П. С.

Белорусский национальный технический университет

В докладе рассмотрена проблема не достижения качества продукции и процессов, связанная с недостоверностью измерения (оценивания)

показателей качества. Проведен анализ субъективных измерений характеристик качества как нефизических величин с позиций проблемы обеспечения достоверности результатов и их использования для решения задач анализа и принятия решений, требующих применения логико-математических моделей. Рассмотрены основные методологические подходы к субъективным измерениям, представленным классической, операциональной и репрезентативной теориями измерений.

Доказано, что для разработки теоретических подходов, методов, инструментов для измерения показателей качества, как субъективных величин, наиболее приемлема репрезентативная теория как наиболее консервативная в обеспечении достоверности и осмысленности результатов измерений, корректности научных предположений

Представлены результаты исследования прямого и альтернативного методов экспертного оценивания с позиций репрезентативной теории измерений. В результате исследований этих методов были замечены следующие закономерности и особенности:

1. Измерение субъективной величины в большей степени подвержено законам Фехнера и Стивенса, нежели измерение объективной величины, что вносит дополнительную методическую ошибку в результаты оценивания.

2. На достоверность результатов оценивания существенно влияет отношение дискретности свойств оцениваемых объектов и чувствительности эксперта. Если чувствительность эксперта меньше изменения характеристик двух соседних оцениваемых объектов, то результаты измерения можно считать недостоверными. Метод альтернатив в таком случае неприменим.

3. В условиях достаточной чувствительности эксперта к изменению характеристик при условии предварительного ранжирования объектов вариация оценок методом альтернатив незначительно меньше вариации оценок полученных балльным методом. Объективная комплексная оценка качества объекта по четырем и более характеристикам является недостоверной.

4. Если качество объекта оценивается по двум или более характеристикам, причем одна значительно преобладает, то эксперт склонен завышать комплексную оценку качества объектов.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫХ ОСНОВ
ТУРКМЕНИСТАНА И РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В ОБЛАСТИ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИГОДНОСТИ
МЕТОДИК ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ**

Студент гр. 11305215 Ханов Азамат

Ст. преподаватель Павлов К. А.

Белорусский национальный технический университет

Не первый год студенты из Туркменистан проходят обучение в ВУЗах Республики Беларусь, где они получают необходимые навыки и знания для интеграции их в развитие промышленных комплексов и экономики Туркменистана в целом. Однако обучение различным дисциплинам основывается на законодательных основах Республики Беларусь, поэтому для повышения эффективности обучения следует отслеживать отличия и/или аналогичность законодательства двух стран.

Важной задачей и этапом любого производства является контроль. Обеспечение измерений и контроля – это один из основополагающих аспектов законодательной метрологии любой страны. В Республике Беларусь согласно действующему законодательству в области обеспечения единства измерений выделяется два объекта регулирования – средства измерений и методики выполнения измерений (МВИ). Метрологическое подтверждение пригодности МВИ осуществляется на основе аттестации методики, разработанной в соответствии с ГОСТ 8.010, которая может сопровождаться проведением экспериментальных исследований. В ходе экспертизы определяется соответствие области применения МВИ требованиям, предъявляемым к измерениям, для подтверждения возможности проведения измерений с применением этих методик. Аттестация МВИ, предназначенных для применения в сфере законодательной метрологии, осуществляется на основе договора юридическими лицами, входящими в государственную метрологическую службу. Результаты метрологического подтверждения пригодности методик выполнения измерений удостоверяются свидетельством или заключением о метрологическом подтверждении их пригодности, а сама МВИ вносится в государственный реестр. В последующем данная МВИ может быть положена в основу при разработке государственного стандарта – стандартизированной МВИ.

Сравнительный анализ законодательных основ Туркменистан и Республики Беларусь в области метрологического признания МВИ показал, что отличий в данной процедуре (по оформлению, прохождению аттестации и т.д.) нет. Поэтому студенты из Туркменистана, проходящие обучение на кафедре «Стандартизация, метрология и информационные

системы» БНТУ, получая навыки по разработке МВИ в рамках специализированных курсов по метрологии, получают весь необходимый опыт для применения его в деятельности отечественных предприятий Туркменистана в полном объеме.

УДК 004.832.23

СРЕДСТВА РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО В ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ И КАЛИБРОВОЧНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

Студенты гр. 11305116 Позняк Д. Ю., Шевчук В. А., Тарасенко В. И.

Кандидат техн. наук, доцент Савкова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Метод Монте-Карло с успехом применяется в практике лабораторий, занимающихся научно-исследовательской деятельностью и соответственно моделированием интервалов охватов измеряемых величин. Суть метода заключается в моделировании и трансформировании функций распределений вероятностей входных величин, генерируемых в виде многократных выборок из массива (генеральной совокупности). Для каждой выборки рассчитывают математическое ожидание, затем сортируют полученные значения в порядке возрастания. Затем вычисляют среднее арифметическое (математическое ожидание), стандартную и расширенную неопределенности. Анализ современного рынка программных средств позволил выделить наиболее доступные, которые могут моделировать распределения вероятностей. Установлено, что наиболее доступным по соотношению качество/цена является MS EXCEL, который позволяет сгенерировать и обработать массивы с распределениями: дискретным, нормальным, Бернулли, биномиальным, Пуассона, модельным.

Пакет STATISTICA позволяет сгенерировать следующие виды распределений, представленные на рис. 1.

Настройка EVA для MS EXCEL, стоимостью 60.000 российских рублей, позволяет оценивать риски (http://evarisks.com/ru/eva_monte.php).



Рис. 1. Виды распределений

О ВЫБОРЕ ПРОВАЙДЕРА ПРОВЕРКИ КВАЛИФИКАЦИИ

Магистрант гр. 1-54 80 02 Кондратович А. Н.

Доктор техн. наук, профессор Серенков П. С.

Белорусский национальный технический университет

В современном мире вопрос конкурентоспособности рассматривается большинством современных техник бизнес-анализа и планирования, в том числе такими как «Анализ пяти сил портера», «PEST-анализ», «SWOT-анализ». В условиях жесткой конкуренции предприятия стараются найти максимально эффективный баланс между затратами и получаемой выгодой. Так и лаборатории при осуществлении подготовки к оценке компетентности, к аккредитации стараются найти максимально эффективный баланс между затратами и результативностью своей системы менеджмента и как следствие получение наиболее качественного результата калибровки/испытаний и соответственно достижение удовлетворенности своих потребителей.

Одним из инструментов, который позволяет оценить уровень квалификации лаборатории и ее результатов является проверка квалификации и межлабораторные сличения по п. 5.9 СТБ ИСО/МЭК 17025-2007 или п. 7.7.2, стандарта его заменяющего, ISO/IEC 17025:2017.

Проверка квалификации (ПК) и межлабораторные сличения (МЛС) играют очень важную роль при подтверждении компетентности лабораторий. И их реализация на довольно высоком уровне позволяет решить сразу несколько метрологических задач:

- оценить лабораторное смещение;
- подтвердить заявленную неопределенность.

В докладе рассмотрены варианты реализации требований по участию в программах ПК и МЛС, а также выбор поставщиков данной услуги. Так, например, ПК и МЛС организованные:

- национальными метрологическими институтами;
- независимыми организациями, такими как органы по аккредитации или региональными организациями по аккредитации ILAC, EA, APLAC
- региональными и национальными референтными лабораториями;
- провайдерами включенными в международную базу EPTIS;
- и конечно же аккредитованными провайдерами.

Уделено особое внимание научно – методическим аспектам обеспечения объективности процедур ПК и МЛС лабораторий, в частности, анализу критериев, определяющих положительный результат проверки квалификации требованиям, анализу адекватности форм организации проверок квалификации критериям соответствия лабораторий требованиям и др.

ЭТАП ПЛАНИРОВАНИЯ КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Магистрант гр. 51332018 Солодухо Ю. А.

Доктор техн. наук, профессор Серенков П. С.

Белорусский национальный технический университет

С введением в действие СТБ ISO 9001 версии 2015 года появилось требование к наличию в организации системы менеджмента измерений как части системы менеджмента качества. В свою очередь единственным объектом управления системы менеджмента измерений является система измерений.

В соответствии с СТБ 2450 система измерений или измерительная система – это набор инструментов или средств измерений, эталонов, операций, методов, приспособлений, программного обеспечения, персонала, окружающей среды и предположений, используемый для определения количества единиц измерений или фиксированных величин в измеряемой характеристике, то есть полный процесс, который используется для проведения измерений. СТБ 2450 и руководство MSA, на котором он основан, рассматривают систему измерений как систему, имеющую типичный жизненный цикл, этапами которого являются: планирование; разработка и реализация; валидация и верификация; эксплуатация и поддержание в рабочем состоянии; полный анализ; совершенствование.

Планирование системы измерений является первым и ключевым элементом всего жизненного цикла системы измерений, поскольку именно на этом этапе закладываются требования ко всем последующим этапам ее жизненного цикла. На данном этапе определяется цель процесса измерений, а также то, как будут использоваться полученные результаты, формируется концепция самой системы измерений, включая метод измерений, применяемые средства измерений и условия, в которых они будут выполняться. Разрабатывая концепцию будущей системы измерений, необходимо приложить максимум усилий, чтобы спрогнозировать, проанализировать и учесть различные аспекты, затрагивающие все последующие этапы жизненного цикла системы измерений, что позволит уменьшить количество трудностей, которые могут возникнуть на последующих этапах жизненного цикла. При этом следует учесть не только метрологические требования к будущей системе измерений, связанные с ее точностью, но также технические и экономические требования, которые включают в себя аспекты связанные с эксплуатацией системы измерений, а также затраты на разработку и поддержание системы в рабочем состоянии.

ОБОСНОВАНИЕ АЛГОРИТМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА ИЗМЕРЕНИЙ

Магистрант гр. 51332018 Разумный А. И.

Доктор техн. наук, профессор Серенков П. С.

Белорусский национальный технический университет

В новой редакции серии стандартов СТБ ISO 9000 устанавливаются требования к наличию системы менеджмента измерений (далее – СМИ) как части системы менеджмента качества организации (далее – СМК). Миссия СМИ заключается в осуществлении метрологического обеспечения СМК. Другими словами, контрольные точки с измеряемыми инструментальными методами показателями, установленные в процессе разработки СМК являются массивом исходных данных для разработки СМИ. Стабильное управление процессами измерений для получения количественной информации (результатов измерений) в каждой контрольной точке, для которой установлены измеряемые параметры с допусками, – есть главная цель разработки СМИ.

Стабильное управление процессами измерений обеспечивает результативность деятельности лаборатории в организации. Для обеспечения результативности деятельности с позиции менеджмента качества следует рассматривать два аспекта: организационную составляющую и техническую. Организационная составляющая заключается в качестве структуры (организации) непосредственно процессов измерений, а техническая – в качестве ресурсов, используемых в организации и проведении процессов измерений.

Организационная составляющая СМИ в виде модели системы менеджмента измерений отлично отражена в СТБ ИСО 10012-2004. Данная модель свидетельствует о том, что СМИ строится на тех же принципах, что и СМК. Следовательно, для обеспечения организационной составляющей следует рассматривать элементы аналогичные тем, которые используются при создании СМК, то есть, определить процессы различных категорий (управленческих, обеспечивающих, основных, измерения, анализа, улучшения), их входы и выходы, взаимодействия между процессами и так далее.

В свою очередь, если входами процессов измерений являются измеряемые инструментальными методами параметры, установленные при разработке СМК, то целесообразно предложить следующий алгоритм проектирования организационной составляющей СМИ: проектирование функциональной модели СМК – определения массива измеряемых параметров – проектирование функциональной модели СМИ.

ЭФФЕКТИВНЫЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ И ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДОВ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В РАМКАХ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Студент гр. 11305315 Стрех Д. Д.

Доктор техн. наук, профессор Серенков П. С.

Белорусский национальный технический университет

По результатам анализа литературных данных замечена тенденция применения на промышленных предприятиях подходов и методов менеджмента качества по критерию «популярный». Специалисты в области качества используют подходы вне зависимости от их оправданности и эффективности, ориентируясь лишь на сам факт известности им об этих подходах.

Стандарты СТБ ISO 10014-2011, СТБ ISO/TR 10017-2011, СТБ ISO/TS применению около 160 различных методов, технологий, подходов. Приведенные стандарты не дают четких рекомендаций по применению описанных методов. Анализ методов показал, что все они сводятся к нескольким фундаментальным технологиям моделирования бизнес процессов, построенных на классических подходах обработки данных. Сформулировано противоречие: знают и применяют на практике лишь малую часть существующих методов по критерию их популярности.

