

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Приборостроительный факультет

НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

Материалы

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

15–17 апреля 2020 г.

Минск
БНТУ
2020

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), *Н. В. Кулешов*, *Р. И. Воробей*,
Ю. М. Плескачевский, *М. Г. Киселев*, *М. А. Князев*, *П. С. Серенков*,
К. В. Юмашев, *Н. Н. Ризноокя*, *А. К. Тявловский*, *В. Е. Васюк*

Рецензенты:

доктор технических наук *В. Б. Оджаяев*,
доктор технических наук *Н. И. Мухуров*

Издание включает материалы 13-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов «Новые направления развития приборостроения» по направлениям: информационно-измерительная техника и технологии; конструирование и производство приборов; микро- и нанотехника; оптоэлектроника, лазерная техника и технология; стандартизация, метрология и информационные системы; прикладные задачи приборостроения; спортивная инженерия.

ISBN 978-985-583-527-2

© Белорусский национальный
технический университет, 2020

СЕКЦИЯ 1. ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.315.2

НАКАПЛИВАЮЩИЙ СУММАТОР

Студенты гр. 11301117 Акиншева А. В., Черняк А. С., Шенделева В. А.

Аспирант Микитевич В. А.

Белорусский национальный технический университет

Сегодня применяется большое количество различных измерительных систем. При построении таких систем необходимо решить проблему передачи информации на относительно большое расстояние от аналоговых сенсоров. Обычно в измерительных системах, применяемых в производстве, используется большое количество сенсоров. Поэтому второй важной проблемой является минимизация стоимости устройств передачи измерительной информации.

Для решения вышеизложенных проблем разработан накапливающий сумматор. Накапливающий сумматор – это логическое устройство, выполняющее преобразование аналогового сигнала в цифровой, суммирование нескольких результатов преобразования, расчет контрольного бита и вывод суммы и контрольного бита на последовательную шину.

Накапливающий сумматор реализован на логических интегральных микросхемах (ИМС) с целью уменьшения его стоимости. В качестве аналого-цифрового преобразователя использована наиболее дешевая ИМС ADC0804LC разрядностью 8 бит. С целью увеличения точности измерения, а также для приведения выводимой информации к единой (для всей измерительной системы) разрядности выполняется цифровое суммирование. Количество слагаемых может устанавливаться вручную в диапазоне от 1 до 9. Также предусмотрена работа нескольких накапливающих сумматора с одной шиной вывода. С этой целью использованы выходные буферные ИМС с тремя состояниями. Для распределения во времени выходных сигналов предусмотрена возможность ручной установки времени ожидания в диапазоне от 1 до 99 длительностей тактового импульса. Контроль целостности передаваемых данных осуществляется путем расчета контрольного бита и передачи его на шину вывода.

Также в накапливающем сумматоре предусмотрена индикация: «ПИТАНИЕ», «РАБОТА», «СТОП», «ОЖИДАНИЕ ВВОДА», «ВЫВОД», «ПЕРЕПОЛНЕНИЕ».

Накапливающий сумматор является функционально законченным устройством. Ручная настройка накапливающего сумматора позволяет быстро адаптировать его работу в различных информационно-измерительных системах.

AUTOMATED WASTE SORTING SYSTEM BASED ON VISUAL SPECTROMETRY

Belman O. I., Stelmakh N. V.
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Introduction. Today, there is an increasingly urgent need to protect the environment, in particular, against the backdrop of countering the growing scarcity of natural resources and climate change, as well as ensuring an ever-growing number of people on Earth. A good environment for health is: sufficient drinking water, fertile soil and clean air. This leads to stricter requirements for efficient and sustainable waste management.

Main part. Modern technology saves people from dirty and monotonous work. Automatic sorting based on visual spectrometry system. Automatic sorting is based on the use of a visual spectrometry system. It provides the extraction of various materials from a mixed or uniform waste stream and takes into account the physical and chemical characteristics of the material.

The automatic sorting unit is an optical scanner mounted above a conveyor belt. Infrared sensors receive and analyze reflected spectra. Statistical determination calculates by the size, shape, structure and color of the material. Then a manipulator sends a signal to the hand, and the material programmed in the scanner is transferred to the corresponding hopper. The sorting process also includes air separators, separators for separating metals containing iron and non-iron components, star screens for separating small parts, belt conveyors, shredders and presses. Using automatic sorting technology allows you to extract up to 98 % of a certain type of secondary raw materials.

Conclusion. Summarizing the foregoing, it is obvious that the processes of collecting, sorting and processing waste can be almost completely automated, and based on existing technologies. Moreover, automatic waste disposal can bring considerable profit.

References

1. Smart robot for sorting and collecting garbage. – [Electronic resource] – Mode of access: <http://robotforum.ru/novosti-texnologij/robotizirovannaya-texnologiya-sortirovki-musora.html>
2. Alamgir M., Ahsan A, Municipal Solid Waste and Recovery Potential: Bangladesh Perspective. Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng., 2007, vol. 4, no. 2, pp. 67–76. 2007.
3. I. Enayetullah, S.S. A. Khan and A. H. Md. M. Sinha, Urban Solid Waste Management. Scenario of Bangladesh: Problems and Prospects, Waste Concern Technical Documentation. 2005.

КОНТРОЛЬ ОСТАТОЧНОЙ ТОЛЩИНЫ ТРУБОПРОВОДОВ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ТОЛЩИНОМЕРом С ОТОБРАЖЕНИЕМ А-СКАНА

Студенты гр. 11312115 Беспалая М. А., Матвиевич В. Г.
Ст. преподаватель Куклицкая А. Г.
Белорусский национальный технический университет

Трубопровод – инженерное сооружение, предназначенное для транспортировки газообразных и жидких веществ под воздействием разницы давлений в поперечных сечениях трубы. Трубопроводы относятся к опасным промышленным объектам, нуждающимся в регулярном контроле, в том числе неразрушающими методами.

Для контроля остаточной толщины трубопроводов наиболее широко применяются методы ультразвукового контроля (УЗК).

Целью работы являлась разработка методики контроля остаточной толщины трубопроводов ультразвуковым толщиномером с отображением А-скана.

В качестве технического средства для проведения контроля выбран ультразвуковой толщиномер SMARTOR TG с отображением А-скана (рис.).



Рис. Внешний вид ультразвукового толщиномера SMARTOR TG с отображением А-скана

В результате проведенной работы была разработана методика контроля остаточной толщины трубопроводов ультразвуковым толщиномером с отображением А-скана, включающая следующие основные этапы: подготовка объекта контроля (зачистка), нанесение контактной жидкости, выбор частоты преобразователя, проведение измерений, оценка погрешностей измерений, сравнение с допусками.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИСТАНЦИИ В ЛЕГКОЙ АТЛЕТИКЕ

Студент гр. 11904117 Борисова И. А.

Ст. преподаватель Ломтев А. А.

Белорусский национальный технический университет

Лазерный дальномер является широко распространенным устройством в легкой атлетике. Основным преимуществом лазерного дальномера является быстрота, максимальная точность и надежность измерения дальности в легкой атлетике.

Для спортивных комплексов разного уровня могут использоваться различные дальномеры. Существуют дальномеры с автоматическим поиском и с ручным поиском цели. Кроме этого, они различаются по такому важному параметру, как угловая точность, что необходимо учитывать при подборе системы хронометража.

При использовании более дорогих дальномеров, после нажатия соответствующей кнопки, устройство самостоятельно находит отражатель и автоматически отображает результат (длину либо высоту) на дисплее.

Все дальномеры подключаются к компьютеру по протоколу RS 232. На компьютере должна быть установлена программа-клиент для легкой атлетики «Infield Client» (поставляется в комплекте). И уже эта программа-клиент передает результаты в секретарскую программу, которая управляет соревнованием.

Устройство для измерения дальности в легкой атлетике рассмотрено на основе лазерного дальномера LaserLynx, в котором используются импульсный полупроводниковый лазер, формирующая оптическая система, устройство поворота изображения, призма, датчик угла, электропривод, сумматор, линии задержки, ключевая схема, генератор тактовых импульсов, счетчик импульсов, считывающее устройство, схема совпадения, фотоприемник, приемная оптическая система.

PRO блок LaserLynx состоит из штатива, призмы полюс, призмы, бортовой батареи, запасного аккумулятора и кабеля передачи данных. Он связывает данные расстояния на любой ноутбук или карманное устройство.

Основные технические параметры лазерного дальномера: время замера 1,5 сек, автономность 6–8 часов, вес 6,1 кг, диапазон рабочих температур от – 20 °С до 50 °С, точность измерения до 1 мм, дальность измерения от 1,5 до 3000 м, разрешение 0,1 мм.

В данной работе было также рассмотрено применение лазерного дальномера LaserLynx для измерения высоты, измерения скорости ветра, его использование в стартовых системах, в системах фотофиниша и хронометража.

РЕВЕРСИВНЫЙ СЧЁТЧИК С ОПТОЭЛЕКТРОННЫМ ДАТЧИКОМ

Студент гр. 11312116 Величко А. В.

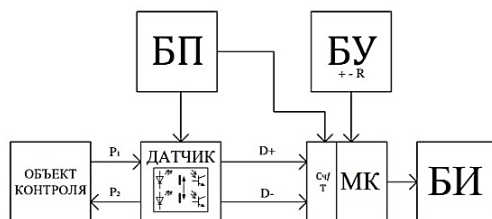
Кандидат физ.-мат. наук, доцент Тявловский К. Л.

Белорусский национальный технический университет

Реверсивный счетчик с оптоэлектронным датчиком применяется в машиностроении (измерение длин, перемещений, счет деталей и так далее), пищевой промышленности (счет бутылок, коробок, банок и другой продукции), во многих других отраслях промышленности.

Реверсивный счетчик с оптоэлектронным датчиком – это простой радиоэлектронный блок, который имеет интервал считывания от 0 до 99 999 единиц как в возрастающем, так и убывающем порядке.

В процессе разработки выполнен анализ устройств счётчиков событий и областей их применения; обоснован выбор микроконтроллера PIC16F84A; составлено техническое задание на разработку устройства, разработан алгоритм работы устройства, разработаны структурная и принципиальная схема устройства, разработан программный код работы устройства. Схема устройства обеспечивает ввод данных с оптоэлектронного датчика в микроконтроллер, который обрабатывает сигнал в соответствии с алгоритмом.



Результат счета, равный разности числа импульсов, поступающих на разные входы оптоэлектронного датчика, выводится на светодиодный индикатор. Разрядность примененного индикатора и алгоритм работы микроконтроллера обеспечивают подсчет числа импульсов, следующих с частотами до 10 кГц и ёмкостью счёта до $\pm 99\,999$.

Применение микроконтроллера позволило упростить принципиальную схему устройства и расширить функциональные возможности устройства счёта, вводя пороговые значения для выработки управляющих сигналов дополнительными исполнительными устройствами и элементами индикации достижения результата счёта пороговых значений.

Устройство подключается к источнику питания через стабилизатор напряжения.

КОНТРОЛЬ ТРУБОПРОВОДОВ МАЛОГО ДИАМЕТРА С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ ЦИФРОВОЙ РАДИОГРАФИИ «НОВОСКАН»

Студенты гр. 11312115 Гадайчук Я. А., Кишило Д. Н.

Кандидат техн. наук, доцент Ризноокая Н. Н.

Белорусский национальный технический университет

Цифровая радиография (DR) – это техника, позволяющая получать рентгеновское изображение на запоминающих гибких пластинах. Затем информацию считывают с пластины с помощью сканера для её последующей визуализации и анализа.

Цель научной работы – создание методики цифровой радиографии трубопроводов малого диаметра, анализ результатов контроля.

Область применения – лаборатории по неразрушающему контролю, контроль в полевых условиях, научные учреждения, а также частные и государственные предприятия, занимающиеся цифровым радиационным контролем.

В качестве детектора контроля выбран детектор NOVO 15 (см. рис. 1). Данный детектор производится компанией NOVO DR Ltd. В цифровой радиографии используются матричные полупроводниковые детекторы прямого и непрямого преобразования.

Портативный рентгеновский аппарат постоянного потенциала со встроенным аккумулятором CP 160В предназначен для работы в полевых условиях и труднодоступных местах (см. рис. 2). Обеспечивает высокое качество изображения для изделий в широком диапазоне толщин. Значительно превосходит импульсные рентгеновские аппараты, как по качеству получаемых рентгенограмм, так и по скорости работы.

Преимущества работы с данной аппаратурой: четкость изображения, широкий выбор форматов, портативность оборудования, универсальность, достаточно высокая чувствительность и производительность.



Рис. 1. Детектор NOVO 15WN



Рис. 2. Рентгеновский аппарат
CP 160B

ИЗМЕРЕНИЕ СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ В СПОРТИВНЫХ ЕДИНОБОРСТВАХ

Студент гр. 11902117 Юдин С. А.

Ст. преподаватель Ломтев А. А.

Белорусский национальный технический университет

Спорт в настоящее время играет неоднозначную роль. С одной стороны, спорт – это путь самосовершенствования, закалка собственного тела с целью достижения максимума из своих способностей. С другой же стороны, современный спорт – это довольно жёсткое «место», где в любой момент жизнь спортсмена может быть переломлена, как тонкий прут, когда спортсмен выжимает из себя все соки в надежде выиграть несколько сотых секунды, чтобы опередить соперников и доказать, что он лучший из всех, когда человек принимает стимуляторы и наркотики с той же целью, но с риском остановки сердца прямо на финишной черте. Всевозможные нюансы и очень незначительные мелочи могут свести все усилия на нет. Слишком усердно тренировался? Получил нервное и физическое истощение. Нанёс удар в боксёрском матче слишком сильно или очень слабо? Травма кисти с последствиями на всю жизнь. Именно поэтому важно серьёзно подходить к процессу тренировки.

Тренажёры, позволяющие измерить силу удара (его импульс), различаются один от одного, будь то конструкция или сама технология измерения. Но все они имеют одну константу – место, куда нужно ударить и где необходимо замерить силу удара. Боксёрская груша с герметичной полостью внутри, заполненной жидкостью или газом, с датчиком, измеряющим давление при сжатии объёма. Две пластины, стоящие параллельно друг другу, с датчиком, измеряющим изменение расстояния между пластинами. Или тренажёр, способный измерять не только силу удара, но и психологическое и физическое состояния тренирующегося, дающий рекомендации для улучшения процесса тренировки спортсмена и возможность проведения спарринга не против живого противника, а против специального конструкта, следующего за человеком по рингу и наносящего удары.