Для повышения эффективности применения методов менеджмента качества рекомендован подход «от задач в области качества к рациональным методам их решения». Т.е. технологии, методы, подходы управления качеством следует привязывать к типовым процессам на различных этапах жизненного цикла продукции.

На примере задачи «выявление и ликвидация источников дефектов в продукции технологического процесса», приведенной в докладе, показан подход определения комплекса рациональных методов менеджмента качества, используемый на всех этапах решения поставленной задачи. Обоснован путь реализации предложенного подхода - обучение специалистов, ответственных за процессы жизненного цикла продукции (маркетологов, конструкторов, технологов, инженеров по эксплуатации), внутри организации силами службы качества организации.

Сформулированы основные составляющие методологического обеспечения обучения специалистов промышленного предприятия, в основу которого положены следующие составляющие: классифицировать типовые задачи в области качества; разработать алгоритм решения типовых задач в области качества; для каждого этапа алгоритма подобрать рациональный комплекс методов и техник менеджмента качества.

**КРИТЕРИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА
ТЕХНОЛОГИЙ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА,
ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

Студент гр. 11305315 Стрех Д. Д.

Доктор техн. наук, профессор Серенков П. С.

Белорусский национальный технический университет

С подачи крупнейших лидирующих компаний сложился широкий круг различных методов менеджмента качества, которые получили название в области менеджмента качества условно можно разделить на три направления: простые технологии, технологии высокого уровня и специальные технологии.

Выбор метода, подхода и технологии должен быть обоснован. Необходимо учесть возможности выбранного метода для решения типовых задач менеджмента качества (чувствительность, достаточность для принятия решений и т.д.). В докладе сделан акцент на ряд сопутствующих факторов (но не менее важных для выбора метода): производительность метода, необходимость глубоких профессиональных познаний сотрудника в области моделирования, необходимость применения программного обеспечения и т.д.

Статистическое моделирование качества процессов решает задачи планирования, обеспечения, управления и улучшения. В докладе показано, что методы высокого уровня сложности имеют в целом большую результативность, чем простые методы, однако не всегда эффективны. Обоснованы типовые ситуации, в которых простые методы весьма удачно проявляют себя для решения задач управления.

Сделан вывод о необходимости разработки алгоритмов перехода от простых методов решения задач менеджмента качества к более сложным, когда того требует ситуация. Приведены критерии необходимости перехода.

В докладе анализируется ситуация, связанная с появлением протестированных пакетов прикладных программ, ставших сегодня доступными. Программное обеспечение «разгружает» пользователя (инженера) от необходимости глубокого профессионального познания разделов высшей математики и позволяет сосредоточиться на постановке задачи, формализации исходных данных, интерпретации результатов расчетов. Это, на наш взгляд, является ключевым моментом, создающим реальные предпосылки для внедрения методов высокого уровня сложности на промышленных предприятиях Республики Беларусь в качестве основы методологии менеджмента качества процессов.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ
НА ПРЕДПРИЯТИИ ОДО «НОМОКОМ»**

Студент гр. 31305114 Гальченя И. А.

Кандидат техн. наук, доцент Соколовский С. С.

Белорусский национальный технический университет

Предприятие, производство которого выступает в качестве объекта исследования, занимается проектированием и изготовлением единичных экземпляров и мелких серий изделий машиностроительного профиля. Проведенный анализ существующего метрологического обеспечения и, в частности, метрологической подготовки производства продукции на данном предприятии показал отсутствие необходимого системного подхода в этой сфере производственной деятельности. При этом решение многих ключевых задач в ходе метрологической подготовки запуска в производство новых видов продукции базируется, как правило, на опыте инженеров-конструкторов и инженеров-технологов, их профессиональной интуиции, что не может приводить к достаточно эффективным инженерным решениям. Особенно это характерно для случая выбора наиболее эффективного варианта методики выполнения измерения (МВИ) какого-либо функционального параметра изделия, подлежащего контролю, в ситуации, когда существует некоторый набор конкурирующих вариантов такой методики, каждый из которых может обеспечить требуемую точность и достоверность результатов контроля (равноценных по точностному критерию). Предлагается следующая стратегия эффективного решения задач такого типа. Первоначально необходимо произвести классификацию геометрических параметров деталей, подвергаемых контролю, на основе соответствующего анализа номенклатурного ряда продукции, выпускаемой предприятием и для каждой такой классификационной группы, исходя из существующей на предприятии инструментальной базы, сформировать набор конкурирующих вариантов средств измерений и соответствующих им МВИ. Затем необходимо выделить те свойства МВИ, которые дополнительно к точности измерения также в той или иной степени влияют на качество измерений и оценить их весомости. Это такие свойства как экономичность измерений, эргономичность средств измерений, операционная сложность измерительной процедуры и пр. На этой основе предлагается осуществлять попарное сопоставление конкурирующих вариантов МВИ по каждому выделенному свойству с целью определения соответствующих им индексов превалирования над другими вариантами МВИ. Завершающим

этапом реализации предлагаемого подхода является комплексирование индексов превалирования для каждого варианта МВИ.

УДК 001.893:65.011.56:658.562

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОВЕРКИ СКИАСКОПИЧЕСКИХ ЛИНЕЕК НА ОСНОВЕ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА

Студент гр. 31305113 Науменко Д. С.

Кандидат техн. наук, доцент Соколовский С. С.
Белорусский национальный технический университет

Скиаскопические линейки относятся к специальным средствам измерений медицинского назначения, используемым в офтальмологической практике для объективного определения клинической рефракции глаза методом теневой пробы – скиаскопии. Учитывая такое назначение этих средств измерений, особое значение для них имеет обеспечение высокой степени достоверности получаемых результатов измерений, поскольку это связано со здоровьем пациентов (влияет на правильность постановки диагноза, правильность выбранной схемы лечения). Очевидно, что достоверность получаемых результатов при использовании таких средств измерений определяется не только их регламентированными метрологическими характеристиками, приведенными в технических условиях, но и качеством их метрологического контроля, а в нашем случае качеством поверки таких средств измерений. Погрешность, допускаемая при поверке, влияет на процентное содержание неправильно принятых и неправильно забракованных объектов. Особое значение для изделий медицинского назначения, а следовательно и для скиаскопических линеек, имеет риск потребителя (процентное содержание неправильно принятых объектов), так как это связано с жизнью и здоровьем человека. Для исключения возможности наличия в партии поверенных линеек какого-либо количества неправильно принятых объектов было принято решение провести исследование неопределённости измерений оптической силы линз линеек при их поверке на базе эталонного диоптриметра с целью смещения приёмочных границ на величину расширенной неопределённости таких измерений (введения так называемых «защитных полос»). В результате проведения этого исследования были выделены основные источники неопределённости рассматриваемых измерений, а именно: а) основная погрешность диоптриметра; б) разрешающая способность отсчётной системы диоптриметра; в) неточность совмещения визирной марки с перекрестием в поле зрения диоптриметры; г) погрешность, вызванная

призматическим действием линз. Для оценивания неопределённости измерения, возникающей из-за неточности совмещения визирной марки с перекрестием в поле зрения диоптриметра было проведено экспериментальное исследование, направленное на получение необходимого массива экспериментальных данных с последующей их соответствующей статистической обработкой.

УДК 531.7

ОЦЕНКА СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ТОКОПРИЕМНИКОВ ПРИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЯХ

Студенты гр. 11305215 Гара Д. А., Лубневский Е. И., Юркевич В. С.

Доктор техн. наук, профессор Соломахо В. Л.

Белорусский национальный технический университет

Важнейшим элементом оценки качества оборудования электрического подвижного транспорта является испытание штангового токоприемника на постоянство электрического сопротивления изоляции, которое проводится на базе испытательного стенда, в основе которого лежит климатическая камера тепла, холода и влажности на базе камеры ISO TXB –70/125–2300 с диапазоном воспроизводимых температур от минус 70 °С до плюс 125 °С.

Нами построена причинно-следственная диаграмма (рис. 1) и сформулирована общая математическая модель оценки сопротивления изоляции штангового токоприемника.

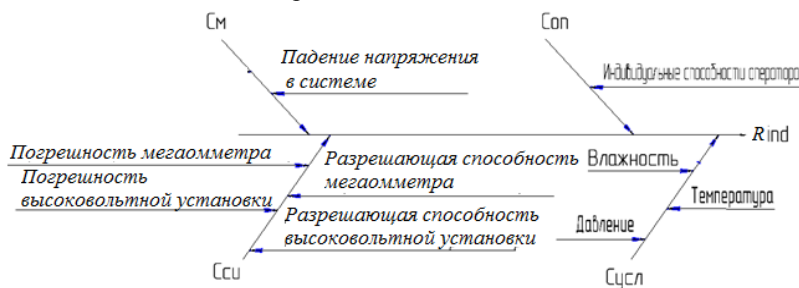


Рис. 1. Причинно-следственная диаграмма факторов, влияющих на сопротивление изоляции

Общую математическую модель расчета сопротивления изоляции штангового токоприемника можно представить в следующем виде:

$$R = R_{ind} + C_{cu} + C_{сул} + C_M + C_{оп}, \quad (1)$$

где R_{ind} – точечная оценка измеряемой величины; $C_{СИ}$ – поправка, обусловленная техническим несовершенством средства измерения; $C_{УСЛ}$ – поправка, являющаяся следствием неучтенного влияния отклонения в одну сторону условий; C_M – поправка, обусловленная несовершенством метода измерения; $C_{ОП}$ – поправка, обусловленная индивидуальными особенностями оператора.

Представлены зависимости для количественных оценок составляющих, позволяющие рассчитать сопротивление изоляции токоприемником при климатических испытаниях.

УДК 004.032.26

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МНОГОФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА И ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Магистрант Денисов Н. Г.

Доктор техн. наук, профессор Соломахо В. Л.

Белорусский национальный технический университет

Классическим способом выявления влияющих факторов на выходную величину и характера такой зависимости является многофакторный эксперимент. При многофакторном эксперименте исследователь может варьировать независимые переменные в комплексе.

К достоинствам многофакторного эксперимента относятся:

- 1) эффективность использования времени и средств в сравнении с однофакторными экспериментами;
- 2) значительная информативность эксперимента;
- 3) высокая степень достоверности данных.

Относительно новым способом статистической обработки данных являются искусственные нейронные сети. Преимуществами нейронных сетей перед традиционными методами являются:

- 1) способность решать задачи при отсутствии знаний о закономерности данных: используя способность обучения на множестве примеров, нейронная сеть способная решать задачи, в которых неизвестны закономерности развития ситуации и зависимости между входными и выходными данными;
- 2) устойчивость к наличию шумов: возможность работы при наличии большого числа неинформативных, шумовых входных сигналов. Нейронная сеть сама определит их малоприспособность для решения задачи и отбросит их;
- 3) адаптация к изменениям внешних факторов: нейронные сети обладают способностью адаптироваться к изменениям окружающей среды.

Для работы в нестационарной среде создаются нейронные сети, переучивающиеся в реальном времени. При этом адаптивность не всегда ведет к устойчивости;

4) повышенное быстродействие: нейронные сети обладают повышенным быстродействием за счет параллелизма обработки информации;

5) отказоустойчивость при аппаратной реализации нейронной сети. При неблагоприятных условиях их производительность падает незначительно. Если поврежден нейрон или его связи, извлечение запомненной информации затрудняется, но только серьезные повреждения структуры нейронной сети существенно повлияют на ее работоспособность.

На современном этапе развития систем обработки данных инструмент искусственных нейронных сетей имеет ряд преимуществ перед многофакторным экспериментом, которые позволяют осуществлять более эффективное корреляционное исследование.

УДК 658.562

САМООЦЕНКА СМК В ОДО «АКВАЭКОЛОГИЯ»

Студент гр.11305214 Клевец О. С., студент гр.11305117 Коншина Д. С.

Кандидат техн. наук, доцент Спесивцева Ю. Б.

Белорусский национальный технический университет

Целью работы является совершенствование системы менеджмента качества ОДО «Акваэкология» путем разработки методики самооценки СМК. Деятельностью организации является внедрение ресурсосберегающих инженерных решений в промышленности, энергетике, коммунальном хозяйстве.