В данной работе рассмотрен тренажер для тренировки спортсменов, состоящий из следующих главных блоков: блок управления, блок обработки, блок усилителей, блок аналого-цифровых преобразователей, блок световой индикации. В качестве первичного преобразователя был выбран пьезоэлектрический датчик давления Kistler 6005 с коэффициентом преобразования измеряемого давления в заряд $K_p = 10 \text{ пКл/Па} \cdot 10^{-5}$ и с верхней границей рабочего диапазона частот $f_p = 140 \text{ кГц}$.

Проведён анализ информативности использованного первичного преобразователя с помощью обобщенного показателя качества.

ПРИБОР КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРЫ

Студент гр. 11312116 Касьмин В. Ю.

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

Белорусский национальный технический университет

Производственная и аграрная деятельность человека нарушает баланс химических элементов в атмосфере, что ведет к ухудшению экологической обстановки, изменению климата, сказывается на здоровье людей. В наши дни проблемы загрязнения окружающей среды приобрели большое значение. Целью данной работы является разработка прибора контроля качества атмосферы с использованием методов оптической диагностики.

К прибору предъявляются следующие требования: дальность зондирования до 1000 м, возможность анализа оптических сигналов с разной длиной волны. Функциональная схема прибора контроля качества атмосферы представлена на рис.

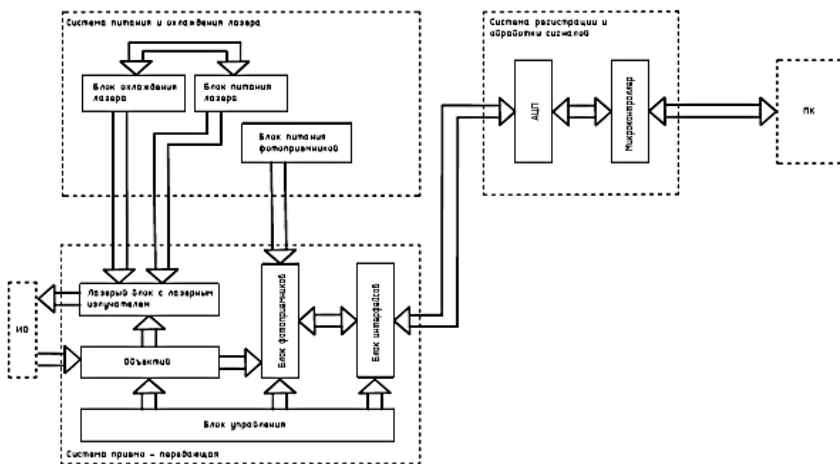


Рис. Прибор контроля качества атмосферы

Прибор состоит из нескольких подсистем: питания и охлаждения; приемо-передающей; регистрации и обработки сигналов.

В качестве блока управления и обработки измерительных сигналов выбрана отладочная плата STM32F103C8T6, реализованная на основе 32-х разрядного микроконтроллера. Применение микро-отладочной платы позволило упростить принципиальную схему и предоставляет возможность для различных модификаций прибора и оперативного изменения его функциональности.

ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ОБЪЕКТОВ В ПЕЧАХ

Студенты гр. 11312115 Кишило Д. Н., Гадайчук Я. А.

Ст. преподаватель Куклицкая А. Г.

Белорусский национальный технический университет

Тепловой неразрушающий контроль – это контроль, основанный на регистрации температурных полей объекта контроля. Применяется в лабораториях по неразрушающему контролю, контролю в полевых условиях, в промышленных предприятиях, предприятиях для хранения и переработки нефти и нефтепродуктов, а также химической отрасли.

Цель научной работы – создание методики тепловизионного контроля объектов в печах. Анализ результатов контроля.

В данном дипломном проекте для контроля поверхности радиантной части трубчатой печи П-301, а именно нагревательного элемента – змеевика, в результате сравнительного анализа, предпочтительно выбран был тепловизор FLIR GF-309 (рис.).

Печь П-301 используется на нефтеперерабатывающем заводе Нафтан и Мозырском НПЗ. В процессе выполнения проекта был осуществлен теплови-зионный контроль, получены термограммы контролируемого объекта и составлен отчет (протокол) контроля. Допустимая норма температуры контролируемого объекта 533 °С. По результатам контроля, температура на поверхности змеевиков (локальных участках), превышена допустимой на 180 °С. Это свидетельствует о перегреве, который приводит к образованию отдулин и выхода элемента из строя.

Таким образом, тепловой неразрушающий контроль является эффективным методом обнаружения нарушений тепловых режимов трубчатых печей, приводящих к выходу из строя нагревательных элементов печи.



Рис. Тепловизор
FLIR GF-309

КОМПЬЮТЕРНАЯ РЕНТГЕНОГРАФИЯ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЗАПОМИНАЮЩИХ ПЛАСТИН

Студенты гр. 11312115 Климашонок В. Л., Лях Л. А.

Ст. преподаватель Куклицкая А. Г.

Белорусский национальный технический университет

Компьютерная рентгенография – исследование внутренней структуры объектов, которые проецируются при помощи рентгеновских лучей на специальную запоминающую пластину. Применяется в медицине, нефтегазовой отрасли, аэрокосмической отрасли, автомобильной промышленности, электростанции, научных исследований и разработки, оборонной промышленности, музеях.

Компьютерная радиография (CR) является цифровым эквивалентом обычной радиографической пленки, одновременно обеспечивая огромные преимущества: отсутствие расходных материалов и значительное уменьшение времени получения изображения.

Цель научной работы – создание методики компьютерной рентгенографии труб большого диаметра. Анализ результатов контроля труб большого диаметра с применением запоминающих пластин.



Рис. Сканер CR 35

В результате выполнения дипломного проекта разработана методика компьютерной рентгенографии труб большого диаметра с применением запоминающих пластин.

В процессе выполнения проекта был осуществлен анализ существующих методов контроля труб большого диаметра и их технических решений; определены основные типы выявляемых дефектов при контроле труб большого диаметра; обоснован выбор метода компьютерной радиографии при контроле труб большого диаметра.

Проанализированы пути совершенствования и развития разрабатываемой методики контроля труб большого диаметра; синтез структурных и электрических схем прибора, применяемого в ходе контроля; разработан алгоритм процесса контроля; проанализированы методики контроля компьютерной радиографии; обоснован выбор приборов для компьютерной радиографии: Egeseo и сканер CR – 35 (рис.).

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Магистрант гр. ПБ-51 Ковеня В. М.

Кандидат техн. наук, доцент Шевченко В. В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Изменение размеров режущего инструмента, которое происходит вследствие его износа, является одной из главных причин снижения точности обработки на металлорежущих станках. В основном ресурс инструмента сравним с трудоемкостью обработки заготовки. Прерывания процесса механической обработки часто приводит к браку дорогой детали из-за износа инструмента.

Определение величины износа инструмента можно проводить после каждого цикла обработки [1], но спрогнозировать момент наступления критического состояния инструмента (скол, поломка и т. д.) все так же трудно. Оптимизация процессов резки абсолютно невозможна без информации об интенсивности износа инструмента, так как именно она определяет продолжительность резки до момента замены инструмента.

На основе расчетной устойчивости осуществляется контроль состояния и замена инструмента в реальных производственных условиях [1]. Устойчивость инструмента в одной партии колеблется от 15 до 35 % в зависимости от его качества [2]. Так как время работы инструмента определяется худшим образцом в партии, то наиболее устойчивые образцы при фиксированном выработке используют свой ресурс всего лишь на 65 %. Решить эту проблему позволяет виброакустическая диагностика, применяя в процессе механической обработки свои хорошо отработанные методы виброакустического контроля состояния объекта диагностирования. Виброакустический контроль процесса резки позволяет повысить точность формообразования и соразмерную точность за счет коррекции траектории инструмента, с учетом текущего значения износа; вести оптимальное управление по критерию износа инструмента.

Внедрение в практику механообработки данного метода управления процессом резки позволит избежать брака и гибко изменять режим резания в зависимости прогноза стойкости инструмента. Тем самым обеспечивается завершения текущего технологического перехода без потери качества обработки. Оснащение резцов переменной твердосплавной режущей пластиной и снижение ее цены снимает остроту вопроса, связанного с расходом державок для резцов. В этом случае на первое место выходит проблема качества изготовленной детали.

Литература

1. Подураев, В. Н. Активный контроль износа инструмента методом акустической эмиссии / В. Н. Подураев, А. А. Барзов, А. В. Кибальченко // Вестник машиностроения, 1985. – № 4. – С. 14–19.
2. Грановский, Г. И. Резание металлов / Г. И. Грановский, В. Г. Грановский. – М.: Высшая школа, 1985. – № 10. – С. 21–29.

УДК 658.6

АДАПТИВНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Магистрант гр. ПБ-51 Ковеня В. М.

Кандидат техн. наук, доцент Шевченко В. В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Адаптивная система – это система, в которой реализуется принцип адаптации. Адаптация – это процесс изменения определенных параметров на основе информации, которая получается во время управления, чтобы достичь оптимального качества управления при начальной неопределенности и условий работы, которые изменяются [1]. Разница между адаптивными системами и оптимальными заключается в том, что в оптимальных системах показатель качества обеспечивается при определенных параметрах объекта, а в адаптивных системах – при различных параметрах за счет действия дополнительных элементов адаптации. При адаптивном управлении алгоритм выработки управленческих воздействий автоматически изменяется в процессе функционирования системы управления.

С развитием техники количество объектов, для которых целесообразно применять принципы адаптации, возрастает. Причины применения принципов адаптации можно разделить на две группы:

а) сложность и изменчивость характеристик объектов и внешней среды (дестабилизирующие факторы внешней среды: механические; погрузочные; климатические; изменения в системе питания и т. д.);

б) возрастание требований к технико-экономическим и точностным характеристикам систем.

Современный уровень развития автоматизации характеризуется увеличением мощности единичных агрегатов, неуклонной интенсификацией ТП, увеличением доли нестационарных и нелинейных объектов управления, повышением требований к качеству процессов управления. Типичным является случай, когда отсутствует точное математическое описание технологического объекта или происходит изменение его параметров неизвестным образом в широких пределах [2].

При введении элементов адаптации система усложняется, а значит и снижается ее надежность. Значит, применение принципов адаптации требует анализа эффективности. Адаптивная система управления является областью современной теории управления, отражающей объективную тенденцию современной автоматизации к решению все более сложных и универсальных задач управления промышленными объектами.

Литература

1. Александровский, Н. М., Егоров, С. В., Кузин, Р. Е. Адаптивные системы автоматического управления сложными технологическими процессами. – М.: Наука, 1973.
2. Остафьев, В. А., Тымчик, Г. С., Шевченко, В. В. Адаптивная система управления. Механизация и автоматизация управления. – Киев. – С. 18–20.

УДК 621.391

ВОЗМОЖНОСТЬ СОКРЫТИЯ ДАННЫХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СПЕЦИАЛЬНОЙ ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЫ

Ст. преподаватель Ковынёв Н. В.

Московский государственный технический университет
имени Н. Э. Баумана

Применение специальной файловой системы для защиты носителей от копирования известно. Оно основывается на следующих положениях: типичный сценарий использования файловой системы энергонезависимого носителя – это последовательное чтение или запись файлов; параллельная обработка отсутствует, в один момент времени осуществляется работа с одним файлом; расширенные возможности современных файловых систем, такие как дополнительные потоки файлов, журналирование и квоты не требуются.

Одними из основных задач, поставленных при разработке специальной файловой системы, были: обеспечение надежного сокрытия данных; обеспечение скорости работы и эффективности использования дискового пространства, сравнимых с данными параметрами стандартных файловых систем энергонезависимых носителей; обеспечение целостности скрытых данных и максимизация возможности их восстановления при повреждении файловой системы; минимизация объема служебных данных, как для повышения полезной емкости, так и для усложнения атак на файловую систему; минимизация требований к программно-аппаратным ресурсам с целью реализации на как можно более широком ряде существующих и перспективных аппаратных средств регистрации и хранения данных.

Отличием предлагаемой модели специальной файловой системы (рис. 1, 2) является задача для сокрытия части или всех данных на CD/DVD, тогда как известная файловая система предназначена для сокрытия изображений на картах памяти цифровых фотоаппаратов.

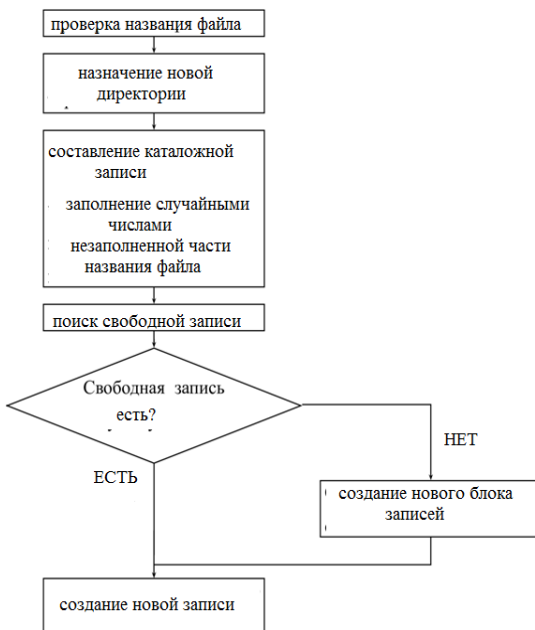


Рис. 1. Стеганографическая файловая система: создание файла

Для размещения скрываемых данных, аналогично, выбираются блоки носителя-контейнера, не используемые основной (видимой) файловой системой носителя [1].

В качестве основной файловой системы поддерживаются две наиболее распространенные файловые системы энергонезависимых носителей – FAT для твердотельных носителей и UDF для оптических носителей.

Блоки носителя выбираются из числа незанятых основной или скрытой файловой системой.

Специальная файловая система поддерживает и хранит на носителе карту занятых ей блоков. Это позволяет значительно ускорить подготовку к работе файловой системы за счет использования небольшого (один бит на каждый блок носителя) количества места под карту. Сама карта занятых блоков защищена контрольной суммой и при повреждении может быть восстановлена с помощью обхода дерева файлов.