Для разработки методики самооценки выбрана бизнес-модель Тито Конти и метод анкетирования, как наименее ресурсоемкий и простой в использовании, позволяющий определить мнения разных сотрудников организации.

Самооценка проводилась в трех областях, включающих в себя следующие критерии:

1. Область системных факторов: лидерство, стратегии и планы, человеческие ресурсы, организационные архитектуры.
2. Процессы.
3. Область результатов: результаты для бизнеса, удовлетворенность потребителей, удовлетворенность персонала, удовлетворенность партнеров, результаты для общества.

Процесс самооценки состоит из пяти этапов: формирование экспертной группы и распределение обязанностей между ее членами; постановка целей

и задач; подготовка и рассылка опросных листов (анкет); проведение самооценки, заключительное совещание.

Опросный лист позволяет получить письменные ответы на систему поставленных вопросов, каждый из которых связан с центральной задачей исследования. Для заполнения анкет использовали шкалу оценок. Для каждой области и категории были назначены весовые коэффициенты. Взвешивание необходимо для нахождения приоритетов организации в отношении улучшения. Анкета была предоставлена 20-ти сотрудникам предприятия, из них 6 человек занимают руководящие должности.

Методика позволяет оценить расхождение мнений руководителей и персонала при оценке критериев с помощью коэффициента адекватности менеджмента. Полярность мнений отражает коэффициент согласия в коллективе. Эффективность изменений в той или иной области определяется по матрице возможных улучшений. В результате самооценки установлены приоритетные для улучшений области, сделаны рекомендации по улучшению.

УДК 531.7

РАСЧЕТ НОРМАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ОЦЕНОК В ХОДЕ ИСПЫТАНИЯ

Студент гр. 11305115 Лукаш В. С.

Доктор техн. наук, профессор Соломахо В. Л.

Белорусский национальный технический университет

Обеспечение и повышение качества выпускаемой продукции – одна из главных задач производства, в то время как повышение качества продукции является одним из важнейших приоритетов реализации политики Республики Беларусь.

Важная роль в решении этих задач отводится контролю качества на всех этапах производства, которая проводится с целью проверки соответствия показателей качества установленным требованиям. Среди различных процедур контроля качества особое место занимают испытания. В зависимости от целей существуют следующие основные виды испытаний: предварительные, приемочные, приемо-сдаточные, периодические, типовые.

Нами проводились климатические испытания штангового токоприемника модели РТ-6И с помощью климатической камеры тепла, холода и влажности на базе камеры ISO TXB –70/125–2300 с диапазоном воспроизводимых температур от минус 70 °С до плюс 125 °С, целью которых являлось определение сопротивления при различных температурных режимах.

Во время испытаний в климатической камере туннельного типа устанавливали токоприемник и осуществляли цикл температурных нагрузжений. Выравнивали температуру в климатической камере при 40 °С, далее нагревали до 125 °С и выдерживали данную температуру в течение 4 часов. Затем снижали температуру в камере до 5 °С, при которых выравнивалась температура, после чего охлаждали до 50 °С и так же выдерживали данную температуру в течение 4 часов. В периоды выдержки температур на испытуемый образец подавали напряжение с помощью высоковольтной установки в размере 3000 В и измеряли сопротивление изоляции токоприемника с помощью мегаомметра Е6-24. По истечении времени выдержки нагревали климатическую камеру до 20 °С.

Особенностью испытаний является то, что на рабочих температурах от минус 50 °С до плюс 125 °С токоприемники выдерживаются в течение длительного времени. За этот период сопротивление токоприемника измеряется до 20 раз, а результатом является среднее значение сопротивления. Таким образом, мы не можем использовать предельные значения сопротивления изоляции токоприемника.

При переходе от границ в виде предельного значения сопротивления к статистическим границам, необходимо учитывать величину контролируемого параметра с предельными отклонениями, риски первого и второго рода, а также собственную изменчивость процесса.

УДК 658.562

САМООЦЕНКА КАК ИНСТРУМЕНТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СМК ОРГАНИЗАЦИИ

Студент гр. 11305117 Коншина Д. С.

Кандидат техн. наук, доцент Спесивцева Ю. Б.

Белорусский национальный технический университет

В современном мире для полного удовлетворения требований потребителей организациям необходимо постоянно повышать качество продукции и оказываемых услуг, совершенствуя свою деятельность. Самооценка является подходящим решением поставленных задач, т.к. с ее помощью можно получить общее представление о развитии системы менеджмента качества организации, выявить слабые и сильные стороны, приоритеты для изменений. Самооценка предлагает план мероприятий по реализации возможностей организации, соответствующих ее проектам и задачам. Объектом самооценки может быть не только сама организация, но и определенные направления ее деятельности.

Существует множество методик самооценки: модель самооценки в соответствии с СТБ ISO 9004-2010, бизнес-модель Тито Конти, модели для определения претендентов на премии по качеству разных стран, в том числе Премия Правительства Республики Беларусь за достижение в области качества.

Большой вклад в развитие самооценки внес Тито Конти. Он исследовал может ли Европейская модель Total Quality Management реагировать на новые потребности в области управления качеством, показал роль самооценки как метода диагностики деятельности всей организации с учетом всех заинтересованных сторон и предложил методику проведения самоанализа для выявления слабых мест в работе организации от результатов к возможностям в направлении, обратном потоку процессов.

Самооценка является одним из самых мощных инструментов улучшения деятельности, тем не менее используется в основном при участии в конкурсах на премии по качеству. Недостатком таких моделей является ориентация на оценку своих преимуществ перед конкурентами, поэтому функция выявления просчетов в работе организации не реализуется. Подходы, предложенные Тито Конти, являются актуальными и могут быть использованы для реализации требований СТБ ISO 9001-2015 в части выявления причин неудовлетворительных результатов деятельности организации, поддерживая процесс постоянного улучшения.

УДК 005.6

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ВЫЯВЛЕНИЯ И ОЦЕНКИ РИСКОВ И ВОЗМОЖНОСТЕЙ НА «БЕЛКОММУНМАШ»

Студент гр. 11305214 Артюхевич Е. А., студент гр. 11305117 Утлая О. В.

Кандидат техн. наук, доцент Спесивцева Ю. Б.

Белорусский национальный технический университет

Чтобы соответствовать требованиям стандарта СТБ ISO 9001 – 2015 организации необходимо планировать и внедрять действия, связанные с рисками и возможностями. Работа выполнялась на базе НТПЦ «Белкоммунмаш». Для идентификации рисков выбраны методы мозгового штурма и использование причинно-следственной диаграммы Исикавы, преимуществом которой является наглядность и простота реализации. Для идентификации и оценки возможностей выбран SWOT-анализ. Диаграмма включает 5 источников недостижения целей: «Персонал», «Материалы», «Измерения», «Методы проектирования», «Оборудование». От этих ветвей отходят «кости» – «риски недостижения целей», а от них, в свою очередь, «причины недостижения целей». В качестве исходной информации использовались

направления развития организации, оперативные планы и отчеты, информация от потребителей и др. После выявления всех рисков, производится их анализ и первоначальная оценка. Оценка риска R осуществляется с помощью зависимости: $R = P \times S$, где P – вероятность возникновения; S – серьезность последствий. Полученные результаты заносятся в протокол идентификации и оценки рисков, а также реестр рисков. Были сделаны рекомендации по снижению рисков и произведена их повторная оценка.

Идентификация возможностей осуществляется с использованием SWOT-анализа. На основе перечня параметров оценивания внутренней и внешней среды организации, заполняется SWOT-матрица для определения сильных и слабых сторон, а также возможностей и угроз. Оценивание возможностей направлено на то, чтобы выделить существенные возможности из перечня всех возможностей. Оценивание проводилось по зависимости, аналогичной оценке рисков. Анализ возможностей осуществлялся с использованием матрицы классификации возможностей. В отличие от оценки рисков, чем выше оценка возможности, тем приоритетнее ее использование. После проведения идентификации и оценивания возможностей, высшее руководство должно выбрать дальнейшую стратегию организации, используя матрицу корреляционного SWOT-анализа.

В результате работы поставленная цель достигнута, но применение одного комплексного метода для оценки рисков и возможностей было бы эффективней за счет исключения дублирования отдельных элементов.

УДК 005.6

МЕТОДЫ РЕАЛИЗАЦИИ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО МЫШЛЕНИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ

Студент гр. 11305117 Утлая О. В.

Кандидат техн. наук, доцент Спесивцева Ю. Б.

Белорусский национальный технический университет

Риск-ориентированное мышление должно лежать в основе системы менеджмента качества организации в соответствии с требованиями СТБ ISO 9001-2015. Такой подход позволяет предотвратить нежелательные события и суметь воспользоваться возможностями для достижения лучших результатов.

В СТБ ISO 9001-2015 достаточно информации о рисках, но не полностью раскрыто понятие «возможности», поэтому мнения здесь могут расходиться. Риск, как правило, рассматривают как сочетание вероятности возникновения ущерба и его тяжести. Риски существуют во всех аспектах СМК на любых предприятиях, но все события с неопределённостью результата

могут по-разному влиять на предприятие: положительно или отрицательно. Таким образом, под риском можно понимать, как угрозы, так и возможности. Возможности – это то, что несёт в себе выгоду для предприятия в будущем. Для выявления рисков существуют различные методы: мозговой штурм, контрольные листы, структурированные интервью, предварительный анализ опасностей, анализ сценариев, анализ первопричины, диаграмма Исикавы и др. Для оценки рисков, как правило, используется FMEA-анализ. Организациям рекомендуется применять инструменты с учетом их целей и специфики рисков с привлечением людей, обладающих советующими знаниями, при этом, под риском понимаются только угрозы, приводящие к негативным последствиям. После анализа следует минимизировать последствия рисков. Методы для выявления возможностей ещё не до конца определены. Есть попытки использовать SWOT-анализ и PESTLE-анализ. Оба метода основываются на анализе контекста организации. Выявление и оценка угроз и возможностей по отдельности имеет ряд недостатков.

Таким образом, для реализации в полной мере риск-ориентированного мышления в организации необходимо создание формализованных процедур выявления и оценки различными методами угроз и возможностей, которые следует рассматривать в комплексе для учета всей совокупности факторов, оказывающих как положительное, так и отрицательное влияние на деятельность организации. На основе детального сравнительного анализа методов можно обосновано подходить к выбору технологии, обеспечивающей результативность функционирования СМК.

УДК 629.3.018.2

СТЕНД ИСПЫТАНИЙ ФОРСУНОК

Студент гр. 11302114 Гуц Ю. В.

Ст. преподаватель Суровой С. Н.

Белорусский национальный технический университет

Стенд испытаний форсунок предназначен для проверки герметичности сопряжений форсунки, давления начала подъема иглы распылителя и качества распыления топлива. Целью внедрения данной разработки является повышение производительности труда при ремонте дизельных двигателей и облегчения условий труда.

Стенд испытаний форсунок представляет собой плунжерный насос с механическим приводом, который подает топливо под высоким давлением в проверяемую форсунку. Насос состоит из корпуса, в середине которого находится плунжерная пара - втулка плунжера и плунжер. На насосе уста-

новлен манометр с пределом измерения 100 МПа, который показывает давление топлива, подводимое к форсунке. Благодаря манометру, при проверке форсунки на герметичность, фиксируется давления начала подъема иглы распылителя. Так же он позволяет фиксировать момент и величину падения давления топлива. Через трубный тройник, который соединяет насос высокого давления, манометр и топливопровод, топливо подается в испытуемую форсунку. Сама форсунка установлена в стеклянную емкость, которая предназначена для защиты оператора от попадания на тело топлива и сбора распыленной жидкости. Топливо попадает в бочок, за которым следует фильтр, после чего жидкость опять попадает в насос высокого давления и цикл повторяется.

После усовершенствования ручной привод был заменен на электрический, который состоит из штанги, кулачка и одноступенчатого редуктора которые приводятся в действие от электродвигателя. При включении электродвигателя, он через ременную передачу передает крутящий момент на редуктор, на выходном валу которого установлено кулачок, вращаясь, кулачок набегаёт на толкатель. Толкатель поднимается, нажав на штангу, которая перемещает направляющую и приводит в действие плунжер. Частота вращения электродвигателя регулируется реостатом, на который нанесено деления, указывающие частоту вращения кулачка в об / мин.

Данные изменения привели к увеличению производительности и эргономичности стенда испытаний форсунок.