Файл размещается как связный список блоков – каждый блок содержит номер следующего блока или 0. Для контроля целостности каждый блок характеризуется контрольной суммой. Кроме того, отсутствует индекс-ный блок (i-node), характерный для *nix файловых систем, на которых основаны существующие методы сокрытия на макроуровне. Это позволяет размещать файлы малого размера в одном блоке носителя вместо двух [2].

В случае повреждения файловой системы, обнаруживаемой в том числе с помощью контрольных сумм блоков, производится автоматическое восстановление. Файлы обрезаются до ошибочного блока, карта занятых блоков составляется заново.

Директория представляет собой особый тип файла, состоящий из каталожных записей. Каталогная запись содержит следующие сведения: тип записи (файл, каталог, пустая запись); размер (неопределен для каталога); первый и последний блок файла, или 0, если файл пуст; время последней модификации; имя.

Специальная файловая система начинается с корневой директории, размещенной в корневом блоке. Номер корневого блока выбирается пользователем произвольно и служит стеганографическим ключем.

При удалении файла все его блоки и его каталожная запись заполняются случайными данными. Принцип заполнения случайными данными по возможности используется и для прочих данных специальной файловой системы.



Рис. 2. Стеганографическая файловая система: открытие файловой системы

Таким образом, скрываемые данные эффективно размещаются на носителе, а их случайное размещение и шифрование служат защитой от несанкционированного доступа.

Очевидной проблемой такого рода схемы является возможность повреждения скрываемых данных при записи в видимую файловую систему стандартным программным обеспечением. Следовательно, при нормальной работе требуется производить запись в видимую файловую систему до записи скрываемых данных, либо с помощью модифицированного программного обеспечения, учитывающего факт наличия на носителе специальной файловой системы.

Литература

1. Соловьев, А. И. Обзор и сравнение инструментов защиты современных файловых / А. И. Соловьев, А. Н. Голубев. – Белгород. Успехи современной науки. – № 1. – 2017. – 122–126 с.

2. Матьюк, С. П. Обеспечение безопасности информационных систем методами интеллектуального анализа данных / С. П. Матьюк – Санкт-Петербург. Материалы II Международной научно-практической конференции «Теоретические и прикладные вопросы комплексной безопасности», Петровская академия наук, 2019. – С. 42–43.

УДК 621.3.049.77: 681.586

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ УДАЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Студент гр. 741291 Касьянов Т. А.¹

Кандидат техн. наук, доцент Здоровцев С. В.²

¹Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники,
²ОАО «МНИПИ»

Система предназначена для сбора и обработки данных, поступающих с распределенных цифровых сенсорных устройств, позволяющих измерять различные параметры удаленных объектов (температура, влажность, давление и др.). Структурная схема системы представлена на рис.

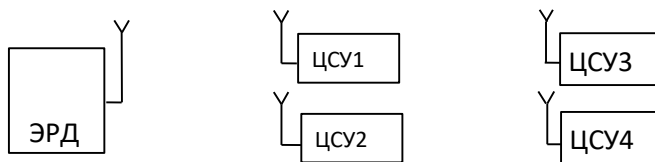


Рис. Структурная схема системы контроля

Измерительная информация в виде пакета цифровых данных с цифровых сенсорных устройств (ЦСУ) поступает на электронный регистратор данных (ЭРД) в котором осуществляется обработка полученной информации. Прием-передача данных выполняется по беспроводному каналу связи с использованием радиомодулей, подключаемых к ЦСУ и ЭРД. В качестве приемо-передатчика выбран радиомодуль NRF24L01, обеспечивающий многоканальную связь на частоте 2,4 ГГц на расстояние до 1000 м.

ЭРД построен на базе одноплатного компьютера Raspberry Pi3 на основе 64-разрядного четырехъядерного ARM v.8 Cortex-A53 процессора Broadcom BCM2837B0 с тактовой частотой до 1.4 ГГц. Процессор работает под управлением операционной системы Raspbian на базе Linux.

В качестве индикатора в ЭРД использован встраиваемый дисплей Raspberry Pi 7" Touchscreen Display с диагональю экрана 7 дюймов и разрешением 800×480 пикселей. Вывод данных на дисплее ЭРД осуществляется в цифровой и графической форме с последующим запоминанием и формированием архивов данных. Экран поддерживает сенсорное управление (ёмкостная технология) с возможностью одновременного распознавания до 10 прикосновений.

Разработанная система может быть использована для контроля различных параметров удаленных объектов, а также для мониторинга состояния окружающей среды.

УДК 621

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ ТРУБОПРОВОДОВ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФАЗИРОВАННЫХ РЕШЕТОК

Студенты гр. 11312115 Лях Л. А., Климашонков В. Л.

Ст. преподаватель Куклицкая А. Г.

Белорусский национальный технический университет

Газопроводы и все их элементы представляют серьезную опасность. Со временем на объектах газораспределительных систем могут возникнуть повреждения оборудования, которые, в итоге, могут привести к развитию аварии, ущербу имущества, выбросу газа в окружающую среду, нарушению условий жизни при сбоях в газоснабжении и даже травмированию людей.

Целью научной работы является разработка методики ультразвукового контроля трубопроводов газораспределительной системы с применением фазированных решеток.

Для разработки методики выбран метод фазированных решеток, а также дефектоскоп SIUI SyncScan, совместимый со специальным сканером LPS-

01, что позволяет реализовать метод фазированных решеток для труб малого диаметра.

Общий вид дефектоскопа представлен на рис.



Рис. Дефектоскоп SIUI SyncScan

Разработанная методика контроля трубопроводов газораспределительной системы включает следующие основные этапы:

1. Подготовка объекта, включающая зачистку объекта и нанесение контактной жидкости;
2. Установка сканера LPS-01;
3. Настройка параметров ультразвукового пучка;
4. Сканирование объекта;
5. Поиск дефектов на изображениях или их отсутствие;
6. Оформление результатов проведенных исследований.

УДК 621.317.799:621.382

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС

Студент гр. 640401 Малахов Е. Н.¹

Лисенков Б. Н.²

¹Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники

²ОАО «МНИПИ»

Представлен комплекс для автоматизации контроля параметров тестовых структур при испытаниях изделий микроэлектроники на радиационную стойкость. Комплекс содержит измеритель вольтамперных характеристик (ВАХ), матричный коммутатор 5×48 и компьютер (рис.).

Измеритель ВАХ выполнен на базе измерителя ИППП-1/6. Он формирует испытательные сигналы тока (напряжения) в диапазонах $\pm 0,2$ А (± 120 В) и, с высокой чувствительностью (10 мкВ, 10 фА), измеряет возникающие ответные сигналы напряжения (тока).

Коммутатор содержит четыре модуля, включающих по $5 \times 12 = 60$ сдвоенных герконных реле в узлах матрицы, и по 5 реле для изоляции узлов, не используемых в выбранном тесте. Порты коммутатора (48 шт. на задней панели) снабжены клеммниками разъемными 15EDGRC-3.81-03Р, допускающими подключение коаксиальных или триаксиальных кабелей.

ПК обменивается информацией с измерителем ВАХ и с матричным коммутатором по интерфейсам USB.

Работа с комплексом не требует знаний в области программирования при проведении измерений и при подготовке программ автоматизированного контроля.

Команды управления коммутатором соответствуют стандарту SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments), что позволяет использовать его самостоятельно.

Комплекс создан для центра коллективного пользования НАН Беларуси «Радиационный центр».

Литература

1. Лисенков, Б. Н., Огородников, Д. А. / Коммутация тестовых приборных структур при испытаниях на радиационную стойкость // 8-я Международная научная конференция по военно-техническим проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения. Сборник научных статей. В 5 ч. / Государственный военно-промышленный комитет Республики Беларусь. – Минск, 16–17 мая 2019 г. Часть 1. – С. 76–79.



Рис. Измерительный комплекс

СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОЙ БИОИМПЕДАНСОМЕТРИИ

Студент гр. БП-61 Мартыненко В. И.

Кандидат техн. наук, доцент Терещенко Н. Ф.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Биоимпедансный анализ входит в перечень наиболее популярных в Восточной Европе диагностических методов исследования электрической проводимости биологических тканей, который позволяет получить функциональную оценку состояний организма. Значение импеданса, полученное устройством биоимпедансного анализа, может иметь крайне высокую информативность, так как его значения могут свидетельствовать о различных нарушениях обмена веществ и неявных заболеваниях тканей в внутренней сфере человека [1].

Зная, что практическим путем невозможно добиться максимальной информативности и передачи реальных, неискажённых исследуемых параметров организма, проектировщикам требуется добиться максимальной помехоустойчивости и минимизировать информативные потери систем комплексной биоимпедансометрии (СКИ). Исходя из тех же соображений, исследование значений электрической проводимости нерационально без учёта температурного воздействия на регистрируемое СКИ значения импеданса и неоднородности электрического поля в зоне стимуляции и измерения [2].

В процессе биоимпедансометрического измерения к пациенту подключаются по одной паре токовых и региональных потенциальных электродов, которые в дальнейшем снимают значения напряжения на региональных исследуемых участках. Полученные напряжения на конечностях вычитывают из общего падения напряжения на организме, получая искомую величину напряжения, пропорциональную реальному импедансу исследуемого участка. Однако важно учитывать температурную поправку, созданную объектом исследования, которая регистрируется датчиком температуры. Структурная схема устройства для реализации комплексной биоимпедансометрии представлена ниже на рис.

Предложенная нами система комплексной биоимпедансометрии позволяет существенно уменьшить влияние неинформативных температурных параметров организма на значение полезного сигнала импеданса, в результате чего значительным образом повышается точность измерения электрической проводимости.

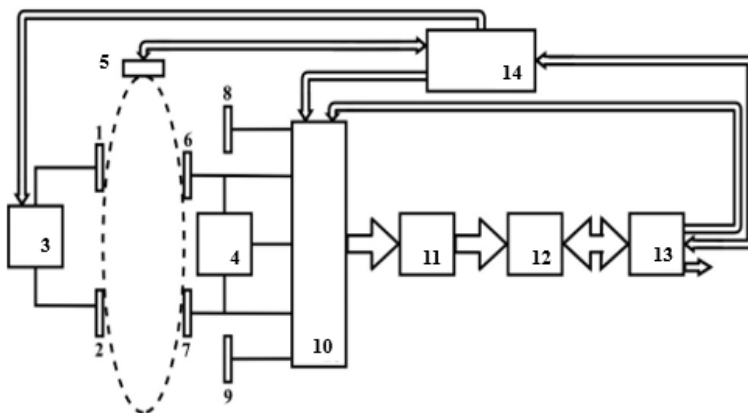


Рис. Система комплексного биоимпедансного анализа: 1, 2 – токовые электроды; 3 – генератор; 4 – делитель напряжения; 5 – температурный датчик; 6, 7 – региональные потенциальные электроды; 8, 9 – периферические потенциальные электроды; 10 – коммутатор; 11 – детектор; 12 – аналоговый преобразователь; 13 – блок обработки и индикации; 14 – блок управления температурной поправкой, коммутации и индикацией параметров

Температурные показатели t в $^{\circ}\text{C}$ объекта исследования снимаются датчиком температуры (5) и передаются на блок управления температурной поправкой, коммутации и индикации (14), который в свою очередь регулирует показатели в соответствии с зависимостью импеданса от температуры через блок обработки и индикации (13), который указывает откалиброванные значения импеданса исследуемой зоны.

Литература

1. Цапенко, В. В. Исследование параметров влияния электрических сигналов на эффективность введения фармакологических препаратов в биологическую ткань / В. В. Цапенко, Н. Ф. Терещенко // Материалы 9-й Международной научно-технической конференции молодых учёных и студентов в 2 томах, 20–22 апреля 2016 г., Минск, БНТУ. – 2016. – Том 1. – 135 с.
2. A. Kyrylova and N. Tereshchenko. Estimation of ultrasound influence on biological tissue, in Proc. XIII Int. Ph.D. Workshop OWD 2011, Conference Archives PTETIS, Wisla, Poland, 2011, pp. 319–323.

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ АНЕМОМЕТР

Студент гр. 11902117 Перминов В. В.

Ст. преподаватель Ломтев А. А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в парусном спорте наиболее важными параметрами для измерения являются скорость ветра и направление его движения, которые напрямую влияют на успех в данной спортивной дисциплине. Для измерения этих величин используют анемометры.

Существует несколько типов анемометров, различающихся по принципу действия:

- чашечные анемометры, в которых скорость ветра измеряется пропорционально скорости вращения ротора;
- термоанемометры, в которых фиксируется изменение температуры нагретого тела;
- ультразвуковые анемометры, основанные на измерении скорости звука, зависящей от его направления (так, навстречу ветру скорость звука ниже, чем в неподвижном воздухе, по ветру – наоборот, выше).

Рассматриваемый в работе анемометр относится к типу ультразвуковых анемометров, в которых скорость звука, изменяется в зависимости от направления движения воздуха относительно пути распространения звука.

В данном устройстве при расчёте компонент вектора скорости использовалась следующая формула:

$$V_i = \frac{L_i(t_{1i} - t_{2i})}{2t_{1i}t_{2i}} \quad (1)$$

где i – номер канала, t_{1i}, t_{2i} – время прохождения звука в прямом и обратном направлении для соответствующих каналов, L_i – длина измерительной базы воздушного зазора, V_i – скорость ветра.

Для определения скорости ветра используется система из восьми измерительных преобразователей, попарно образующих четыре измерительные базы, которые расположены на двух ортогональных сварных фермах в виде обруча, находящихся под углом 90° в горизонтальной и 45° в вертикальной плоскостях.

Ультразвуковой анемометр построен таким образом, что генератор, который формирует ультразвуковой импульс, и блок обработки сигнала являются общими для всех датчиков, а переключение соответствующих пьезодатчиков на передачу и приём осуществляется коммутатором, который управляется микроконтроллером.

Для приёма и фиксации тактовых импульсов от генератора в схеме реализован аналоговый компаратор, управляемый микроконтроллером. Также учитывается разброс характеристик датчиков и трудность точной юстировки датчиков вдоль осей баз, что в итоге приводит к разбросу уровней принятого сигнала на выходе коммутатора при включении датчиков различных измерительных баз. Поэтому в блоке обработки сигнала реализована АРУ для каждой пары измерительных преобразователей.