УДК 531.711.7

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ В НАНОРАЗМЕРНОЙ ОБЛАСТИ

Студент гр. 11305115 Скуратова Е. А.

Доктор техн. наук, профессор Серенков П. С.

Белорусский национальный технический университет

В целях метрологического обеспечения, способствующего развитию таких значимых направлений научно-технической деятельности в Республике Беларусь, как промышленные и строительные технологии, наноиндустрия и национальная безопасность страны, планируется в области измерений геометрических величин создание лаборатории эталонов с диапазоном измерений от 1 до 3000 нм и погрешностью $\Delta = \pm (1 \dots 10)$ нм.

Сегодня на базе Белорусского государственного института метрологии создан и эксплуатируется исходный эталон ИЭ РБ 16-10 единицы длины в

нанометровом диапазоне, в который входят: меры ширины и высоты (решетки) и меры высоты ступени компоновки. Прослеживаемость обеспечивается до национального эталона единицы длины Национального института метрологии Германии. Планируется создание наноизмерительной машины, включающей функции измерений с помощью сканирующего зондового микроскопа, оптического профилометра (интерферометра) и координатно-измерительной машины, и внедрение эллипсометра.

В решении главной задачи – обеспечении единства измерений, нанометрология должна опираться на меры, стандартные образцы состава, структуры, размера, свойств, обеспечивающих прослеживаемость к эталону соответствующей величины.

В настоящее время рядом ведущих зарубежных фирм Jeol (Япония), Digital Instruments (США), Burleigh Perten (Германия), Nanosurf, NFL (Великобритания), НТ-МДТ Спектрум Инструментс (Россия) производится широкий спектр средств измерений длины в нанометровом диапазоне. В докладе представлен анализ белорусского рынка производителей в области наноиндустрии. Прежде всего, это производители измерительной техники (ОАО «ИНТЕГРАЛ», ОАО «КБТЭМ-ОМО», ОДО «Микротестмашины», НАН Беларуси и др.). В сфере производства наноматериалов, а также продукции, где в технологии производства применяются наноматериалы, задействовано порядка 15 организаций. Например, ОАО «Оптоэлектронные системы», НПРУП «Оптическое станкостроение и вакуумная техника», СП «Лотис ТИИ» и другие.

Сделан вывод о том, что наноиндустрия в Республика Беларусь устойчиво развивается и есть обоснованная потребность в прослеживаемости результатов измерений к эталону единицы длины в нанометровом диапазоне. Предложены концепции вариантов его реализации.

УДК 006.91

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА ИЗМЕРЕНИЙ

Магистрант Шевалдина Ю. В.

Кандидат техн. наук, доцент Спесивцева Ю. Б.

Белорусский национальный технический университет

Организация системы менеджмента измерений играет большую роль в современном обществе. Это связано с тем, что результаты измерений используются практически во всех сферах жизнедеятельности человека.

Основная цель системы менеджмента измерений - управление процессами измерений и измерительным оборудованием, позволяющем контролировать правильность и достоверность результатов измерений параметров и характеристик, влияющих на качество выпускаемой продукции.

При разработке системы менеджмента качества руководствуются основными принципами менеджмента качества, одним из которых является процессный подход. При разработке и внедрении системы менеджмента измерений как части системы менеджмента качества ее необходимо рассматривать как процесс измерения, направленный на обеспечение требуемого качества выпускаемой продукции.

При определении области применения системы менеджмента измерений особое внимание нужно уделить рискам, возникающим при несоответствиях метрологическим требованиям процессов измерений и измерительного оборудования.

В организации самое главное разработать систему менеджмента измерений, которая позволит обеспечить точность всех измерений, независимо от того, проводятся ли измерения одним и тем же человеком, одним и тем же измерительным инструментом, в одно и то же время или в разные промежутки времени. Для выполнения данной задачи организацией должна быть определена метрологическая служба.

Процесс измерений должен проходить в управляемых условиях, которые включают в себя использование идентифицированного оборудования, применение утвержденных методик выполнения измерений, поддержание условий окружающей среды, работа компетентного персонала, должное оформление результатов измерений.

Для определения пригодности и эффективности системы менеджмента измерений должен проводиться аудит, мониторинг информации, касающейся удовлетворенности потребителя. Результаты проведенного аудита должны быть доведены до заинтересованного персонала и руководства. На основе аудитов, анализа со стороны высшего руководства, отзывам потребителей метрологическая служба организации должна планировать и управлять постоянным улучшением системы менеджмента измерений, а также вести анализ, идентифицировать области улучшения системы управления измерениями и вносить необходимые изменения в систему.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

<i>Алисиевич А. А., Ломтев А. А.</i> Привод управления видеокамерой	3
<i>Кобзарь В. В.</i> Роль промышленных манипуляторов в четвертой промышленной революции.....	4
<i>Копицик В. В., Терещенко Н.Ф.</i> Влияние ультразвуковых колебаний на функциональное состояние кожи	5
<i>Афзель С. С., Пивторак Д. А.</i> Сравнительный анализ датчиков движения, применяемых в охранных системах	6
<i>Березанская М. А., Пивторак Д. А.</i> Применение библиотек Toolbox для решения инженерных задач	7
<i>Беспалая М. А., Тихоновец Е. С., Тявловский К. Л.</i> Двухканальный вольтметр	8
<i>Казаков Е. В., Ломтев А. А.</i> Универсальный цифровой спидометр	9
<i>Вершинин М. Н., Юран С. И.</i> Сравнительный анализ применения алгоритмов нечеткой логики и ПИД-регулирования при управлении микроклиматом в зернохранилище	10
<i>Волошко Д. В., Тявловский К. Л.</i> Термометр-термостат	11
<i>Габец В. А, Кондратьева Н. К., Василевский А. Г.</i> Источник резервного питания пкп систем безопасности на основе ИМС L200С	12
<i>Гаврош А. О., Тявловский К. Л.</i> Люксметр.....	13
<i>Гаврош А. О., Савёлов И. Н.</i> Многофункциональный люксметр	14
<i>Гладкий А. В., Ломтев А. А.</i> Разработка фотоплетизмографа	15
<i>Голубев А. А. Кривицкий П. Г., Исаев А. В.</i> Модуль контроля и согласования сигналов комбинированного считывателя СКУД	16
<i>Григорьев А. С., Павловский А. М.</i> Использование GPS-трекеров для построения сети подвижных объектов	17
<i>Грузинская А. Т., Терещенко Н. Ф.</i> Дифференциальный электрокардиографический метод диагностики состояния сердца	18
<i>Жилкин И. А., Кухарев И. А., Исаев А. В.</i> Шифрование в системах безопасности	19
<i>Тихоновец Е. С., Савёлов И. Н.</i> Портативный двухканальный осциллограф	20

<i>Жилкин И. А., Кухарев И. А., Кривицкий П. Г.</i> Система обеспечения безопасности в умных домах.....	21
<i>Завадский В. С., Владимиров Т. Л.</i> Система охранной и пожарной сигнализации здания района тепловых сетей по обслуживанию населения.....	22
<i>Зданович С. В., Воробей Р. И., Свистун А. И.</i> Контроль сварных соединений магистральных трубопроводов большого диаметра методом ToFD	24
<i>Иванов В. Ю. Кривицкий П. Г., Исаев А. В.</i> Модуль расширения количества точек доступа системы контроля и управления доступом.....	25
<i>Костенко Е. Р., Мисюкевич Н. С.</i> Определение параметров для выбора оросителей	26
<i>Безлюдов А. А. Василевский А. Г.</i> Устройство многопараметрического контроля газовой среды	28
<i>Кузнецов В. Ю., Антошин А. А.</i> Распределение угарного газа в жилом помещении при пожаре	29
<i>Кулиш Е. П., Владимиров Т. Л.</i> Операционный блок	30
<i>Кухарев И. А., Невдах В. В.</i> Моделирование динамики опасных факторов начальной стадии пожара в смежных помещениях	31
<i>Леуцук М. С.</i> Использование робототехники в медицине	32
<i>Любчик Е. В., Тявловский К. Л.</i> Радиометр	33
<i>Масюк Д. А., Владимиров Т. Л.</i> Система пожарной сигнализации, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре двухэтажного общежития	34
<i>Матвиенко Д. Р.</i> Микромеханический инерциально-измерительный модуль МАХ21105	35
<i>Мацапура А. И., Волков С. А., Антошин А. А.</i> Динамика изменения концентрации угарного газа в помещении при тлеющем пожаре	36
<i>Акмырадов Нурыгелди, Бердиев Нуягды, Владимиров Т. Л.</i> Блок индикации устройства	37
<i>Микитевич В. А., Жарин А. Л., Гусев О. К.</i> Измерение поверхностной фото-ЭДС бесконтактным методом	39
<i>Мытник Д. Г., Воробей Р. И.</i> Мониторинг контроля качества сварных соединений оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок	40

<i>Матвиенко В. Ю., Василевский А. Г.</i> Приемо-передающее устройство (модуль) сопряжения приборов систем безопасности по инфракрасному каналу связи	41
<i>Наумкина З. Н., Терещенко Н. Ф.</i> Контроль и оценка воздействий ультразвука на биологическую среду	42
<i>Новиченко А. В., Шахлевич Г. М.</i> Определение характеристик формирова­теля поля рентгеновского излучения	44
<i>Остапенко Б. В., Воробей Р. И.</i> Проект методики измерения выходных параметров электрошоковых устройств	45
<i>Платов И. М., Павловский А. М.</i> Сравнение компиляторов Microsoft Visual C++ 6 И Microsoft Visual C++ 17	46
<i>Скрипка И. Н., Свистун А. И., Гусев О. К.</i> Гироскопический эффект в транспортных средствах	47
<i>Поведайко А. Д., Тявловский А. К.</i> Устройство измерения угловых перемещений	48
<i>Плытник Е. А., Тявловский К. Л.</i> Удаленный модуль сбора данных	49
<i>Полещук П. А., Владимирова Т. Л.</i> Блок ввода устройства контроля	50
<i>Гелдиева Селби, Владимирова Т. Л.</i> Блок ввода	51
<i>Совостьянова А. О., Федоров В. Б., Тявловский К. Л.</i> Измеритель линейных перемещений	52
<i>Тихоновец Е. С., Беспалая М. А., Тявловский К. Л.</i> Цифровой регистратор температуры	53
<i>Плытник Е. А., Савёлов И. Н.</i> Автономная метеостанция	54
<i>Рудницкий Д. А., Беспалая М. А., Куклицкая А. Г.</i> Ультразвуковой контроль коррозионных повреждений металлоконструкций грузоподъёмных механизмов	55
<i>Коменчук И. Е., Цыбульник С. А.</i> Аппроксимация колебательных процессов методом наименьших квадратов	56
<i>Плытник Е. А., Савёлов И. Н.</i> Оптимизация разрабатываемых конструкций электронных приборов	57
<i>Тихоновец Е. С., Владимирова Т. Л.</i> Синтез асинхронных триггеров на бистабильных ячейках неRneS, не имеющих	58
<i>Шевченко С. А., Джилавдари И. З.</i> Маятниковый метод измерения контактной адгезии	59
<i>Шавела Е. Ю., Антошин А. А.</i> Распределение температуры воздуха в жилом помещении при пожаре	60