Одним из основных узлов ультразвукового анемометра является восьмиразрядный флеш-микроконтроллер PIC18F452, который выполняет следующие функции:

- загрузки конфигурации ФРАА и кода коммутатора через последовательный интерфейс SPI;
- управления работой коммутатора;
- формирования тактовой частоты 16 МГц для ФРАА;
- таймера для отсчёта времени пролёта ультразвукового импульса;
- таймера для дублирования импульса компаратора ФРАА, чтобы исключить «зависания» программы;
- последовательного порта USART для передачи данных на хост-компьютер;

Результатом работы устройства являются 4 вектора скорости ветра, ориентированные вдоль осей датчиков. Данное представление является не вполне удобным, поэтому предусмотрена возможность программного перехода к трёхкомпонентному вектору скорости ветра в декартовой системе координат.

Для последующего применения данного типа анемометров важной задачей является обеспечение их метрологических характеристик по показателям назначения, т. е. определение погрешностей измерений величин в заданных диапазонах.

Для определения абсолютной погрешности измерения проекций вектора скорости на оси координат использовалась следующая формула:

$$V = \sqrt{\left(\frac{t_2 - t_1}{2t_1 t_2} \Delta x\right)^2 + \left(\frac{x}{2t_1^2} \Delta t_1\right)^2 + \left(\frac{x}{2t_2^2} \Delta t_2\right)^2} \quad (2)$$

В данной работе был рассмотрен прибор, являющийся экономичным, малогабаритным и не требующим сложной настройки, что позволяет использовать его для измерения скорости и направления ветра в парусном спорте.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ GROW BOX ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАССАДЫ В ИНДИВИДУАЛЬНЫХ И ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ

Магистрант Перминов Д. А.

Доктор техн. наук, профессор Юран С. И.

Ижевская государственная сельскохозяйственная академия

В работе представлен разработанный и апробированный макет установки Grow Box, предназначенный для выращивания растений. Установка оборудована автоматикой для поддержания основных параметров микроклимата близких к идеальным для растений различных культур. Основные функции системы автоматического регулирования (САР): поддержание заданных параметров температуры и влажности воздуха внутри установки, а также влажности почвы. Для обеспечения требуемого светового режима выращивания растений установка снабжена фитолампами, с подобранным для каждой культуры своим спектром излучения. При отклонении текущих регулируемых параметров от заданных включается обогрев воздуха внутри корпуса установки и вентиляция, а также осуществляется автоматический полив.

Структурная схема САР содержит датчики регулируемых параметров, реле для управления исполнительными устройствами, обеспечивающими обогрев, вентиляцию, полив и освещение, приемопередатчики (модули Bluetooth, Wi-Fi). Основным элементом электрической схемы САР является микроконтроллер Arduino Nano.

Для программирования МК использована программа FLProg. Она позволяет программировать и задавать логику микроконтроллеру на двух языках: FBD и LAD. С помощью программы FLProg компилируется исходный код в программу Arduino IDE. Arduino IDE – это приложение, которое позволяет составлять программы в удобном текстовом редакторе, компилировать их в машинный код, и загружать на все версии Arduino.

Положительными сторонами проекта являются возможность управления процессами в установке дистанционно с помощью мобильного телефона, а также относительная дешевизна построения и эксплуатации установки.

Разработанная установка опробована на выращивании меристемных растений. Она может найти применение в частных и небольших фермерских хозяйствах при выращивании, например, элитных сортов растений. Создание и программирование такой установки под силу человеку, не обладающему профессиональными навыками в электронике и программировании.

ИЗМЕРИТЕЛЬ ИНТЕНСИВНОСТИ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

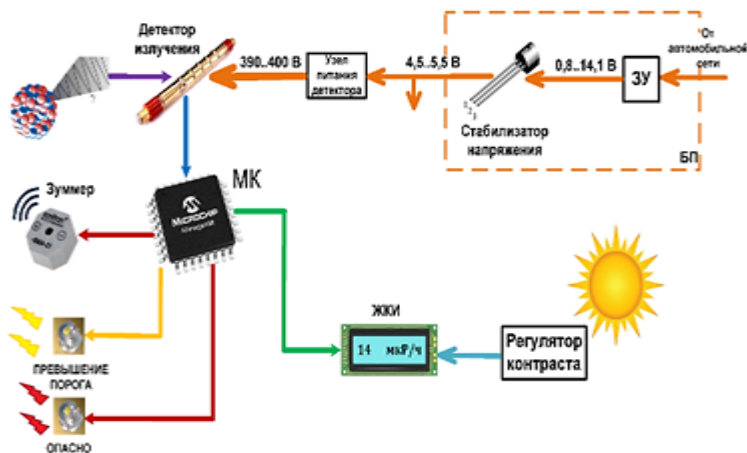
Студент гр.11312116 Пузырёва А. М.

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

Белорусский национальный технический университет

Рентгеновское излучение широко используется в проведении неразрушающего контроля сварных соединений и исследовании различных материалов на наличие скрытых дефектов, медицине. В то же время, рентгеновские лучи опасны для здоровья дефектоскописта, что определяет актуальность разработки эффективных аппаратных средств, контролирующих рентгеновское излучение.

Измеритель рентгеновского излучения на базе микроконтроллера ATmega 168 спроектирован с использованием счетчика Гейгера–Мюллера СБМ-20. Устройство обеспечивает индикацию интенсивности излучения на ЖК-дисплее, предупреждение пользователя световой и звуковой индикацией о превышении опасного порогового значения излучения. Для зарядки устройства от бортовой сети автомобиля предусмотрен модуль питания и заряда аккумулятора измерителя.



Областью практического применения измерителя является измерение экспозиционной дозы излучения в медицине, неразрушающем контроле, радиационной химии, пищевой промышленности.

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ СКОРОСТИ ЗВУКА С МАЛОШУМЯЩИМИ ТОЧЕЧНЫМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ

Магистрант Радькова В. И.¹

Доктор техн. наук, профессор Баев А. Р.²

¹Белорусский национальный технический университет

²Институт прикладной физики НАН Беларуси

В данной работе рассмотрено устройство контроля скорости звука с малошумящими точечными преобразователями. Устройство относится к неразрушающему контролю. Данное устройство относится к ультразвуковому методу неразрушающего контроля. Этот метод является наиболее распространённым при поиске внутренних дефектов.

Целью работы является разработка конструкции датчика с точечным контактом, разработка печатной платы данного устройства, создание работоспособного макета датчика и измерительной установки, пригодного для проведения ультразвукового контроля дефектов поверхности.

Принцип проведения контроля и измерений при помощи ультразвукового импульсного метода основан на том, что излучатель посылает в изделие ультразвуковые импульсы, а при встрече с преградой, например, с дефектом, часть энергии ультразвуковой волны отражается и возвращается обратно к излучателю. Приёмник ультразвуковых колебаний преобразует прошедшие через изделие ультразвуковые колебания в электрические, которые поступают на экран – основной индикатор дефектоскопа. Электронный блок дефектоскопа измеряет время прохождения импульса до объекта отражения и обратно с последующим пересчётом в расстояние.



В ходе разработки, для проверки работоспособности устройства, осуществлено макетирование устройства контроля скорости звука с малошумящими точечными преобразователями. На рисунке наглядно изображён датчик во время проведения эксперимента.

Эксперимент показал, что при излучении ультразвуковых колебаний, в случае если обнаружен дефект, амплитуда сигнала снижается либо становится практически равна 0.

ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ ДАТЧИК ПРИБЛИЖЕНИЯ

Магистрант Русинович Н. С.

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

Белорусский национальный технический университет

В измерительной технике широко применяются датчики приближения различного типа. Индуктивные и емкостные виды датчиков обладают рядом недостатков (реакция индуктивного датчика только на металл или сильное влияние внешних электромагнитных полей для емкостных датчиков). Поэтому для реализации датчика приближения был выбран оптический метод.

В состав оптического датчика перемещений, как правило, входят три компонента: источник света, фотодетектор и устройства, управляющие светом (линзы, зеркала, оптические волокна и т. д.). Схемы оптического датчика с отдельным приемником и излучателем приведены на рис.



Рис. Схемы оптического датчика малых приближений

В качестве приемника предлагается использовать (рис. 1, б) квадрантный фотоприемник с четырьмя площадками – «A-D». При перемещении объекта контроля 2 относительно излучателя 1 происходит и перемещение светового пятна (5, 5*) по площадкам квадрантного фотоприемника, и анализ соотношения сигналов различных площадок датчика позволяет определить расстояние между поверхностью объекта и платой измерительного зонда, на которой закреплены излучатель 1 и фотоприемник 4. Диагональное расположение квадрантного фотоприемника позволяет уменьшить погрешность контроля для положений светового пятна 5* вблизи центра фотоприемника. Диапазон контролируемых перемещений и чувствительность датчика можно регулировать путем изменения угла падения оптического луча на поверхность объекта контроля. При настройке положения фотоприемника 4 на плате измерительного зонда положение светового пятна 5* удобно использовать для реализации режима стабилизации величины зазора между измерительным зондом и поверхностью объекта контроля. В этом случае сигналы управления приводом измерительного зонда могут формироваться компарированием сигналов «A-B» и «C-D».

МОДУЛЬ ПРИЕМА-ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ СЕНСОРНЫХ УСТРОЙСТВ

Студент гр. 741291 Селицкий Р. В.¹

Кандидат техн. наук, доцент Здоровцев С. В.²

¹Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники,
²ОАО «МНИПИ»

Модуль предназначен для приема данных, поступающих с цифровых сенсорных устройств различного функционального назначения (сенсоры температуры, влажности, водородного показателя растворов и др.) их обработки и последующей передачи на электронный цифровой регистратор (ЭЦР). Структурная схема модуля представлена на рис.

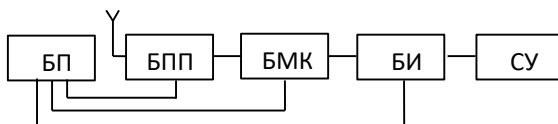


Рис. Структурная схема модуля приема-передачи данных

Измерительная информация в виде пакета цифровых данных с цифрового модуля сенсорного устройства (СУ) через блок интерфейса (БИ) поступает на вход блока микроконтроллера (БМК), в котором осуществляется обработка полученных данных с последующей передачей на блок приема-передачи данных (БПП). Питание функциональных блоков модуля осуществляется автономным блоком питания (БП), выполненным на линейном стабилизаторе напряжения NCP551SN33T1G. БИ содержит схему задержки включения шины USB, которая необходима для последовательного замыкания линий питания и передачи данных. БМК построен на базе микроконтроллера STM32F407VGT6TR и осуществляет обмен данными между СУ и БПП. Передача данных на ЭЦР осуществляется по протоколу беспроводной связи Bluetooth. С этой целью в БПП применен модуль связи HC-06. В качестве ЭЦР может быть использован электронный планшет или смартфон с установленным прикладным ПО. Основные требования к операционной системе ЭЦР-Android 7.0 и выше. Вывод данных на панели ЭЦР осуществляется в цифровой и графической форме с последующим запоминанием и формированием архивов данных.

Разработанный модуль может быть использован при создании мобильных измерительных и диагностических систем контроля и мониторинга состояния окружающей среды и удаленных объектов.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕМАТИЧЕСКОГО ЖИДКОГО КРИСТАЛЛА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ МАТЕРИАЛА

Студенты гр. 11312117 Сикорская К. В., Лозюк М. М.

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

Белорусский национальный технический университет

Основной областью применения нематических жидких кристаллов (НЖК) являются дисплеи, но НЖК могут также применяться и при изучении свойств поверхности материала, что позволяет с помощью поляризационной микроскопии выявить дефекты, которые не обнаруживаются обычным оптическим микроскопом.

В работе представлены основы поляризационного метода при нанесении свободных пленок НЖК на изучаемую поверхность.

Физической основой для визуализации дефектов поверхности является исходная упорядоченность молекул НЖК, которая может быть нарушена дефектами или неоднородностью поверхности, что приводит к деформации граничного слоя НЖК. С помощью наблюдения в поляризационный микроскоп на просвет или на отражение можно увидеть возникающие деформации граничного слоя НЖК, связанные с нарушениями однородности контролируемой поверхности. Схема визуализации приведена на рис. Источник излучения (1) через конденсор (2) и поляризатор (3) освещает образец (4). На поверхность образца в виде свободной тонкой плёнки наносят НЖК (5), обладающий мезофазой при комнатной температуре. При этом происходит интерференция лучей в деформированных и недеформированных областях НЖК. Локальные деформации визуализируются при наблюдении в микроскоп (7) с помощью анализатора (6) и регистрируются электронными средствами. Для создания однородного слоя НЖК его наносят в изотропном состоянии с последующим охлаждением до комнатной температуры.

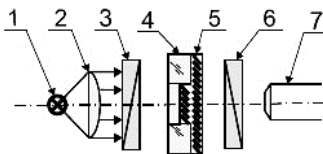


Рис. Схема визуализации дефектов с использованием нематических жидких кристаллов: 1 – источник излучения; 2 – конденсор; 3 – поляризатор; 4 – образец; 5 – пленка НЖК; 6 – анализатор; 7 – микроскоп

Данный метод перспективен для контроля изделий микроэлектроники, пленочных структур и диэлектрических слоёв, которые характеризуются наличием малоразмерных дефектов, не обнаруживаемых визуальным осмотром.

ПОЛУЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ О ВНУТРЕННЕЙ СТРУКТУРЕ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБРАТНОРАССЕЯННОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Мл. научный сотрудник Субач А. А.

Научный сотрудник Хилько Г. И.

НИУ «Институт прикладных физических проблем имени А. Н. Севченко»
Белорусского государственного университета

Целью настоящей работы являлась разработка рентгеновского сканера на основе обратнорассеянного рентгеновского излучения.

Разработан аппаратно-программный комплекс для регистрации обратнорассеянного рентгеновского излучения, содержащий сцинтилляционный монокристалл NaI(Tl), фотоэлектронный умножитель ФЭУ-100, блок питания высоковольтный, блок регистрации, включающий модули: аналогоцифрового преобразования; счета фотонов; делитель питания для ФЭУ-100; специальное и прикладное программное обеспечение. Для уменьшения темновых шумов ФЭУ решена задача по фильтрации одиночных темновых импульсов. Решена задача по оптическому и конструктивному сопряжению ФЭУ со сцинтиллятором NaI(Tl). Реализована компьютерная программа для индикаторной регистрации измеренных потоков фотонов с цифровой фильтрацией во временном окне длительностью 1, 5 и 10 с. Разработанный аппаратно-программный комплекс использован в рентгеновском сканере для регистрации рентгеновского излучения, что позволило оптимизировать систему преобразования аналогового сигнала в цифровой [1].

Разработана и апробирована система для регистрации обратнорассеянного рентгеновского излучения, в которой для фокусировки рентгеновских лучей на объекте использована поликапиллярная линза Кумахова с фокусным расстоянием 152 мм для фотонов с энергией 8 кэВ. В состав установки входят источник рентгеновского излучения, линза Кумахова, сцинтилляционный детектор со счетчиком импульсов. Установлена зависимость интенсивности обратнорассеянного рентгеновского излучения от материала образца при его облучении сфокусированным рентгеновским излучением.

Литература

1. Дудчик, Ю. И. Получение изображения объектов с использованием обратнорассеянного рентгеновского излучения / Ю. И. Дудчик, Г. И. Хилько, П. В. Кучинский, А. Н. Новик, О. В. Крехотень // Приборостроение: материалы 10 МНТК, БНТУ. – Минск, 2017. – С. 23–25.

**ПРЕЦИЗИОННАЯ СИСТЕМА ТРЁХКООРДИНАТНОГО
СКАНИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА,
ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА
НА КАФЕДРЕ «ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ
ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ» БНТУ**

Студент гр. 11303115 Любчик Е. В.

Кандидат техн. наук, доцент Тявловский А. К.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в связи со стремительным развитием технологий и применением во всех областях электроники и приборостроения элементов с микро- и нано-структурой, появилась необходимость в совершенствовании и разработке методов неразрушающего контроля. Особенно актуальна проблема контроля прецизионных поверхностей в полупроводниковой промышленности, при изготовлении тонкопленочных структур и деталей приборов точной механики. Причем контролю должны подвергаться как сами детали приборов, так и инструменты для их изготовления и диагностики.

Цель работы – разработка прецизионной системы трёхкоординатного сканирования учебного комплекса БНТУ. Проведен анализ принципа работы систем трёхкоординатного сканирования; анализ существующих конструкций и технических решений прецизионных систем многокоординатного сканирования. Проведена разработка технических требований к проектируемому устройству; синтез структурных и электрических схем устройства; разработка структурных и электрических схем устройства; так же разработаны алгоритмы работы устройства. Проведен выбор и анализ технологии проектирования и изготовления электронных узлов проектируемого устройства.

При помощи САПР SolidWorks разработана твердотельная модель конструкции системы трёхкоординатного сканирования учебного комплекса БНТУ (рис.).

Непосредственно перемещение держателя образцов осуществляется при помощи линейно-перемещающего механизма FESTO EGSK-20-125-1P и

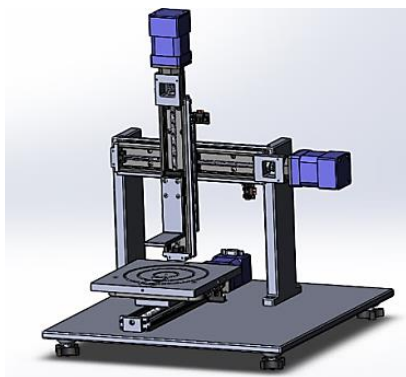


Рис. Твердотельная модель системы

шагового двигателя FESTO EMMS-ST-42-S-S-62: (рис.). Линейное перемещение осуществляется за счёт вращения шаговым двигателем ходового винта, на котором располагается каретка.

УДК 621.382

ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ПЕРИМЕТРА ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

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

Ст. преподаватель Куклицкая А. Г.

Белорусский национальный технический университет

Тепловизионный контроль периметра промышленного здания является самым оптимальным методом контроля, так как обладает рядом преимуществ. Тепловизионные камеры способны эффективно работать в условиях низкой освещенности, в сложных погодных условиях, а также из-за отсутствия дополнительного источника света, который необходим оптическим камерам для работы в ночное время, расположение камеры остается неизвестным. Тепловизионные камеры оснащены германиевыми линзами, которые могут передавать инфракрасный спектр. В тоже время в яркий летний день контрастность изображения тепловизионной камеры значительно уменьшается, в то время как оптические камеры в дневное время обладают лучшей детализацией и отличаются меньшей стоимостью по сравнению с тепловизионными.

Целью работы являлась разработка методики контроля периметра промышленного здания с использованием тепловизионных камер.

В процессе выполнения научно исследовательской работы осуществлён обоснованный выбор тепловизионной камеры Aligilon 640S-N4A-THC-BO24 (рис.).



Рис. Тепловизионная камера Aligilon 640S-N4A-THC-BO24

Разработанная методика контроля периметра промышленного здания включает следующие основные этапы: выбор технического средства, оценка возможности проведения теплового контроля, сканирование периметра, просмотр и расшифровка результатов, определение наличия нарушения периметра (аналог критического дефекта), передача результатов на автоматизированное рабочее место охранника.

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ДЕФЕКТОВ ДРАГОЦЕННЫХ КАМНЕЙ

Студент гр. Б06-321-1 Палабугин М. В.
Кандидат техн. наук, доцент Усольцев В. П.
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Из литературных источников известно, что каждый драгоценный камень имеет дефекты различного характера. Для каждого кристалла их сочетание уникально, не существует двух драгоценных камней, которые были бы идентичны друг другу [1].

Для повышения эффективности идентификации разработана база данных дефектов, которые наиболее часто встречаются в алмазах. При разработке структуры базы данных использована методика обеспечения быстрого поиска объектов по заданным требованиям. Для этого предложена иерархическая структура, основанная на разбиении диапазона распределения затемнений на экране при всех возможных разновидностях дефектов, их величине и расположению. Если при распознавании распределение затемнений на экране будет идентично имеющемуся в базе данных, то с определенной вероятностью можно будет утверждать об идентичности.

Дефекты алмаза можно разделить на микро и макродефекты. К микродефектам относятся всевозможные точечные дефекты кристаллической решётки алмаза, чьи размеры соизмеримы с межатомными расстояниями [2–5]. К макродефектам относятся изменения в кристалле на уровне кристаллической решётки. К ним можно отнести такие явления, как двойникование, пластинчатые сегрегации, дислокационные дефекты роста и аномальное двупреломление [1, 6]. Часто эти дефекты можно разглядеть невооруженным глазом. Эти дефекты можно разделить на составляющие следующего уровня. В работе проведено исследование четырех уровней.

Разработана оптическая лазерная система, позволяющая сканировать каждый алмаз, после чего полученные данные занести в «паспорт» изделия. Этот документ позволит идентифицировать драгоценные камни, свидетельствовать об их подлинности, позволит производить качественный и оперативный контроль за оборотом драгоценных камней. Сканирование кристалла производилось с помощью когерентного лазерного излучения с высокой монохроматичностью, длина волны излучения 405 нм. На этой длине волны алмаз прозрачен, что позволило проводить исследования в данной области [7].

Оптическая система состоит из источника лазерного излучения, оптики, которая расширяет лазерный пучок до размеров, сопоставимых с размерами

исследуемого объекта и ячеистого экрана, на который проецируется полученная теневая картина. По распределению затемнений на экране определяется наличие дефектов, их величина и расположение.

Использование сформированной базы данных для обработки результатов экспериментов устанавливает полную пригодность и устойчивую работоспособность разработанной базы данных распределения затемнений на экране для решения поставленных задач по контролю дефектов, которые наиболее часто встречаются в алмазах. Аппаратная часть и программное обеспечение универсальны, согласованы по протоколам обмена данными и полностью адаптированы между собой.

База данных позволяет задать условия для обнаружения подделок и, соответственно, контролировать перемещение драгоценных камней. Для повышения информативности, повышения применяемости и универсальности базы данных необходима дальнейшая доработка аппаратной части, совершенствование программного обеспечения, формирование информационных массивов по другим видам драгоценных камней.

Таким образом, была составлена обширная база дефектов, которые могут быть обнаружены в драгоценных камнях. Эти сведения позволят с высокой эффективностью производить классификацию дефектов в кристалле. Собранные данные о сочетаниях тех или иных дефектов в каком-либо из драгоценных камней, можно составить «паспорт» изделия. Так как подобные сочетания являются уникальными, это позволит безошибочно идентифицировать тот или иной драгоценный камень.

Литература

1. Орлов, Ю. Л. Минералогия алмаза / Ю. Л. Орлов // Изд. 2-е. – Москва: Академия наук СССР Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана, 1984. – 170 с.
2. Lawrence S. Pan, Don R. Cania. Diamond: Electronic Properties and Applications. Kluwer Ac. Pub., 1994, pp. 176–192.
3. Felton S., Edmonds A.M., Newton M.E., Twitchen D.J. Electron paramagnetic resonance studies of the neutral nitrogen vacancy in diamond. *Physical Review B*, 2008, 77 p.
4. C.F.O. Graeff, C.E. Nebel, M. Stutzmann et al. Characterization of textured polycrystalline diamond by electron spin resonance spectroscopy. *J. Appl. Phys.*, 1997, 81, 234 p.
5. Малоголовец, В. Г. Изучение примесного состава и реальной структуры синтетических алмазов спектроскопическими методами. Автореферат диссертации к.ф.-м.н., Киев, ИПМ АН УССР, 1979, 21 с.
6. Вайнштейн, Б. К. Современная кристаллография в четырёх томах / Б. К. Вайнштейн, В. М. Фридкин, В. Л. Инденбом // М.: Наука, 1979.
7. Новикова, Н. В. Свойства алмаза / Н. В. Новикова. – Киев: Наукова думка, 1987. – 120 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ КОМБИНИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аспирант Усольцева А. В.

Доктор техн. наук, профессор Алексеев В. А.

Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

В ходе развития человечества происходит постоянная эволюция способов производства. Развиваются технологии, совершенствуются инструменты, увеличивается количество применяемых материалов [1].

Широкое применение в промышленности получили комбинированные материалы. На одной поверхности могут сочетаться древесина, кожа, кость, органическое стекло и т. д. Важное значение имеют показатели эстетики поверхности: чистота выполнения поверхностей контуров, скруглений и сочленений элементов, тщательность нанесения покрытий и отделки поверхностей, четкость изображения фирменных знаков, надписей, рисунков, символов и т. п. Наиболее подходящей технологией для обработки таких поверхностей с получением заданных характеристик является лазерная обработка. Наличие корреляционных связей между параметрами лазерного излучения и характеристиками поверхности позволяет получить поверхность материала с заданными свойствами

Для обеспечения качественного поверхностного слоя комбинированных материалов после лазерной обработки необходимо получить среднее арифметическое значение отклонения профиля 0,05–0,1 миллиметра, задать режимы, позволяющие обрабатывать различные материалы с получением высокохудожественного вида обработки и обеспечивающие высокую оперативность обработка деталей собранного изделия [2].

В результате проведенных работ выбраны технологические режимы лазерной обработки поверхности, состоящей из древесины, кожи, кости, органического стекла, проведено экспериментальное исследование зависимости шероховатости поверхности комбинированных материалов от технологических режимов работы лазерного оборудования.

Литература

1. Приборостроение – XX век. / Сост. М. С. Шкабардня. М.: Совершенно секретно. 2004. – 768 с., 16 л. ил.
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

**БИОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ**

Аспирант Цапенко В. В.

Кандидат техн. наук, доцент Терещенко Н. Ф.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Большое практическое значение для медицины имеет прикладная биофизика и реовазография (РВГ), как метод исследования состояния сосудов нижних конечностей и оценки движения крови в них, базирующийся на регистрации изменений их электрического сопротивления. РВГ исследует динамику пульсового кровенаполнения органов и тканей или отдельных участков тела. В компьютерном варианте РВГ позволяет автоматически распознавать разновидности магистрального и коллатерального кровотока, определять уровень артериальной окклюзии, диагностировать нарушения венозного оттока. Проведение различных функциональных и фармакологических проб дает возможность выявить скрытую патологию системы кровообращения. Электропроводность биологических систем – это количественная характеристика способности живых объектов (тканей) проводить электрический ток, обратно пропорциональна величине электрического сопротивления системы. Если к живой ткани приложить постоянную разность потенциалов, то оказывается, что сила тока изменяется во времени, при постоянном напряжении. При измерениях на переменном токе с круговой частотой ω ($\omega = 2\pi f$, где f – частота в Гц) общее сопротивление системы, или импеданс, зависит от наличия границ раздела в системе, на которых может происходить накопление зарядов – поляризация [1]. Свойства границ раздела описываются параметрами емкости c , реактивное сопротивление которой X_c зависит от частоты, на которой производится измерение. Соответственно, получаем формулу для вычисления электропроводности биологической ткани [2].

$$g = \frac{l}{(X_c + R)},$$

где l – длина образца, S – его площадь поперечного сечения.

Реовазография нашла особо широкое применение, как биофизический метод исследования диабетической стопы.

Литература

1. Цапенко, В. В. Исследование параметров влияния электрических сигналов на эффективность введения фармакологических препаратов в биологическую ткань / В. В. Цапенко, Н. Ф. Терещенко // Материалы 9-й Международной научно-

технической конференции молодых учёных и студентов в 2 томах, 20–22 апреля 2016 г., Минск, БНТУ. – 2016. – Том 1. – 135 с.

2. Терещенко, Н. Ф. Исследование электропроводимости биологических тканей / Н. Ф. Терещенко, В. В. Цапенко, Н. В. Чухраев // Вестник НТУУ «КПИ». Серия Приборостроение. – 2017. – Вып. 53 (1). – С. 87–94.

УДК 681

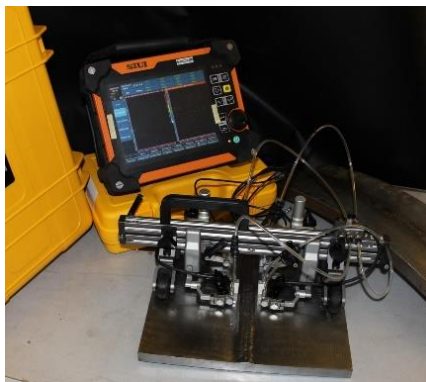
МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Студент гр. 11312115 Цедрик Н. А.

Кандидат техн. наук, доцент Ризноокая Н. Н.

Белорусский национальный технический университет

Магистральные трубопроводы – это сооружения, которые осуществляют транспортировку нефти, нефтепродуктов, воды, газов и прочих веществ с производства или места добычи к конечной точке применения. К магистральным трубопроводам относятся основные трубы и их ответвления. Наиболее широко для контроля сварных соединений магистральных трубопроводов применяют методы ультразвукового контроля (УЗК).