<i>Шлеведа Ю. В., Тявловский К. Л.</i> Устройство стабилизации яркости источника освещения	61
<i>Шмидко В. И., Павловский А. М.</i> Рабочие очки с проекционным экраном	62
<i>Белоусова Е. И., Куклицкая А. Г.</i> Контроль стыковых сварных соединений ультразвуковым дефектоскопом на фазированных решетках	63
<i>Василевич В. В., Куклицкая А. Г.</i> Радиографический контроль кольцевых стыковых сварных соединений газопроводов при монтаже	64
<i>Tsedik V. A., Lisenkov B. N., Shaklevich G. M.</i> Algorithm of setting the configuration of the closed loops of the matrix switch	65
<i>Касьмин В. Ю., Джилавдари И. З.</i> Устройство для измерения параметров трения качения при упругом контакте твердых тел	66
<i>Ляшук К. С., Ризноокая Н. Н.</i> Контроль сварных труб рентгенографическим методом	67
<i>Новицкий А. А., Шахлевич Г. М.</i> Устройство лазерного и визуального контроля внутренней поверхности отверстий	68
<i>Тарарай А. О., Ермолинская Л. Э., Суходолов Ю. В.</i> Прибор для определения потерь от высших гармоник в трансформаторах	69
<i>Свищ А. А., Берхин Е. В., Ризноокая Н. Н.</i> Вариообъектив авиационной системы технического зрения	70
<i>Свищ А. А., Берхин Е. В., Ризноокая Н. Н.</i> Использование тепловизоров, совмещенных с беспилотными летательными аппаратами, в неразрушающем контроле	71
<i>Царькевич К. А., Ризноокая Н. Н.</i> Техническая диагностика и определение возможности дальнейшей эксплуатации транспортных средств, перевозящих опасные грузы	72
<i>Александрова А. В., Усольцев В. П.</i> Контроль наличия антибиотиков в сточных водах	73
<i>Федотов Е. Г., Матвеев В. В.</i> Гироскомпас на базе гироскопа микросистемного исполнения	74
<i>Стариков К. Д., Погорелов М. Г.</i> Электронный компас повышенной точности на датчиках микросистемного исполнения	75
<i>Ковыньёв Н. В.</i> Возможность применения стегозаписи в контейнер в виде QR-кода с использованием алгоритма Ленгелаара	76
<i>Тихоновец Е. С., Фольнсков Д. И., Шадурская Л. И.</i> Метод контроля дефектов в эпитаксиальных структурах кремния	78

<i>Матвиенко В. Ю., Третьяк И. Б.</i> Устройство предупреждения ложных срабатываний системы сигнализации	79
<i>Киселев А. А., Камлач П. В.</i> Разработка аппаратно-программного комплекса для снятия параметров дыхательной и сердечно-сосудистой систем человека	80
<i>Кадышев К. И., Савёлов И. Н.</i> Измеритель скорости ветра	82
<i>Довнар А. С., Савёлов И. Н.</i> Устройство контроля угарного газа с голосовым оповещением	83
<i>Климашинок В. Л., Савёлов И. Н.</i> Тахометр лазерный	84
<i>Закорко Н. В., Кмита К. Ю., Курок П. А., Пантелеев К. В.</i> Мониторинг состояния и оценка остаточного ресурса сосудов, работающих под избыточным давлением	85
<i>Ахремчук Д. А., Пантелеев К. В., Гусев О. К.</i> Методы неразрушающего контроля однородности свойств полимерных пьезоэлектриков	86
<i>Рафальский В. В., Савёлов И. Н.</i> Кабелеискатель переносной	87
<i>Кмита К. Ю., Закорко Н. В., Бусько В. Н., Пантелеев К. В.</i> Оценка чувствительности меандровых вихретоковых преобразователей на гибкой основе	88
<i>Нератова В. В., Антошин А. А.</i> Исследование явлений, происходящих в древесине при пропитке огнезащитным составом	89
<i>Дёмин А. К., Савёлов И. Н.</i> Блок управления устройством для тренировки силы и силовой выносливости лыжников-гонщиков	90
<i>Галай Н. К., Савёлов И. Н.</i> Блок управления тренажёром для арм-рестлеров	91
<i>Якубовский Б. Б., Савёлов И. Н.</i> Блок управления устройством для тренировки теннисистов	92
<i>Савёлов П. И., Сиротин Ф. Л.</i> Информационно-измерительные системы в робототехнике	93
<i>Савёлов П. И.</i> Пульсометр-оксиметр	94
<i>Савёлов П. И., Лившиц Ю. Е.</i> Электронный блок управления двухкоординатной системой позиционирования	95
<i>Шлеведа Ю. В., Савёлов И. Н.</i> Компактное передвижное устройство	96
<i>Любчик Е. В., Савёлов И. Н.</i> Профилограф-профилометр переносной	97
<i>Привольнева В. А., Савёлов И. Н.</i> Динамический твердомер	98
<i>Бардацкий Е. А., Савёлов И. Н.</i> Течеискатель газа переносной	99
<i>Лях Л. А., Савёлов И. Н.</i> Дефектоскоп цифровой	100

<i>Матвиевич В. Г., Савёлов И. Н.</i> Измеритель вибрации	101
<i>Новрузов М. Р., Савёлов И. Н.</i> Устройство контроля дистанции	102
<i>Фолынский Д. И., Тихоновец Е. С., Пантелеев К. В., Свистун А. И.</i> Применение метода Кельвина для лабораторных исследований сплошности защитных покрытий металла газонефтепроводов	103
<i>Полещук П. А., Сопряков В. И.</i> Метод расчета времени жизни носителей заряда по результатам измерений фототока в р-п-структурах.....	104

СЕКЦИЯ 2. КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ПРИБОРОВ

<i>Андрушко Е. И., Подолян А. А.</i> Датчик контроля уровня жидкости акустическим методом	105
<i>Анишиц А. А., Кучинская О. В., Киселев М. Г.</i> Устройство испытания режущей способности стоматологических фрез	106
<i>Бойко М. А., Мониц С. Г.</i> Стенд ускоренных ресурсных испытаний шин	107
<i>Козлова О. А., Бумай Ю. А.</i> Кинетика ввода лекарственных препаратов в организм человека	108
<i>Варданесян К. А., Вонсевич К. П.</i> Одноканальный измерительный модуль EMG-сигналов.....	109
<i>Волчѣк И. В., Габец В. Л.</i> Стенд для испытания коленных модулей	110
<i>Voloshko O. V., Vysloukh S. P.</i> Computer modelling of detail's stressed-deformed state	111
<i>Горбач Д. Ю., Савченко А. Л.</i> Анализ методов и средств диагностики челюстнолицевых нарушений у человека	112
<i>Davydiuk L. P., Vysloukh S. P.</i> Modeling the parameters of the details' internal condition by means of the femap system	113
<i>Дорошук И. А., Терещенко Н. Ф., Шевченко В. В.</i> Аппарат диагностики и электростимуляции биологических тканей	114
<i>Доценко А. К., Стельмах Н. В.</i> Анализ дефектов деталей при 3D-печати	116
<i>Захаров И. А., Касьяник А. В., Хомич Н. С.</i> Испытания порошков для магнитно-абразивного полирования образцов из сплава Zr-Ni.....	117

<i>Ефимчик А. О., Щетникович К. Г.</i> Соосный инструмент для тонкого шлифования шариков из минерального сырья	118
<i>Резанович В. А., Жуков В. И., Филонова М. И.</i> Современные материалы, применяемые в медицинской технике	119
<i>Кандрукевич И. Н., Шульга Д. А.</i> Устройство контроля мощности в составе плазменной технологической установки	120
<i>Кипень С. В., Степаненко Д. А.</i> Шприцевой насос	121
<i>Козлов Е. А., Щетникович К. Г.</i> Формообразование поверхности шара на модернизированном токарном станке	122
<i>Говин Е. М., Мониц С. Г.</i> Стенд испытания оптического волокна на прочность	123
<i>Колесник О. Н., Габец В. Л.</i> Устройство активной разработки нижних конечностей	124
<i>Колоскин И. А., Щетникович К. Г.</i> Инструмент для получистового шлифования шариков	125
<i>Зубович И. В., Киселев М. Г.</i> Устройство испытания втулочно-роликовых цепей на циклические нагрузки	126
<i>Королинский Р. Н., Анацко Н. Э., Зайцева Е. Г.</i> Эксплуатация экзоскелетов в гражданской, промышленной и военной отраслях	127
<i>Курганская О. С., Суровой С. Н.</i> Гидромассажер	128
<i>Коцур В. С., Щетникович К. Г.</i> Механизм вращения шара	129
<i>Кучинская О. В., Анищиц А. А., Киселёв М. Г.</i> Устройство проверки упругих свойств трубки инъекционных игл	130
<i>Кучинская О. В., Анищиц А. А., Филонова М. И.</i> Технология изготовления хирургических инструментов	131
<i>Левшик Д. А., Степаненко Д. А.</i> Устройство для измерения вязкости крови	132
<i>Люцко П. С., Савченко А. Л.</i> Система токовихревого контроля параметров биотканей	134
<i>Мялик А. В., Степаненко Д. А.</i> Устройство спирометрическое	135
<i>Ничипорук А. С., Минченя В. Т.</i> Шуруповерт ультразвуковой	136
<i>Новицкий М. В., Асимов А. Р., Минченя В. Т.</i> Стол монтажный автоматизированный	137
<i>Мастенко И. В., Стельмах Н. В.</i> Влияние плотности заполнения 3Д-печатных моделей на их прочностные характеристики	138

<i>Нияковский А. А., Ланин В. Л.</i> Оценка паяемости покрытий в зависимости от коэффициента растекания припоя	139
<i>Петров В. А., Киселев М. Г.</i> Устройство измерения усилия, необходимого для движения штокапоршня одноразовых шприцев	140
<i>Оленцевич В. А., Борисенко С. А., Монич С. Г.</i> Станок деревообрабатывающий бытовой	141
<i>Притула О. А., Вонсевич К. П.</i> Электронно-оптический модуль определения типа поверхности для протеза верхней конечности	142
<i>Притула О. А., Вонсевич К. П.</i> Пьезо-сенсор для Force-миографии	143
<i>Руцкая О. В.</i> Многофункциональный ультразвуковой распылитель житкости	144
<i>Прихожа Д. В., Антонюк В. С., Рутковский А. В.</i> Автоматизированная система управления температурой детали при ионно-плазменном термоциклическом азотировании	146
<i>Роговцова А. С., Муха И. М., Филонова М. И.</i> Особенности технологии изготовления оптических линз	147
<i>Роговцова А. С., Жуков В. И., Степаненко Д. А.</i> Применение ряда Фурье для исследования колебаний концентраторов ультразвуковых хирургических инструментов	148
<i>Русак А. О., Габец В. Л.</i> Устройство для гравирования	149
<i>Семейко И. Н., Савченко А. Л.</i> Аппарат рентгеновский передвижной	150
<i>Семенкович В. П., Али Ахмад, Киселев М. Г.</i> Улучшение методики оценки остроты острия инъекционной иглы	151
<i>Сенокосов А. С., Жарун М. Н., Филонова М. И.</i> Особенности технологии изготовления деталей из пластмасс	152
<i>Сергиенко К. С., Подолян А. А.</i> Электромагнитно-акустический преобразователь для контроля объектов цилиндрической формы	153
<i>Соболев Д. Е., Березняк В. Д., Киселев М. Г.</i> Устройство испытания упругости хирургических игл	153
<i>Соболев Д. Е., Киселев М. Г.</i> Методика и аппаратные средства проверки остроты острия медицинских скальпелей	154
<i>Сорочинский Д. Д., Подолян А. А.</i> Компенсационный кронштейн	155
<i>Стамбровский А. С., Савченко А. Л.</i> Устройство для контроля импеданса сердечной мышцы	156
<i>Ступак О. Ю., Цыбульник С. А.</i> Кинематический анализ плоского рычажного механизма программными средствами	157

<i>Suvala A. V., Vysloukh S. P.</i> Expert system of designing technology of processing details	158
<i>Тёмный Д. В., Зайцева Е. Г.</i> Обоснование требований к защите от рентгеновского излучения	159
<i>Третьяк Е. В., Стельмах Н. В.</i> Образование отверстий на искаженной поверхности при 3D-печати	160
<i>Уласевич А. О., Савченко А. Л.</i> Весы медицинские напольные	161
<i>Циба Т. Е., Шевченко В. В.</i> Повышение точности обработки детали на основе размерной настройки	162
<i>Циба Т. Е., Шевченко В. В.</i> Система диагностики работоспособности режущего инструмента в приборостроении	163
<i>Циба Т. Е., Шевченко В. В.</i> Диагностика режущего инструмента в автоматизированном производстве.....	164
<i>Чернецкий М. В., Зайцева Е. Г.</i> Совершенствование метода звуковой диагностики пульмонологических и других заболеваний	165
<i>Чуйко А. В., Зайцева Е. Г.</i> Концепция реабилитационного велотренажера для лиц, перенесших инсульт	166
<i>Шавилков Э. С., Габец В. Л.</i> Метод испытания измерителей артериального давления автоматических	167
<i>Шакаль С. В., Габец В. Л.</i> Устройство для разработки нижних конечностей	168
<i>Шаков И. А., Зайцева Е. Г.</i> Проблемы ухода за пожилыми людьми и их диагностики	169
<i>Шатило Т. П., Мониц С. Г.</i> Методы и средства испытаний зубных боров	170
<i>Шевель К. П., Минченя В. Т.</i> Установка струнной резки с использованием ультразвука	171
<i>Шевель Н. А., Киселев М. Г.</i> Устройство определения линейного расширения стоматологического гипса	172
<i>Хуссейн Абдел Сатер, Шевель Н. А., Киселев М. Г.</i> Устройство определения коэффициента трения таблетки с поверхностью различных материалов	173
<i>Шмидко В. И.</i> Приборы со стеклянными излучающими инфракрасными панелями для работы в условиях низких температур... 174	174
<i>Шульга Д. А., Кандрукевич И. Н., Тубольцев В. В.</i> Устройство на основе диэлектрического барьерного разряда для инактивации микроорганизмов.....	175