Целью работы является разработка методики проведения механизированного ультразвукового неразрушающего контроля сварных соединений.

В качестве технического средства для проведения контроля выбрана установка для механизированного ультразвукового контроля MSCAN–SUPOR, которая включает в себя: дефектоскоп SyncScan и сканер UHTS-X02 (рис.).

В результате проведенной работы была разработана методика проведения механизированного ультразвукового неразрушающего контроля сварных соединений, которая включает: инструкцию по использованию оборудования, подготовку объекта к контролю, нанесение контактной жидкости, настройка оборудования, проведение измерений и их оценка.

THE USE OF NEURAL NETWORKS AND MACHINE LEARNING FOR ANALYSIS AND PROCESSING OF TOMOGRAPHY RESULTS

Student gr. PB-82 Yukhymenko Y. A.
PhD, Assoc. Prof. Stelmakh N. V.
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

One of the main tasks in the post-processing of MR scans of the brain is the segmentation of cortical and subcortical structures, which provides the necessary data for both structural and functional studies. There are many automatic and semi-automatic methods for segmenting brain tissue, but most of them still involve direct human intervention. But manual segmentation is very laborious and takes a long time.

Therefore, to automate the segmentation process, the use of artificially trained neural networks was proposed. Like the real doctors, neural networks need to be trained to identify abnormalities in MRI scans. To do this, doctors study pictures of healthy patients in order to further see the differences between healthy and infected tissues. The neural network is trained in exactly the same way: a database with brain images of healthy patients is downloaded into it, the neural network studies them and indexes them as “healthy”. Due to machine learning, it combines the similarities of all healthy MRI scans and in the future will be able to detect anomalies in patients.

The training of the neural network for segmentation of MRI scans of the brain works in the same way: the already manually segmented images are loaded into it and, with the help of machine learning, the neural network recognizes them, compares them and learns to segment “clean” images. The resulting average coefficient after analysis and comparison of automatically segmented images with manually segmented images taken from publicly available datasets available through the MICCAI grand challenge (MRBrainS13), accounted for 84.78 %, 88.47 %, 82.76 %, 95.37 % and 97.73 % for gray matter (GM), white matter (WM), cerebrospinal fluid (CSF), brain (WM + GM) and intracranial volume respectively. Compared with other proven methods for the same data set, the proposed method achieved competitive results with a relatively shorter training period of time [1].

References

1. Mahbod A. et al. Automatic brain segmentation using artificial neural networks with shape context // *Pattern Recognition Letters*. – 2018. – T. 101. – C. 74–79.

СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ ПРОТОКОЛА X10

Студент гр. ПГ-71 Музыка Д. С.

Кандидат техн. наук Пивторак Д. А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

С момента развития технологий, человечество всегда стремилось найти для каждой из них наиболее полезную область использования. Сегодня, уровень развития технологий позволяет человеку выполнять любые действия, затрачивая минимум энергии и времени. Одной из таких технологий является система дистанционного управления умным домом, работа которой основана на протоколе X10.

Протокол X10 – это технология, созданная еще в конце 70-х годов, позволяющая создавать проводные и беспроводные многоканальные взаимосвязи между микроконтроллерами и исполнительными устройствами в жилых и рабочих помещениях.

Управление системой происходит путем дистанционной передачи сигнала на инфракрасный фотоприемник подключенный к системе управления коммутационными нагрузками электрической сети помещения. Стоит заметить что кроме инфракрасных модулей для передачи сигналов в системах X10 также используются Wi-Fi или радио приемники и передатчики.

Помимо систем взаимосвязи существует также набор исполнительных приборов и преобразователей. Одним из таких приборов является трансивер способный передавать сигналы управления в электросеть преобразовав их в формат X10. Преобразованные сигналы попадают в повторители и ретрансляторы проходя через различные фильтры напряжения и тока для предотвращения поломки бытового прибора.

Сигналами являются высокочастотные импульсы переменного тока очень маленькой продолжительности. Совокупность данных импульсов является пакетом данных с набором бинарных единиц и нулей где в качестве бинарной единицы выступает единичный импульс а бинарный ноль возникает в момент отсутствия импульса. Считывая полученные сигналы, микроконтроллер подает управляющие сигналы на систему реле и тем самым включает или настраивает необходимый для нас прибор.

В данной работе была рассмотрена система управления на основе протокола X10. В результате работы были приведены области ее использования, строение и методы управления сетевыми потребителями путем использования технологии дистанционного управления на базе наиболее распространенных модулей беспроводной связи.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ETHERNET МОДУЛЯ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ RC МОДЕЛИ

Студент гр. ПГ-71 Музыка Д. С.

Кандидат техн. наук Пивторак Д. А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Несколько десятков лет назад разработка радиоуправляемых моделей была не более чем хобби, а их управление, не более чем развлечение. Однако сейчас RC модели активно используют в военных, поисковых и развлекательных целях. Каждая RC модель может иметь индивидуальную внешность, назначение, конструкцию и систему управления. Одной из самых интересных систем является дистанционное управление путем использования Ethernet модуля.

Ethernet модуль это устройство предназначенное для создания сети типа TCP/IP с целью передачи данных на PHP сервер. Наиболее доступным вариантом Ethernet модуля является модуль на микросхеме ENC28J60. Передача данных и управления RC моделью с использованием только одной ENC28J60 не представляется возможным и поэтому для корректной работы системы используется связка данного модуля с микроконтроллером ArduinoUno. Микроконтроллер получает доступ к сети TCP\IP путем использования подключенного Ethernet модуля через SPI интерфейс. Считывания и отправка данных на сервер выполняется через HTTP протокол.

Управление дистанционной системой может выполняться через любые цифровые устройства имеющие доступ к интернет сети. При управлении RC моделью через интерфейс в ПК или смартфоне, веб-сервер хранит указанные пользователем команды управления и отправляет их микроконтроллеру. Полученные микроконтроллером данные отправляются на второй микроконтроллер для управления двигателями RC модели. Взаимосвязь между микроконтроллерами выполняется через радио-модули NRF24L01.

Данное решение объясняется тем, что в случае использования микроконтроллера с модулем Ethernet как устройства управления двигателями, движение RC модели будет существенно ограниченным по причине наличия кабеля сети TCP\IP.

В результате работы был рассмотрен один из самых нестандартных способов дистанционного управления. Главной особенностью этой системы является почти неограниченный радиус работы. При наличии интернет соединения, управление RC моделью может выполняться с любой точки мира.

ОСОБЕННОСТИ МАГНИТНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЗАКАЛКИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

Короткевич З. М.

Кандидат техн. наук Бурак В. А.

Институт прикладной физики НАН Беларуси

Исследование возможности неразрушающего магнитного контроля качества термообработки, в частности, закалки как определяющей структурное состояние и механические характеристики инструментальных углеродистых сталей показало, что при рассмотрении различных информативных параметров, взятых по петле магнитного гистерезиса, полученной при квазистатическом намагничивании в замкнутой магнитной цепи, однопараметровый контроль температуры закалки затруднителен [1, 2].

С целью повышения точности и чувствительности магнитного контроля качества закалки инструментальных углеродистых сталей был рассмотрен двухпараметровый контроль, где в качестве информативных параметров выступали сумма, разность, произведение и частное от деления магнитных характеристик, взятых в относительных от исходного (незакаленного) состояния единицах, однако использование такого подхода не дало существенного повышения достоверности контроля.

Наиболее перспективными решениями задачи контроля качества термообработки изделий из инструментальных углеродистых сталей являются многопараметровый метод магнитного контроля, который заключается в построении регрессионных моделей, позволяющих с хорошей точностью восстанавливать температуру термообработки по величинам магнитных характеристик, а также увеличение количества применяемых магнитных информативных параметров, например, при рассмотрении несимметричной, состоящей из предельной и частной, петли магнитного гистерезиса после намагничивания разными по величине и полярности полями. Проводимые в этом направлении исследования демонстрируют хорошие результаты – получаемые для температуры закалки многопараметровые модели обладают низкой чувствительностью к погрешности измерения используемых магнитных характеристик.

Литература

1. Короткевич, З. М. Информативные параметры для магнитного контроля качества закалки инструментальной углеродистой стали У8А / З. М. Короткевич // Неразрушающий контроль и диагностика. – 2012. – № 2. – С. 17–28.
2. Матюк, В. Ф. Влияние структурных изменений в стали У10А при закалке от разных температур на ее квазистатические магнитные характеристики / В. Ф. Матюк, З. М. Короткевич, А. А. Осипов // Весці НАН Беларусі. Сер.фіз.-тэхн. навук. – 2012. – № 1. – С. 112–122.

УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ ПРОЙДЕННОГО РАССТОЯНИЯ В БЕГОВОЙ ДОРОЖКЕ

Студент гр. 11904117 Шиманович М. Б.

Ст. преподаватель Ломтев А. А.

Белорусский национальный технический университет

Беговая дорожка является широко распространенным и эффективным кардиотренажером. Основными преимуществами беговых дорожек над обыкновенным бегом является возможность точного регулирования скорости движения и подсчёта пройденного расстояния, что во многом определяется характеристиками используемых датчиков.

Существуют два типа датчиков, отличающихся по принципу действия: магнитные и оптические.

Примерами магнитных датчиков являются герконы и датчики Холла. Благодаря меньшей цене и долговечности, герконы применяются в беговых дорожках чаще. Геркон представляет собой герметично заваренный стеклянный баллон, в котором находятся контактные пружины, замыкающиеся в магнитном поле. У герконов есть ряд недостатков, одним из которых является дребезг контактов, приводящий к неточности результатов беговой дорожки.

К оптическим датчикам, применяемым в беговых дорожках, относятся лазерный рефлекторный датчик и барьерный датчик. Лазерный рефлекторный датчик регистрирует выходной сигнал при отражении светового потока от отражателя. Барьерный датчик регистрирует выходной сигнал при прерывании светового потока между излучателем и приёмником. Основным недостатком, влияющим на процесс регистрации светового потока в беговой дорожке, является повышенная требовательность к чистоте среды эксплуатации.

Устройство измерения пройденного расстояния рассмотрено на примере беговой дорожки SportsArt T645 Treadmill, в которой используются одновременно два датчика. Барьерный датчик, находящийся в задней части приводящего двигателя, служит для контроля текущей скорости и пройденного расстояния. Геркон, находящийся напротив приводного ремня служит для фиксации пройденного расстояния в системе смазки беговой дорожки.

Основные технические параметры беговой дорожки SportsArt T645 Treadmill: максимальная масса пользователя 205 кг, минимальная скорость 1 км/ч, максимальная скорость 20 км/ч, мощность двигателя 3 кВт, размер бегового полотна 155×56 см, максимальная угол наклона бегового полотна 15°, масса 149 кг.

В данной курсовой работе также были рассмотрены ошибки, возникающие в системах беговой дорожки, их причины и методы устранения.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Губенко Е. А.

Кандидат техн. наук, доцент Цыбульник С. А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Во время эксплуатации строительных сооружений во всем мире возникают ситуации, когда конструкции зданий получают повреждения или материалы их конструкций со временем теряют свои эксплуатационные свойства. Если в такой момент здание находится, например, в режиме нормальной эксплуатации, существует большая вероятность, что повреждения или дефекты могут привести к значительным последствиям. На практике почти невозможно исследовать процессы разрушения некоторых элементов конструкций сооружений, но существует большое количество программных комплексов инженерных расчетов, которые позволяют исследовать модели процессов и явлений без необходимости их физической реализации. Популярность диагностики и мониторинга объектов с использованием современных комплексных программ для инженерных расчетов растет с каждым днем.

На данном этапе развития человечества наблюдается увеличение численности населения вместе с уменьшением количества природных ресурсов. Поэтому перед учеными и инженерами стоит задача разработать новые материалы и технологии для гражданского и промышленного строительства, чтобы обеспечить быстрый, экономичный и экологически чистый процесс строительства. В наше время уже существует ряд прогрессивных технологий в сфере строительства жилых зданий, например: «Термодом», «ЭкоКуб», технология «умных» кирпичей и другие. Исследовать эффективность существующих и новых технологий, которые находятся только на стадии разработки, можно при помощи имитационного моделирования.

Имитационное моделирование широко используется в сфере строительства. Существует множество работ, посвященных имитационному моделированию элементов пожарной безопасности зданий, систем вентиляции, магнитных полей, напряженно-деформируемого состояния фундамента и здания в целом. Также есть ряд работ, в которых рассматривается влияние различных колебательных процессов на здания и сооружения. В наше время, как правило, имитационное моделирование используется для исследования новых конструкций, что является большим недостатком.

Поэтому в данной работе проведено имитационное моделирование влияния сейсмических колебаний на классическое для Киева 90-х годов многоэтажное здание. В дальнейшем планируется расширить используемую модель для учета взаимодействия «грунт-конструкция».

УДК 654.937

БЛОК ВВОДА 8-РАЗРЯДНОГО УСТРОЙСТВА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Студенты гр. 11312117 Москалёва А. В., Савлевич В. А.

Ст. преподаватель Владимирова Т. Л., аспирант Безлюдов А. А.

Белорусский национальный технический университет

Выполнению логических операций в цифровых устройствах предшествует представление операндов в требуемой для работы операционного блока форме. Требуемая форма определяется конкретной элементной базой и схемотехнической реализацией операционного блока. Задачи представления двух 8-разрядных параметров А и В, принимаемых от внешних устройств по 4-разрядной параллельной шине, в форме двух 8-разрядных операндов, их хранение могут быть решены предлагаемой реализацией блока ввода устройства выполнения логических операций.

Функциональная схема блока ввода представлена на рисунке.

Модули хранения МХрА и МХрВ реализованы на базе 4-разрядных регистров с параллельным вводом. Каждый модуль состоит из двух регистров. Таким образом сохранение полубайт параметров А и В возможно в требуемый момент времени по управляющим сигналам «Ввод А/В_н...А/В_{н+3}». 8-разрядные шины параметров А и В получены выходами соответствующих пар 4-разрядных регистров.

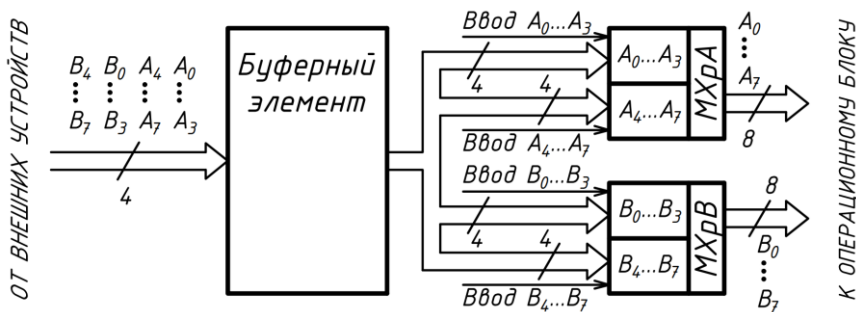


Рис. Функциональная схема блока ввода

Расчётное время задержки прохождения параметров А и В по блоку ввода составляет 218,5 нс. Реализация аналогичного блока ввода с вводом параметров по 8-разрядной шине и использование 8-разрядных регистров сокращает время прохождения параметров по блоку до 139,5 нс.

Предложенный принцип построения блока ввода может быть использован для цифровых устройств иной разрядности с целью минимизации количества используемых информационных линий.

УДК 621

БАЗА ДАННЫХ «КАССА АЭРОФЛОТА»

Студенты гр. 11312117 Лозюк М. М., Сикорская К. В.

Ст. преподаватель Самарина А. В.

Белорусский национальный технический университет

C++ является языком программирования общего назначения. Естественная для него область применения – системное программирование, понимаемое в широком смысле этого слова. Реализации C++ теперь есть на всех машинах, начиная с самых скромных микрокомпьютеров – до самых больших супер-ЭВМ, и практически для всех операционных систем. Целью работы является анализ, проектирование, разработка и внедрение в эксплуатацию модуля, который должен автоматизировать функцию выбора сформированных главной программой данных.

При включении программы происходит автоматическое заполнение StringGrid. Если необходимо изменить данные, то выбирается соответствующий компонент и путем ручного ввода вносятся изменения.

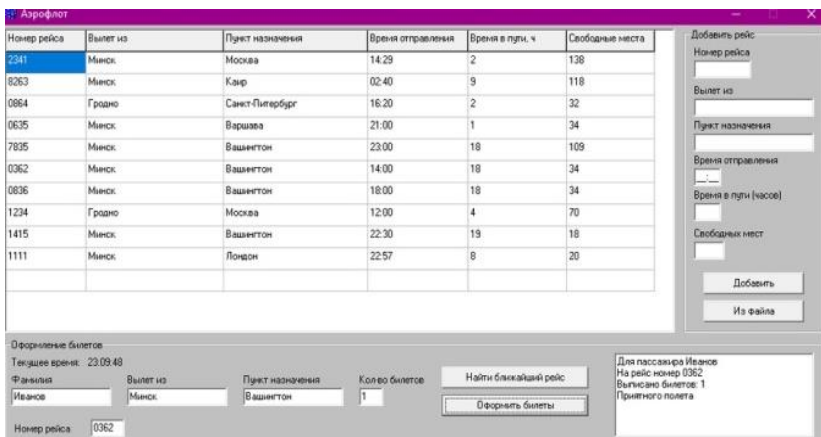


Рис. Работа программы на персональном компьютере

По функциональной части система автоматизирует режимы получения аналитических данных, сведения о номере рейса, маршрута, пункта промежуточной посадки, время отправления, дни полёта, количество свободных мест на каждом рейсе, выбор ближайшего рейса до заданного рейса билетом по согласованию с пассажиром, оформление посадочной ведомости. Программный продукт позволяет решать даже сложные задачи систематизации большого объема информации в различных отраслях науки и производства.

УДК 621

БАЗА ДАННЫХ «КАССА АВТОВОКЗАЛА»

Студенты гр. 11312117 Сикорская К. В., Лозюк М. М.

Ст. преподаватель Самарина А. В.

Белорусский национальный технический университет

Главные свойства языка программирования C++ – эффективность, мобильность и универсальность. Он позволяет решать задачи, которые требуют высокой производительности. В современном мире, существует множество разнообразных баз данных, которые помогают нам структурировать и сортировать информацию.

Целью работы является разработка программы в виде оконного приложения Windows. Среда разработки программы C++Builder 6.

С помощью языка программирования C++ мы сможем разработать программу – справочник автовокзала, которая позволит нам систематизировать большое количество информации для более удобного поиска необходимых данных. Главное меню программы представлено на рис.

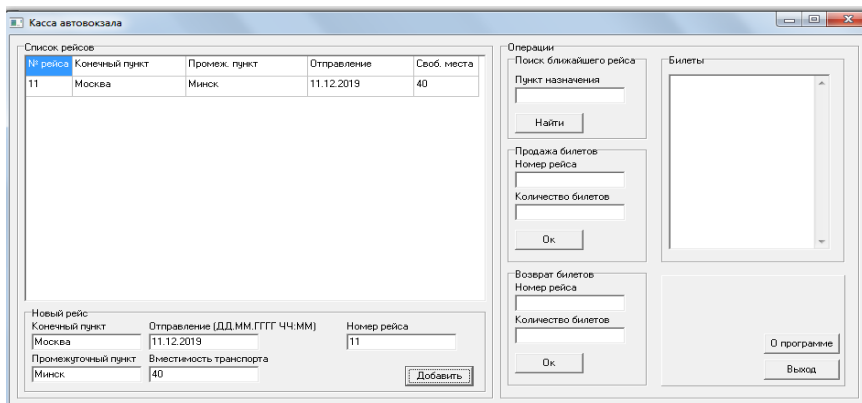


Рис. Главное меню

Программный продукт может применяться в ознакомительных целях при создании баз данных в учебном процессе. Так же программа может служить основой для создания более сложного приложения данной категории. Используя программу «Справочник автовокзала», пользователь может добавлять данные о маршрутах, редактировать или удалять уже имеющуюся информацию, совершать покупку билетов, их возврат, искать рейсы по заданным параметрам.

УДК 621

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ С ФАЗИРОВАННОЙ РЕШЕТКОЙ

Студент гр. 11312116 Станкевич Д. Г.

Ст. преподаватель Куклицкая А. Г.

Белорусский национальный технический университет

В наши дни ультразвуковой (УЗ) метод контроля является одним из самых востребованных и не уступает радиационному методу контроля, и в то же время является более доступным и безопасным, что обуславливает переход предприятий с рентгена на ультразвук.

Применение фазированных решёток в ультразвуковой аппаратуре существенно расширяет ее возможности, т. к. позволяет управлять углом луча, что позволяет сканировать большую область объекта не изменяя положения датчика, управлять размером электронного пятна и фокусировать луч. Это значительно упрощает контроль объектов со сложной геометрией. Принцип генерации луча с определённым углом ввода представлен на рис.

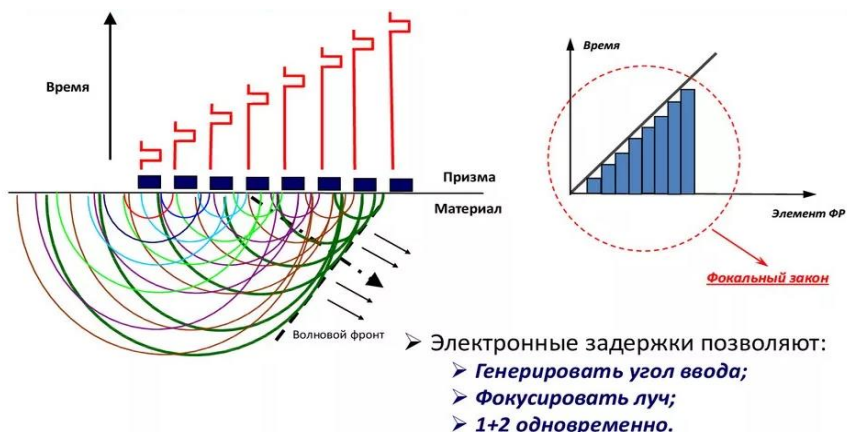


Рис. Формирование УЗ-пучка

Большинство фазированных решёток функционируют в диапазоне частот от 2 до 10 МГц, хотя есть и варианты с более низкими или высокими частотами. Количество элементов в преобразователе может варьировать от 16 до 128, иногда 256, элементов.

Важным преимуществом является то, что все эти операции проводятся одним преобразователем со множеством элементов. Такие системы можно использовать почти в любом методе контроля, где используются традиционные ультразвуковые приборы.

К преимуществам также относят значительную экономию времени контроля, что, несмотря на высокую стоимость оборудования и обязательное наличие квалифицированного оператора, выдвигает данное оборудование на лидирующие позиции.

УДК 621

ВИЗУАЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ КОРРОЗИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Студенты гр. 11312117 Клютченя Я. В., Хомич Е. М.

Кандидат техн. наук, доцент Воробей Р. И.

Белорусский национальный технический университет

Зрение – один из основных источников получения информации человеком об окружающем мире. Такая информация является наглядной и легко анализируется. Поэтому визуальный метод контроля является широко распространенным методом определения технического состояния объектов.

Внезапный отказ, возникший вследствие повреждения или усталостного разрушения элемента, возможно легко выявить при визуальном контроле элементов летательного аппарата.

Визуально-измерительный контроль (ВИК) позволяет обнаружить большие раскрытые трещины, механический износ, поверхностную коррозию, пробои, обрывы, нарушение сплошности защитных покрытий.

Целью работы было исследование эффективности ВИК для обнаружения коррозионных поражений летательных аппаратов.

Коррозия является главной проблемой эксплуатации летного оборудования. Коррозионные поражения, возникающие в процессе эксплуатации, требуют своевременного обнаружения и устранения. Неудалённые очаги коррозии быстро развиваются при дальнейшей эксплуатации.



Рис. Оборудование для ВИК

При реализации ВИК используют следующие устройства: лупа, штангенциркуль, рулетка, люксметр, толщиномер и др. (рис.).

Повреждения, которые невозможно обнаружить методом ВИК обнаруживают другими методами: рентгеновский, капиллярный, метод вихревых токов и другие.

Таким образом, ВИК необходим для своевременного обнаружения и оценки коррозионного состояния элементов летательных аппаратов.

УДК 621.315

АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ КАПИЛЛЯРНОГО МЕТОДА

Студенты гр. 11312117 Сикорская К. В., Лозюк М. М.

Кандидат техн. наук, доцент Воробей Р. И.

Белорусский национальный технический университет

Инновационным путём развития капиллярного контроля является создание установок с элементами автоматизации и механизации. Сфера применения оборудования – контроль на предприятиях авиационной, автомобильной, машиностроительной и других отраслей промышленности.

Целью работы является выбор оптимального средства для минимизации ручного труда в капиллярном контроле.

Выбранное оборудование для капиллярного контроля представляет собой совокупность камер и ванн, в которых поочередно происходит обработка. Сначала деталь помещается в ванну для ультразвуковой очистки и в ванну для промывки проточной водой. Для удаления влаги с поверхности проверяемого объекта используется камера с температурой 250–300 °С. Проникающая жидкость наносится под действием ультразвука, а удаление производится путем опускания в ванну, где происходит процесс пропускания газа или пара через слой жидкости. Далее деталь погружается в ванну с очищающей жидкостью и в камеру с душевой установкой. Затем на проверяемый объект вручную наносится проявитель. Визуальный контроль испытуемого образца проводится в инспекционной кабине под ультрафиолетовым излучением. Автоматическая установка для капиллярного контроля представлена на рис.



Рис. Автоматическая установка для капиллярного контроля

Выбранная автоматическая установка имеет ряд достоинств: возможность полной или частичной механизации и автоматизации с помощью роботоманипуляторов, использования телеустановок и компьютерных систем.

УДК 261

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Студент гр. 11312117 Скрипка И. Н.

Кандидат техн. наук, доцент Воробей Р. И.

Белорусский национальный технический университет

Железнодорожные рельсы – объект контроля из высокоуглеродистой, прочной стали. Они выдерживают колоссальную нагрузку. Со временем на рельсах появляются трещины и изломы. Распознают эти дефекты с помощью ультразвуковых дефектоскопов. Обычно их встраивают в рельсовые дефектоскопные тележки, представленные на рис.

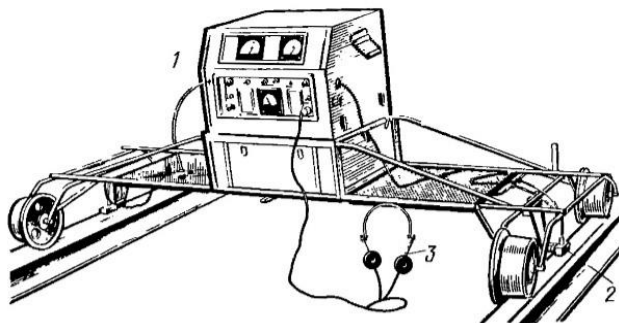


Рис. Дефектоскопная тележка: 1 – прибор с источником питания;
2 – искательная система; 3 – наушники

Целью работы был выбор тележки с оптимальными параметрами.

Выбранная дефектоскопная тележка относится к импульсно-ультразвуковым устройствам. В ней используются 3 метода ультразвукового контроля: эхо-метод, теневой и зеркально-теновой.

Теновой метод имеет достаточно сильную помехоустойчивость. Серьезный недостаток данного метода – это наличие погрешностей при определении размеров дефектов.

Зеркально-теновой метод служит для контроля деталей с 2-мя параллельными сторонами. Признаком обнаружения дефектов служит ослабление амплитуды сигнала.

Эхо-метод – это наиболее универсальный метод контроля. Этот метод позволяет контролировать как сплошность материала так и длину и толщину материала. А также точно определять дефекты в рельсах.

Сочетание трёх методов в тележке позволяет выявлять как внешние, так и внутренние дефекты.

УДК 621

РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Студенты гр.11312117 Хомич Е. М., Ключеня Я. В.

Ст. преподаватель Куклицкая А. Г.

Белорусский национальный технический университет

Качество материалов в значительной степени определяет успешную эксплуатацию летательных аппаратов. Технология получения конструкций авиационной техники из металлических, неметаллических и композиционных материалов не всегда обеспечивает стабильность их свойств. Причина этого – возможные отклонения техпроцессов, наличия разного рода дефектов, в частности нарушения сплошности материала. Целью работы было определение эффективности методов неразрушающего контроля (НК) летательных аппаратов и технических средств их реализации.