<i>Балтаев Р. В., Юран С. И.</i> Совершенствование датчиков для фотоплетизмографии	176
<i>Яковенко И. А.</i> Система перфорации кожи с автоматическим забором крови	177
<i>Яхимович П. Г., Киселев М. Г.</i> Устройство проверки остроты режущей кромки медицинских скальпелей	178
<i>Kozlovskiy A. G., Bezuglyi M. O.</i> Principles of creation of a design documentation of spheroidal reflectors by automated design tools	179

Секция 3. МИКРО- И НАНОТЕХНИКА

<i>Аврамчук К. И.</i> Особенности формирования износостойкого покрытия дискретной архитектуры под воздействием импульсного дугового разряда большой	181
<i>Альфер А. Ю., Сернов С. П.</i> Особенности эффекта Джозефсона	182
<i>Анискевич В. Э., Сернов С. П.</i> Эффект Зеемана и его применение	183
<i>Анискевич В. Э., Колонтаева Т. В.</i> Магнитные наночастицы для феррожидкостей	184
<i>Байчук Н. А., Колонтаева Т. В.</i> Материалы с магнитокалорическим эффектом	184
<i>Балыев И. А., Эсенов М. Э., Щербакова Е. Н., Маркевич М. И.</i> Исследование морфологии поверхности пенопласта «Nerex» после лазерного воздействия	185
<i>Балыев И. А., Эсенов М. Э., Щербакова Е. Н., Маркевич М. И.</i> Импульсная фотонная обработка базальтовой ткани	186
<i>Богданова В. И., Колонтаева Т. В.</i> Разработка методики определения кинетических показателей химических реакций	187
<i>Валевич И. А., Колонтаева Т. В.</i> Методика определения тепловых эффектов химических реакций	188
<i>Гайтюкевич Н. А., Ковалевская А. В.</i> Формирование пленочных структур твердых электролитов	189
<i>Голотик Т. А., Щербакова Е. Н.</i> Формирование многослойного графена газофазным осаждением	190
<i>Заблоцкая Ю. Д., Колонтаева Т. В.</i> Термодинамика и кинетика образования эмульсий и пен	191

<i>Заболотских А. Н., Колонтаева Т. В.</i> Разработка методики определения характеристик растворов	192
<i>Иванов Д. С., Сычик В. А.</i> Контакт металл-полупроводник в р-п-структурах	193
<i>Иванов З. В., Щербакова Е. Н.</i> Формирование светоизлучающих наноструктур на основе нитридов III группы методом молекулярно-пучковой эпитаксии	194
<i>Канафьев О. Д., Чижики С. А.</i> Исследование микроструктуры и механических свойств тонких пленок Ni-Fe	195
<i>Ковальчук А. В., Щербакова Е. Н.</i> Современные технологии изготовления биполярных транзисторов	196
<i>Козлова Т. А.</i> Оптическая коррекция близости как один из методов повышения разрешения в литографии	197
<i>Колесник А. С., Щербакова Е. Н.</i> Технология формирования диффузионных резисторов	198
<i>Колесник А. С., Люцко К. С.</i> Кондуктометрическое титрование. Определение содержания HCl и H ₃ BO ₃ в смеси с использованием двух методов анализа	199
<i>Кохнюк С. А., Щербакова Е. Н.</i> Основы электронно-лучевой литографии	200
<i>Козлова Т. А.</i> Применение фазосдвигающих масок как способ повышения разрешающей способности	201
<i>Кот С. И., Колонтаева Т. В.</i> Халькогенидные световоды для приборостроения	202
<i>Кот С. И., Сернов С. П.</i> Магнитные полупроводники. Гигантский магниторезистивный (ГМР) эффект	203
<i>Литвинова А. В., Колонтаева Т. В.</i> Измерение концентраций веществ методом кондуктометрии на учебно-лабораторном комплексе «Химия»	204
<i>Телюк И. А., Щаврук А. А., Манего С. А.</i> Нанотранзисторы	205
<i>Маркевич Н. А., Сычик В. А.</i> Технология многоуровневой коммутации в производстве интегральных схем	206
<i>Мытник Д. О., Щербакова Е. Н.</i> Исследование микро- и нанообъектов методами сканирующей электронной микроскопии	207
<i>Николаева Т. А., Синуцкий Д. С., Плескачевский Ю. М., Реутская О. Г.</i> Бесплатформенные инерциальные навигационные системы на базе МЭМС-датчиков	208

<i>Николаева Т. А., Кузнецова Т. А.</i> Термомеханические биморфные актуаторы с электрическим нагревом	209
<i>Николаева Т. А., Щербакова Е. Н., Плескачевский Ю. М.</i> К технологии создания многослойных диэлектрических мембран для сенсоров микроскопии	210
<i>Петровская А. С., Кузнецова Т. А.</i> АСМ-структура пленок тантала на поверхностях покровных стекол и нержавеющей стали	211
<i>Рысик А. Н., Кузнецова Т. А.</i> Виды сенсоров аммиака	212
<i>Платонова Е. Э., Сычик В. А.</i> Электронно-дырочный переход – базовый элемент цифровых устройств	213
<i>Предко П. А., Колонтаева Т. В.</i> Особенности синтеза монокристаллического фосфида индия	214
<i>Радюкевич Д. Л., Кузнецова Т. А., Мельникова Г. Б.</i> Получение микрочастиц желатина методом распылительной сушки	215
<i>Рысик А. Н., Щербакова Е. Н., Плескачевский Ю. М.</i> Методы получения пленок диоксида олова	216
<i>Сафаров Р. В., Ланин В. Л.</i> Моделирование механических напряжений при монтаже кристаллов интегральных микросхем	217
<i>Навицкий А. Н., Тылецкий Ю. А., Щербакова Е. Н., Чекан Н. М.</i> Оптические алмазоподобные углеродные покрытия для инфракрасного диапазона длин волн	218
<i>Сукасян Л. Э., Сычик В. А.</i> Туннельные диоды – элементы СВЧ-электронных схем	219
<i>Сукасян Л. Э., Ковалевская А. В.</i> Получение пленок серебра методом электронно-лучевого испарения	220
<i>Татура П. О., Колонтаева Т. В.</i> Модифицированные жидкокристаллические пленки	221
<i>Трухан Р. Э., Щербакова Е. Н., Маркевич М. И.</i> Методы формирования самоорганизованных SiGe наноструктур	222
<i>Татура П. О., Сернов С. П.</i> Магниторезистивный эффект и его применение	223
<i>Трухан Р. Э., Кузнецова Т. А.</i> Охлаждающие устройства для микротехники на эффекте Пельтье	224
<i>Предко П. А., Сернов С. П.</i> Квантовый эффект Холла	225
<i>Федькин В. А., Щербакова Е. Н.</i> Методы синтеза нанопорошков для нанокерамики	226

<i>Кучура Е. А., Черный В. В.</i> Применение емкостной спектроскопии с разрешением по частоте для исследования контактных структур	227
<i>Симанкова А. В., Черный В. В.</i> Исследование свойств полевых транзисторов с затвором Шоттки	228
<i>Шаблюк А. В., Кузнецова Т. А.</i> Влияние толщины подслоя Zr на морфологию износостойкого покрытия ZrN	229
<i>Шабура М. А., Колонтаева Т. В.</i> Анализ диаграммы состояния двухкомпонентной системы «BaO-TiO ₂ »	230
<i>Шабура М. А., Колонтаева Т. В.</i> Сегнетоэлектрические керамические материалы для микроэлектроники	231
<i>Ширяева В. Д., Кузнецова Т. А.</i> Биологические сенсоры на основе иммуноглобулинов	232
<i>Ширяева В. Д., Колонтаева Т. В.</i> Экспериментальные методы измерения величин адсорбции	233
<i>Ширяева В. Д., Колонтаева Т. В.</i> Получение керамики по технологии Itsc для микроэлектроники	234
<i>Юрчик Р. В., Колонтаева Т. В.</i> Технология получения монокристаллов вольфрамата кадмия	235
<i>Фолынский Д. И., Тихоновец Е. С., Шадурская Л. И.</i> Дефекты эпитаксиальных структур кремния, связанные с условием проведения процесса газофазной эпитаксии	236
<i>Трухан Р. Э., Люцко К. С.</i> Эмиссионная фотометрия пламени: раздельное определение натрия и калия в смеси	237
<i>Лазакевич Е. П., Сычик В. А.</i> Омические контакты к полупроводниковым структурам	238
<i>Федькин В. А., Люцко К. С.</i> Определение хлоридов в электролите никелирования методом нефелометрического анализа	239

Секция 4. ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

<i>Альхимович М. А., Шамкалович В. И.</i> Методы контроля параметров высокоточных призм	240
<i>Альхимович М. А., Подошевский М. С., Кузничик В. О.</i> Контроль качества изготовления объективов	241
<i>Гаврилов Д. В., Кузничик В. О., Березкин Д. С., Шпак А. В.</i> Выбор материала главного зеркала объектива аппаратуры ДЗЗ	242

<i>Астраух А. Н., Макарчик Б. В., Кузнецик В. О.</i> Особенности приборов бесстрасовой проверки лазерных дальномеров	243
<i>Вяжевич Г. И., Кузьмин А. В., Фёдорцев Р. В.</i> Джойстик-манипулятор на основе волоконного датчика деформации	244
<i>Артимович Ю. А., Фёдорцев Р. В.</i> Технология получения люминесцентных покрытий	245
<i>Биткаша В. С., Юрасова К. В., Хомич Н. С.</i> Исследование влияния магнитно-абразивного полирования на параметры ошибки формы поверхности оптических линз	246
<i>Астраух А. Н., Гавриловец А. И., Кузнецик В. О.</i> Имитатор целей для контроля лазерных дальномеров	248
<i>Братанюк О. В., Безуглая Н. В.</i> Спектральные особенности пространственного рассеяния тканями головного мозга	249
<i>Вилейшикова Е. В., Юмашев К. В.</i> Моделирование излучательных переходов ионов тулия в моноклинных нанокристаллах ортониобатов методом Джадда-Офельта	250
<i>Вяжевич Г. И., Фёдорцев Р. В., Пахомчик О. В.</i> Голографический прицел на основе полного внутреннего отражения	251
<i>Буранов Д. Н., Усольцев В. П.</i> Разработка системы нанесения графических меток с помощью лазера	252
<i>Глазунов И. В., Скопцов Н. А., Маляревич А. М., Юмашев К. В.</i> Спектроскопические и нелинейно-оптические свойства ионов SO_2^+ в галлий-содержащих ситаллах	253
<i>Диас Гонсалис Р. О., Варонай Е. Н., Макарчик Б. В., Козерук А. С.</i> Устройство для групповой обработки деталей с наружной конической поверхностью	254
<i>Мальтика Д. Л., Муравьёв Д. С., Рабчинский О. К., Муращенко Ю. О., Козерук А. С.</i> Станок для одновременной двусторонней обработки линзы малой жесткости	255
<i>Virychenko A. A., Bezuglaya N. V.</i> Evaluation of effective number of sections for spatial photometry of biological tissues	256
<i>Грищенко А. Н., Козерук А. С.</i> Импульсный лазерный дальномер для прибора наблюдения панорамного	257
<i>Жибуль М. А., Муращенко Ю. О., Кузнецик В. О.</i> Гиперспектрометр.....	258
<i>Кожевников Д. А., Фёдорцев Р. В.</i> Использование технологии плоского адаптивного зеркала в системе телескопа с синтезированной апертурой	259

<i>Карпушева А. Г., Терещенко Н. Ф.</i> Аппарат полихроматической и лазерной терапии	260
<i>Дейнека Р. В., Горбаченя К. Н., Кисель В. Э., Ясюкевич А. С., Кулешов Н. В., Мальцев В. В., Леонюк Н. И.</i> Спектроскопические свойства кристалла <i>Er,Yb:YMgB5O10</i> – новой активной среды для лазеров, излучающих в спектральном диапазоне 1.5–1.6 мкм	262
<i>Колос С. С., Маляревич А. М., Юмашев К. В.</i> Люминесценция кристалла двойного иттриевого вольфрамата, активированного ионами диспрозия	263
<i>Кожевников Д. А., Шанчук В. А., Артюхина Н. К.</i> Двухзеркальная длиннофокусная система	264
<i>Кузьмин А. В., Фёдорцев Р. В., Байко О. В.</i> Фоторегистратор беспроводной с увеличенной дальностью обнаружения	265
<i>Гордейко Р. В., Далецкий В. В., Развин Ю. В.</i> Основные принципы построения призмных цветоделительных устройств	266
<i>Кузьмин В. И., Кисель В. Э., Кулешов Н. В.</i> Эрбиевый лазер с модуляцией добротности для импульсной дальнометрии	267
<i>Сташкевич Я-Т. С., Лазарчук А. И., Артюхина Н. К.</i> Расчет объективов бинокулярных микроскопов	269
<i>Нагорный А. И., Безуглый М. А.</i> Методы и средства контроля оптического просветления биологических тканей	270
<i>Ситникова Е. А., Зарипов М. Р., Алексеев В. А.</i> Импульсный лазерный источник излучения на основе кольцевой волоконной линии задержки	271
<i>Старосотников Н. О., Фёдорцев Р. В.</i> Методика калибровки пространственной стабильности матричной структуры микрозеркальных устройств, применяемых в качестве измерительных устройств	272
<i>Усольцева А. В., Алексеев В. А.</i> Исследование влияния режимов лазерной обработки на качество поверхности натуральных материалов	273
<i>Шмендель О. Г., Данылюк И. А., Терещенко Н. Ф.</i> Датчики аппаратов лазеротерапии для определения типа кожи	274
<i>Недабой Т. Д., Шахлевич Г. М.</i> Повышение эффективности системы управления режимами лазерной обработки	275

<i>Силие К. А. Р., Фёдорцев Р. В.</i> Анализ эффективности работы различного программного обеспечения для обработки аэрофотоснимков	276
<i>Далецкий В. В., Гордейко Р. В., Развин Ю. В.</i> Пентапризма	278
<i>Судников Г., Свирина Л. П.</i> Управление поляризацией лазерного излучения	279
<i>Звонкович А. В., Фёдорцев Р. В.</i> Многоканальный прибор наблюдения	279
<i>Чернавчиц Д. А., Козерук А. С.</i> Устройство контроля дальности действия	281
<i>Юхновская А. В., Маляревич А. М., Юмашев К. В.</i> АП-конверсионная люминесценция редкоземельных пентафторидов, активированных ионами эрбия	282
<i>Фильчук А. С., Мальпика Д. Л., Козерук А. С., Сухоцкий А. А.</i> Исследование процесса одновременной двусторонней обработки линз с тонким центром	283
<i>Чернавчиц Д. А., Бобко А. Н., Артюхина Н. К.</i> Ахроматический объектив для схемы приёмного канала системы наведения	284
<i>Самбрано Л. Ф., Артюхина Н. К.</i> Основные факторы проектирования катадиоптрического объектива Шмидта	285
<i>Фуфаев А. В., Фёдорцев Р. В.</i> Методика оценки спектрального диапазона пропускания инфракрасного объектива	287
<i>Аксенник А. С., Маляревич А. М.</i> Исследование энергопотребления и спектрального состава газоразрядных ламп	288
<i>Шор Р. В., Кузнецик В. О.</i> Лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия	288
<i>Судникович В. В., Фёдорцев Р. В.</i> Система управления светодинамической системой	289

Секция 5. ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

<i>Алешевич Д. Д., Ильинчик И. В., Заблоцкий И. Д., Романчак В. М.</i> Теория измерений (теория рейтингов)	291
<i>Абдыев А. Д., Гундина М. А., Князев М. А.</i> Особенности подготовки студенческих исследовательских работ	292

<i>Альхимович М. А., Гацкевич Е. И.</i> Моделирование оптических свойств GESI гетероструктур	293
<i>Андрусенко Н. Л., Крушев И. С., Гундина М. А.</i> Анализ теста по методике диагностики предрасположенности личности к конфликтному поведению К. Томаса	294
<i>Бабарико Д. И., Яцынович С. А., Манего С. А.</i> Технологии 3D-печати	295
<i>Боженко А. Л., Серченя Т. И.</i> Перспективы взаимовыгодного сотрудничества Беларуси и Китая в проекте «Один пояс – один путь».....	296
<i>Бородин А. Н., Гундина М. А.</i> Задача о подбрасывании монеты	297
<i>Анкуда Н. О., Кондратьева Н. А.</i> Создание и обработка биомедицинских изображений в пакете 3D MAX	298
<i>Василевский Д. А., Мерзурьев И. С., Третьякова Е. С.</i> Информационно-рекламная деятельность как фактор повышения эффективности деятельности предприятий	299
<i>Гордейко Р. В., Реутская О. Г.</i> Построение 3D-графики в среде Mathcad	300
<i>Данилевич Е. Д., Прихач Н. К.</i> Математические методы прогнозирования экономического развития предприятия	301
<i>Дробышева К. В., Кравцова В. В., Сычѳв Д. Р., Гурина Е. В.</i> Пути решения задач экологизации экономики	302
<i>Дук А. И., Баранов П. О., Реутская О. Г.</i> Расчет вероятности событий для определения достоверности испытаний	303
<i>Дук А. И., Гундина М. А.</i> Анализ данных, полученных по тесту Дж. Холланда	304
<i>Зайцева А. А., Реутская О. Г.</i> Создание сайта для агроусадьбы «Журавлиная ельня»	305
<i>Ильина И. С., Макушенко Е. Н., Попов Р. Ю., Богдан Е. О.</i> Разработка составов масс для получения вспененных теплоизоляционных и звукоизоляционных керамических материалов	306
<i>Заваяцкая Д. С., Серченя Т. И.</i> Проблемы поиска принципиально новых источников экономического роста национальной экономики Беларуси	307
<i>Зябкина А. М., Черепович Н. В., Развин Ю. В.</i> Сравнительное исследование образцов природного и синтезированного кварца.....	308
<i>Камков И. А., Бокуть Л. В.</i> Решение задачи о движении материальной точки с помощью пакета Mathcad	309

<i>Кадуков А. А., Бокуть Л. В.</i> Анализ вращательного движения тел в Mathcad	310
<i>Канафьев О. Д., Алексеенко И. А., Дятлова Е. М., Сергиевич О. А.</i> Износостойкие керамические материалы с низким коэффициентом трения	311
<i>Карасев П. И., Стельмах Н. В.</i> Разработка методологии проектирования малых беспилотных летательных аппаратов на солнечной энергии	313
<i>Каролик Д. С., Козлова А. А., Красовский В. В.</i> Движение жидкости в капиллярах при ультразвуковом воздействии	314
<i>Кисель М. А., Кондратьева Н. А.</i> Нестандартная фигура в математике: треугольник Рело	315
<i>Козлова Е. С., Некрашевич Д. А., Гундина М. А.</i> Исследование уровня компьютерной зависимости в студенческой группе	316
<i>Клютчя Я. В., Хомич Е. М., Прусова И. В.</i> Дифференциальные уравнения и их применение в медицинской практике	317
<i>Коноваленко М. Н., Бокуть Л. В.</i> Модель атома алюминия в Delphi	317
<i>Корениха Н. А., Мишкович Н. С., Третьякова Е. С.</i> Управление персоналом на предприятии	318
<i>Сикорская К. В., Лозюк М. М., Прусова И. В.</i> Quick response code – код быстрого реагирования	319
<i>Кравченко А. Ю., Терещенко Н. Ф.</i> Зависимость нагрева пьезоэлемента ультразвукового терапевтического излучателя	320
<i>Кравцова В. С., Красовский В. В.</i> Механизмы терморегуляции у животных и их аналоги в технике	321
<i>Красовский Е. С., Станкевич Д. Г., Куклицкая А. Г.</i> Цифровая рентгенография с использованием многоразовых пластин	322
<i>Кукишинов А. Г., Сологуб А. А., Прихач Н. К.</i> Стохастическое программирование	323
<i>Курилович П. Ю., Родич Н. А., Адаманский А. С., Гундина М. А.</i> Прикладная математика в задачах ракетостроения	324
<i>Курчевская Т. В., Потапова Ю. Д., Прусова И. В.</i> Математическое моделирование колебаний маятника	325
<i>Кучура Е. А., Красовский В. В.</i> КПД солнечных батарей	326
<i>Москалёва А. В., Скрипка И. Н., Прусова И. В.</i> Экономико-математические методы исследования	327
<i>Лутковский Д. С., Бобученко Д. С.</i> Движение электрона в поперечных радиальном электрическом и магнитных полях	328

<i>Молчанов Д. С., Бобученко Д. С.</i> Краткие сведения об источниках СВЧ излучений	329
<i>Мишура К. А.</i> Об усовершенствовании системы мониторинга динамической устойчивости сооружений	330
<i>Мурашко Е. Н., Кондратьева Н. А.</i> Создание сайта в uCOZ	331
<i>Николаева Т. А., Люцко К. С.</i> Потенциометрическое титрование. Раздельное определение компонентов в бинарных фосфатных смесях	332
<i>Перуанский В. В., Гундина М. А.</i> Репрезентативность выборки. Подходы к ее определению	333
<i>Платов И. М., Павловский А. М.</i> Использование игрового движка VIT3D для моделирования физических процессов в инженерных задачах	334
<i>Погонюк С. П., Цыганов А. М., Гундина М. А.</i> Возрастные особенности юношеского возраста. Анализ результатов теста по определению направленности личности	335
<i>Предко П. А., Назарович А. Д., Третьякова Е. С.</i> Современные подходы к использованию психологических аспектов в маркетинге	336
<i>Предко А. К., Черный В. В.</i> О взаимодействии прямолинейных токов	337
<i>Прихач И. В., Прусова И. В.</i> Планирование активного эксперимента	338
<i>Роговцова А. С., Кондратьева Н. А.</i> Проецирование аппарата МРТ в пакете 3DS MAX	339
<i>Рудницкий, А. Ю., Бобученко Д. С.</i> Степень адиабатичности процесса	340
<i>Савлевич В. А., Гундина М. А.</i> Задача о правильности вынесенного решения жюри	341
<i>Селин К. Ю., Филатов С. А.</i> Пьезоэлектрический цифровой счетчик патронов как модификация коллиматорного прицела	342
<i>Степаненко А. И., Черноголов С. А., Реутская О. Г.</i> Определение области локализации температурных максимумов сенсорных устройств	343
<i>Третьяков-Савич Е. С., Третьякова Е. С.</i> Маркетинг инноваций как инструмент повышения эффективности деятельности предприятий	344
<i>Урбанович Е. С., Бумай Ю. А.</i> Исследование структуры теплового сопротивления светодионой SMD лампы	345
<i>Утлая О. В., Песляк И. Е., Прихач Н. К.</i> Применение статистических пакетов для решения прикладных задач	346
<i>Ханевич П. В., Прусова И. В.</i> Тензорные ядра и их применение в машинном обучении	347

<i>Ходарёнок С. Д., Кондратьева Н. А.</i> Моделирование движения спортивного снаряда	348
<i>Хомиченко А. В., Шукелович М. И., Гундина М. А.</i> Метрологический анализ измерения температуры	349
<i>Черноголов С. А., Красовский В. В.</i> Отражение звука на границе воздух-воздух	350
<i>Чикичев А. Д., Кондратьева Н. А.</i> Создание 3D-модели бытового прибора	351
<i>Хотиловская О. А., Дятлова Е. М., Сергеевич О. А.</i> Получение волластонитовой керамики с использованием различного природного сырья	352
<i>Ширяева В. Д., Сумин А. А., Третьякова Е. С.</i> Стратегии выхода предприятия на мировой рынок	353
<i>Цымончик А. В., Гацкевич Е. И.</i> Примененеие комплексных чисел для расчёта электрических цепей	354
<i>Чайка Л. А., Гурина Е. В.</i> Факторы, влияющие на формирование эффективной команды	355
<i>Пупкевич А. В., Развин Ю. В.</i> Вакуумные фотоэлементы	356
<i>Черепок Е., Свирина Л. П.</i> Ядерные реакторы на быстрых нейтронах	357
<i>Крук З. Ю., Развин Ю. В.</i> Макетирование оптоэлектронных систем на основе октрона	358
<i>Шот П. Л., Гундина М. А.</i> Реализация алгоритма определения индекса массы тела в Python	359
<i>Юхновская О. В., Гундина М. А.</i> Формирование математических понятий с помощью моделирования физических явлений	360
<i>Чепик Я. В., Мироненко П. С.</i> Электромеханический многофункциональный автономный вибростенд	361
<i>Юрчик Р. В., Байчук Н. А., Третьякова Е. С.</i> Бизнес-план как современный инструмент повышения эффективности деятельности предприятия	362

Секция 6. ТЕХНОСФЕРА И МЕНЕДЖМЕНТ СПОРТА

<i>Бейнарлович Н. Д., Васюк В. Е.</i> Проектирование системы кондиционирования воздуха ледового катка в торговом центре «Олимп»	364
<i>Антончик А. А., Парамонова Н. А.</i> Тренажер для совершенствования точности передачи мяча в баскетболе	365

<i>Богуцкий Д. А., Васюк В. Е.</i> Система контроля водоподготовки плавательного (развлекательного) бассейна СК «Фристайл»	365
<i>Бочко Е. А., Третьякова Е. С.</i> Виды и задачи спонсорства в современных условиях. Спонсорский пакет	366
<i>Бричкова Ю. Н., Третьякова Е. С.</i> Маркетинговые исследования предприятий	367
<i>Бусел К. О., Васюк В. Е.</i> Устройство для совершенствования силовой выносливости пловцов	368
<i>Вавулова П. М., Третьякова Е. С.</i> Совершенствование методов управления персоналом предприятия	369
<i>Вавулова П. М., Третьякова Е. С.</i> Методы постоянного развития организации	370
<i>Вильгель Е. В., Парамонова Н. А.</i> Система наружного аналогового видеонаблюдения высокой чёткости в СКС «Арена»	371
<i>Галай Н. К., Кривицкий П. Г., Исаев А. В.</i> Устройство для развития скоростно-силовых качеств армрестлеров	372
<i>Гахария Т. Н., Парамонова Н. А.</i> Особенности системы вентиляции воздуха в аквазоне	373
<i>Гусейнов Д. И., Лукашевич Д. А.</i> Алгоритм оценки динамических параметров гребковых движений в гребле	374
<i>Дёмин А. К., Савёлов И. Н.</i> Устройство для тренировки силы и силовой выносливости мышц плечевого пояса лыжников-гонщиков	375
<i>Дмуховский В. И., Бельский И. В.</i> Алгоритм оценки техники рывка в тяжелой атлетике	376
<i>Кайрович А. В., Барановская Д. И.</i> Алгоритм сравнительного анализа выполнения силовой подачи в волейболе с помощью аппаратно-программных комплексов	377
<i>Карпенко Д. А., Васюк В. Е.</i> Проектирование модуля биометрии системы видеонаблюдения в СС «Велодром»	378
<i>Карпиленя Г. Н., Васюк В. Е.</i> Устройство для тренировки прыгунов на батуте	379
<i>Кипра П. А., Парамонова Н. А.</i> Тренажер для совершенствования фазы отталкивания в прыжках в высоту	380
<i>Кравченко В. И., Парамонова Н. А.</i> Модернизация платёжно-пропусных систем СКС «Арена» путём внедрения систем биометрии высоты	381
<i>Кузьменков М. В., Барановская Д. И.</i> Система автоматического определения голов в футболе	382

<i>Миронов А. А., Барановская Д. И.</i> Система определения попадания мяча в площадку теннисного корта	383
<i>Санько О. А., Барановская Д. И.</i> Алгоритм сравнительного анализа выполнения удара справа в теннисе с помощью аппаратно-программного комплекса Qualisys	384
<i>Субоч А. В., Барановская Д. И.</i> Анализ соревновательной деятельности пловцов	385
<i>Субоч А. В., Барановская Д. И.</i> Анализ соревновательной деятельности пловцов	386
<i>Чернявский М. А., Васюк В. Е.</i> Устройство для тренировки гребцов в академической гребле	387
<i>Шешко В. В., Третьякова Е. С.</i> Бизнес-ангелы в современных условиях	388
<i>Шешко В. В., Барановская Д. И.</i> Анализ результатов выступлений по пулевой стрельбе среди юношей в упражнении МП-6 на дистанции 50 м	389
<i>Якубовский Б. Б., Фомочкина Г. И.</i> Устройство для тренировки теннисистов	390
<i>Тетерук А. С., Фомочкина Г. И.</i> Система контроля водоподготовки бассейна «Малютка»	390
<i>Санзиев Л. С., Фомочкина Г. И.</i> Тренажер для тренировки толкателей ядра	391
<i>Усольцев А. В., Юран С. И.</i> Комплекс лазерной стимуляции восстановления организма спортсмена после травмы	392
<i>Галай Н. К., Савёлов И. Н.</i> Оптимизация несущих конструкций спортивной техники	393
<i>Нурсахадов Н. М., Третьякова Е. С.</i> Развитие холдингов и кластеров в Республике Беларусь	394

Секция 7. СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

<i>Василевич О. В., Гуревич В. Л.</i> Концепция создания научно-исследовательского центра проверок квалификации и стандартных образцов	396
<i>Вольнец О. А., Гуревич В. Л.</i> Национальные эталоны единиц напряженности электрического поля и магнитного поля	397

<i>Вольнец О. А., Гуревич В. Л.</i> Риск-ориентированный подход к метрологическому обеспечению национального эталона напряженности электрического поля	398
<i>Беляева А. Ю., Ленкевич О. А.</i> Функционально-стоимостный анализ как инструмент управления затратами на обеспечение качества	399
<i>Наджафова А. А., Купреева Л. В.</i> Актуализация нормативного обеспечения экологической маркировки продукции	400
<i>Райченко К. А., Купреева Л. В.</i> О нормативном обеспечении контроля сортности круглых лесоматериалов хвойных и лиственных пород	401
<i>Чурак Н. В., Ленкевич О. А.</i> Определение факторов, воздействующих на качество процесса обучения по вопросам системного менеджмента	402
<i>Чурак Н. В., Ленкевич О. А.</i> Оценка результативности и эффективности процесса обучения	403
<i>Тарасевич Д. В., Якименко М. А., Лысенко В. Г.</i> Исследование погрешностей измерений с помощью визуализирования в программах Flash и 3D MAX	404
<i>Абдыев А. Д., Павлов К. А.</i> Автоматизированная информационная система как управление внешней и внутренней эффективностью организации	405
<i>Жуковец М. П., Павлов К. А.</i> Аккредитация – дополнительный гарант в компетентности и беспристрастности органов по сертификации	406
<i>Кувандыков Нариман, Павлов К. А.</i> Проблемы метрологического обеспечения контроля в лабораториях Республики Беларусь	407
<i>Прихач И. В., Павлов К. А.</i> Обеспечение информационной безопасности на основе менеджмента рисков	408
<i>Абдыев А. Д., Павлов К. А.</i> ISO/IEC серии 90000 как инструмент формирования смк для организаций, работающих в сфере IT	409
<i>Михейчик А. В., Ленкевич О. А.</i> Усовершенствование программного модуля «Клиентская база» по методологии «Scrum» для оценки удовлетворенности потребителя	410
<i>Прихач И. В., Павлов К. А.</i> Обеспечение непрерывности бизнеса как механизм управления рисками информационной безопасности	411
<i>Жуковец М. П., Павлов К. А.</i> Символы аккредитации: применение и ссылки	412
<i>Михейчик А. В., Ленкевич О. А.</i> Гибкая методология «Scrum». Революционный подход к управлению проектам	413

<i>Прихач И. В., Павлов К. А.</i> ISO 30401 – система менеджмента знаний высоту	414
<i>Пуляев Ю. А., Кувандыков Нариман, Ханов Азамат, Павлов К. А.</i> Нормативно-методическое и метрологическое обеспечение производства лазерных триангуляционных датчиков серии РФ602	415
<i>Стасюлевич М. Г., Павлов К. А.</i> ISO 21001 – международный стандарт в сфере систем менеджмента учреждений образования	416
<i>Сильчук В. А., Петрусенко П. А.</i> Методы определения дымности отработанных газов в системах дизельных двигателей	417
<i>Стасюлевич М. Г., Павлов К. А.</i> Отражение изменений законодательства республики беларусь по некоторым вопросам организации деятельности на действующие системы менеджмента качества	418
<i>Герасимчик Е. Е., Савкова Е. Н.</i> Автоматизация процессов верификации методов испытаний в ЗАО «АЛТИМЕД»	419
<i>Позняк Д. Ю., Шевчук В. А., Тарасенко В. И., Савкова Е. Н.</i> Вычисление интервалов охвата объемных массивов данных на основе трансформирования распределений вероятностей	420
<i>Абдыев А. Д., Серенков П. С.</i> ERP-система как инструмент для принятия решений	421
<i>Архипенко П. Р., Серенков П. С.</i> Проблема обеспечения достоверности экспертных оценок	422
<i>Архипенко П. Р., Серенков П. С.</i> Анализ результатов измерений показателей качества методами экспертного оценивания	423
<i>Ханов Азамат, Павлов К. А.</i> Сравнительный анализ законодательных основ Туркменистана и Республики Беларусь в области метрологического обеспечения пригодности методик выполнения измерений	425
<i>Позняк Д. Ю., Шевчук В. А., Тарасенко В. И. Савкова Е. Н.</i> Средства реализации метода Монте-Карло в исследовательской деятельности испытательных и калибровочных лабораторий	426
<i>Кондратович А. Н., Серенков П. С.</i> О выборе провайдера проверки квалификации	427
<i>Солодухо Ю. А., Серенков П. С.</i> Этап планирования как ключевой элемент жизненного цикла системы измерений	428

<i>Разумный А. И., Серенков П. С.</i> Обоснование алгоритма проектирования организационной составляющей системы менеджмента измерений	429
<i>Стрех Д. Д., Серенков П. С.</i> Эффективный подход к выбору и применению методов менеджмента качества в рамках промышленного предприятия	430
<i>Стрех Д. Д., Серенков П. С.</i> Критерии рационального выбора технологий менеджмента качества, применяемых для принятия решений	431
<i>Гальченко И. А., Соколовский С. С.</i> Совершенствование метрологического обеспечения производства продукции на предприятии ОДО «НОМОКОМ»	432
<i>Науменко Д. С., Соколовский С. С.</i> Повышение эффективности поверки скиаскопических линеек на основе риск-ориентированного подхода	433
<i>Гара Д. А., Лубневский Е. И., Юркевич В. С., Соломахо В. Л.</i> Оценка сопротивления изоляции токоприемников при климатических испытаниях	434
<i>Денисов Н. Г., Соломахо В. Л.</i> Сравнительный анализ многофакторного эксперимента и искусственных нейронных сетей	435
<i>Клевец О. С., Кошкина Д. С., Спесивцева Ю. Б.</i> Самооценка СМК в ОДО «АКВАЭКОЛОГИЯ»	436
<i>Лукаш В. С., Соломахо В. Л.</i> Расчет нормативных параметров при использовании статистических оценок в ходе испытания	437
<i>Кошкина Д. С., Спесивцева Ю. Б.</i> Самооценка как инструмент совершенствования смк организации	438
<i>Артюхович Е. А., Утлая О. В., Спесивцева Ю. Б.</i> Реализация методов выявления и оценки рисков и возможностей на «БЕЛКОММУНМАШ»	439
<i>Утлая О. В., Спесивцева Ю. Б.</i> Методы реализации риск-ориентированного мышления в организации	440
<i>Гуц Ю. В., Суровой С. Н.</i> Стенд испытаний форсунок	441
<i>Скуратова Е. А., Серенков П. С.</i> Метрологическая прослеживаемость измерений в наноразмерной области	442
<i>Шевалдина Ю. В., Спесивцева Ю. Б.</i> Организация системы менеджмента измерений	443

Научное издание

**НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

Материалы

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

Ответственный за выпуск *А. К. Тявловский*

Оформление и компьютерная верстка *О. Л. Чабарова*

Подписано в печать 12.04.2019. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 27,32. Уч.-изд. л. 21,36. Тираж 150. Заказ 194.

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.