Рентгенографический контроль – это один из методов НК, для выявления скрытых дефектов, Рентгенографический НК, широко распространен в производстве летательных аппаратов. Это обусловлено высокими требованиями к надёжности продукции и безопасности полетов. Его преимущества заключаются в высокой выявляемости дефектов и точном определении их размеров. Однако имеет на свои очевидные преимущества и недостатки. Рентгенография имеет низкую производительность и высокую себестоимость, обусловленную дорогостоящими расходными материалами. Поэтому для реализации рентгенографического контроля летательных аппаратов нами выбран портативный рентгеновский аппарат ERESKO MF4, представленный на рис.



Рис. Портативный рентгеновский аппарат ERESKO MF4

Таким образом, для повышения производительности рентгенографического контроля и снижения его себестоимости следует использовать портативную аппаратуру и регистрацию результатов НК на пленку.

УДК 621.3

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ ШВОВ СОСУДОВ С НЕФТЬЮ

Студенты гр. 11312118 Красневский Д. Ю., Париза И. А.

Ст. преподаватель Куклицкая А. Г.

Белорусский национальный технический университет

Своевременный контроль сосудов хранения нефти и нефтепродуктов является важным процессом, позволяющий упредить их несвоевременное разрушение, загрязнение и убытки промышленности. Целью данной работы является определение наиболее универсальной и доступной методики контроля сварных швов, а также выбор технических средств и разработка методики технического контроля для сосудов с нефтью.

Для технического контроля применяют следующие методы неразрушающего контроля: радиографический, визуально-измерительный, ультразвуковой. Исследуя различные методы контроля для применения на сосудах с нефтью, нужно указать следующие особенности: радиографический метод возможно применять, лишь на сосудах, в которых отсутствует нефть, так как он требует двухстороннего доступа.

Визуально-измерительный метод позволяет лишь поверхностно оценить состояние швов, а для доступа во внутреннюю часть резервуара, требуются дополнительные средства и время.

В итоге, из общедоступных методов контроля, остаётся ультразвуковой и в частности, предлагается применить ультразвуковой дефектоскоп на фазированных решётках, что позволяет уменьшить затраты сил и времени на обследование сосуда.

В качестве технического средства реализации контроля качества сварных швов сосудов с нефтью и нефтепродуктами выбран ультразвуковой дефектоскоп Mentor UT (рис.). Используется фазированная решётка с перестраиваемой частотой в диапазоне от 0,5 МГц до 15 МГц.

Возможности Mentor UT позволяют увеличить точность работы, а эргономичность – удобство работы оператора.



МЕТОД ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИИ СЛОЖЕНИЯ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ЧИСЛОМ В ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ

Студент гр. 11312117 Лозюк М. М.

Ст. преподаватель Владимирова Т. Л., преподаватель Безлюдов А. А.
Белорусский национальный технический университет

Наиболее эффективный алгоритм сложения отрицательных чисел в цифровой электронике предполагает формирование дополнительного кода чисел. Дополнительный код получают выполнением операции «дополнение до двух», состоящей из этапов: инверсия всех бит двоичного числа, а затем прибавление к наименее значимому биту 1 по правилам сложения двоичных чисел. В случае работы с числами большой разрядности выполнение второго этапа может требовать применения большого числа ИМС или построения сложных коммутационных схем. В работе описан метод выполнения операции сложения двух чисел, одно из которых отрицательное, не требующий формирования дополнительного кода. На рис. представлен фрагмент принципиальной схемы устройства, реализующего такую операцию над парой 2-разрядных двоичных чисел А и В.

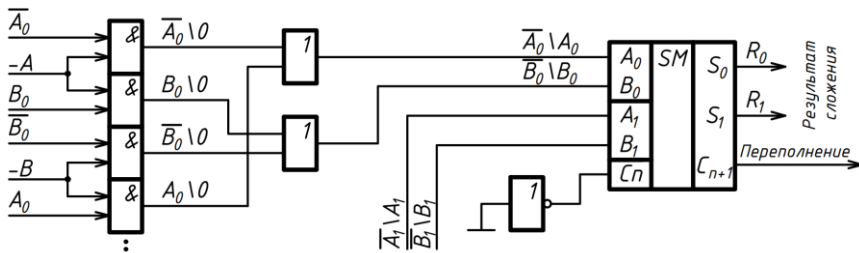


Рис. Фрагмент принципиальной схемы устройства сложения чисел А и В

Комбинационная схема на элементах 2И и 2ИЛИ обеспечивает передачу на ИМС поразрядного суммирования инвертированных бит отрицательного и неинвертированных бит положительного чисел. При активном управляющем сигнале «-А» будет передан инверсный бит \overline{A}_0 и прямой бит B_0 , обнулены прямой бит A_0 и инверсный \overline{B}_0 . Управляющие сигналы «-А» и «-В» не могут быть активны одновременно и являются общими также для элементов 2И, обрабатывающих старшие биты чисел. Сложение обратного кода отрицательного числа с 1 заменяется установлением на входе переноса C_n высокого логического уровня.

Предлагаемая схема сложения может быть дополнена для работы с числами большей разрядности.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ СВАРНЫХ ТАВРОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФАЗИРОВАННЫХ РЕШЕТОК

Студенты гр. 11312117 Лозюк М. М., Сикорская К. В.

Кандидат техн. наук, доцент Воробей Р. И.

Белорусский национальный технический университет

Ультразвуковой контроль (УЗК) сварных соединений с использованием фазированной решётки является современным и наиболее эффективным методом выявления дефектов сварных швов.

Цель работы: изучение возможности совершенствования ультразвукового контроля сварных соединений на основе применения фазированных решеток.

Контроль качества сварных тавровых соединений производится эхо-методом. Данный способ базируется на отражения ультразвука от стенок дефектных участков. Если отраженного импульса на приемном устройстве не наблюдается, это означает – дефектов нет.

При проведении ультразвуковой диагностики сварных тавровых соединений с использованием фазированных решеток можно сформировать секторную развертку, на которой отображается вертикальное сечение объекта контроля с кодированием амплитуды эхо-сигналов от различных неоднородностей с определенной цветовой гаммой. Пример секторной развертки(S-скан) приведён на рис.



Рис. Пример секторной развёртки (S-скан)

Кроме возможности секторного сканирования при неподвижном преобразователе имеется возможность управления диаграммой направленности излучателя, появилась возможность изменения фокусного расстояния и размеров фокусного пятна. Современные дефектоскопы позволяют записывать полученные развертки в реальном времени и формировать отчеты по контролю в виде изображений, что при оценке качества контролируемого объекта удобно для оператора.

Применение метода фазированных решёток при контроле сварных тавровых швов облегчает обнаружение дефектов, увеличивает чувствительность контроля и разрешающую способность.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ДЕФЕКТОСКОПОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ ШВОВ ТРУБОПРОВОДОВ ПАРА И ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ

Студенты гр. 11312118 Париза И. А., Красневский Д. Ю.

Кандидат техн. наук, доцент Воробей Р. И.

Белорусский национальный технический университет

Трубопроводы пара и горячей воды являются неотъемлемой частью любой системы энергоснабжения, водоснабжения, отопления и применяются для транспортировки воды и пара. Они имеют длительный срок эксплуатации, в процессе которой на них действуют температурные, механические (внешние и внутренние) и химические (коррозия) нагрузки. Для избежания аварийных ситуаций трубопроводы в обязательном порядке должны быть подвергнуты контролю с целью выявления недопустимых дефектов.

Контроль качества сварных соединений трубопроводов производится следующими методами: визуальным осмотром, ультразвуковой дефектоскопией, рентгено- или гаммаграфированием, механическими испытаниями, металлографическим исследованием, гидравлическим испытанием.

Ультразвуковой контроль (УК) производится с целью выявления в сварных соединениях возможных внутренних дефектов (трещин, непроваров, пор, шлаковых включений и др.). Он является самым точным методом и помогает выявить мельчайшие детали и недостатки, при этом, не несет опасности для организма человека, не разрушает и не повреждает поверхности шва, а также имеет высокую мобильность и низкую себестоимость.

Принцип УК (рис.) заключается в том, что на исследуемую деталь направляется поток ультразвуковых волн, которые отражаются от неоднородностей, находящихся внутри нее, и, возвращаясь, попадают на приёмник. Если дефектов нет, сигналы не регистрируются приёмником.

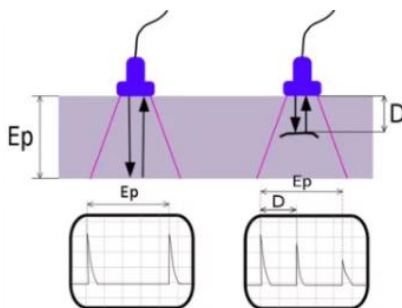


Рис. Принцип УК

Для поиска дефектов в трубопроводах пара и перегретой воды нами выбран дефектоскоп Mentor UT.

Ультразвуковой дефектоскоп на фазированной решетке Mentor UT прост в использовании, имеет высокую точность, беспроводное соединение, небольшие габариты и способен выдерживать жёсткие условия эксплуатации, поэтому именно он выбран для контроля сварных швов трубопроводов пара и горячей воды.

УДК 621

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ СКЛАДА ТОВАРОВ

Студенты гр. 11312117 Савлевич В. А., Москалева А. В.

Ст. преподаватель Самарина А. В.

Белорусский национальный технический университет

Базы данных активно используются при необходимости обрабатывать большое количество данных. Задачей базы данных является организация управления в определенной сфере с последующей автоматизацией процесса управления.

Чтобы управлять базами данных были созданы системы управления базами данных (СУБД), с помощью которых производится объединение больших объёмов информации и их последующая обработка. Современные СУБД способны работать с базами данных, содержащими текстовую и графическую информацию, звуковые фрагменты, и видеоклипы.

Среди современных СУБД можно выделить dBASE-подобные СУБД, получившие большое распространение. dBASE-подобные БД организация данных использует реляционный подход: каждый файл. DBF является двумерной таблицей, состоящей из переменного числа строк и фиксированного числа столбцов.

Разработка программы построена на алгоритме, содержащим последовательность действий, на основании которого разрабатывается код и интерфейс программы. Алгоритм программы включает в себя ввод необходимой информации, её обработку, запись и хранение.

Разработанная программа представляет собой базу данных склада товаров, содержащая возможность добавления различных единиц товара, выписки приходной накладной, выписки расходной накладной и инвентаризационной ведомости. Она обеспечит удобный способ сортировки и записи хранимых на складе, поступающих на него и отгруженных с него товаров соответственно.

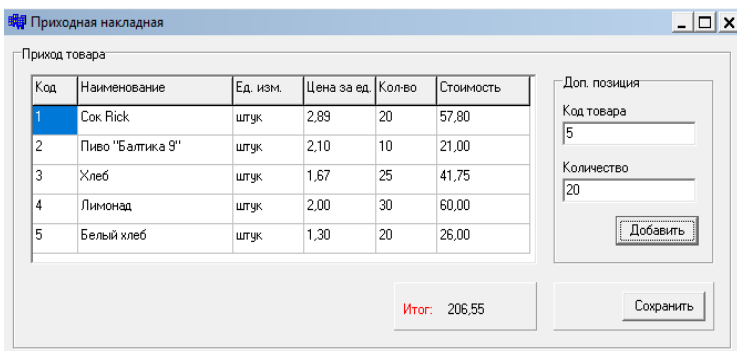


Рис. Приходная накладная склада товаров

Данная программа может быть усовершенствована за счёт добавления в базу данных наименования поставщика товара, места хранения на складе и других дополнительных данных.

УДК 531.781.2.087.92

ИЗМЕРЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СПОРТСМЕНА ПРИ ПРЫЖКАХ В ДЛИНУ

Студент гр. 11902117 Капуза В. С.

Ст. преподаватель Ломтев А. А.

Белорусский национальный технический университет

Существует множество методов измерения физических величин при прыжках в длину: стабилография, видеоанализ, тензометрия и многие другие. Системы видеоанализа представляют собой набор инфракрасных камер и маркеров, крепящихся к телу спортсмена. Также часто используются тензоплатформы, позволяющие увидеть прохождение центра тяжести через стопу и посмотреть, на какую часть стопы распределяется нагрузка. Результаты видеоанализа движений обрабатываются совместно с результатами, полученными с тензоплатформы, которая воспринимает скорость и силу отталкивания спортсмена при выполнении упражнений.

В общем случае тензоплатформа состоит из жесткой плиты с опорами из тензодатчиков, которые представляют собой корпус с тензорезисторами и дополнительными компонентами. Эти датчики определяют реакцию опор. Тензодатчики преобразуют величину деформации в удобный для измерения сигнал.

Существуют различные виды датчиков: одноточечные, консольные, цилиндрические, S-образные. Все они отличаются конструкцией и областью применения.

В работе был выбран одноточечный тензодатчик модели F4812.

Функциональная схема устройства включает в себя тензодатчик, источник опорного напряжения, измерительный усилитель, схему коррекции дрейфа нуля, схему анализатора нажатия на тензодатчик и АЦП.

Основное влияние на датчик оказывает изменение температуры. Оно вызывает расширение материала, из-за чего меняется сопротивление, вследствие чего показания будут отличаться.

Чтобы избежать влияния температуры, резисторы включают по схеме моста Уитстона. С помощью нее можно компенсировать изменение температуры. Недостатком этой схемы является смещение нуля. Это может произойти, если неправильно установить датчик или деформировать его. С целью уменьшения смещения нуля применяется схема предварительной балансировки моста перед измерениями.

УДК 621.357

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ ПОКРЫТИЯ С ОСНОВНЫМ МАТЕРИАЛОМ

Аспирант Будар Мохамед Р. Ф.

Кандидат техн. наук, доцент Шепеленко И. В.

Центральноукраинский национальный технический университет

Одним из основных эксплуатационных свойств деталей, восстановленных гальваническими покрытиями, является сцепляемость покрытий с основным металлом [1]. Какими бы положительными свойствами не обладали покрытия, они могут быть использованы для практических целей лишь при достаточно прочном сцеплении с основой детали. Для оценки прочности сцепления покрытия с основным материалом авторами данной работы разработано приспособление (рис.).

Исследуемый образец *б* с диском *5* устанавливается на оси *2* в вилке *1* приспособления, а в резьбовые отверстия вилки *1* и отрываемого сектора ввертываются захват *7*. Отрыв секторов проводится на разрывной машине МР-500. Напряжение отрыва (сцепление) рассчитывается по формуле:

$$\sigma_{сц} = \frac{P}{F},$$

где *P* – усилие отрыва, *H*; *F* – площадь внутренней поверхности сектора, м².

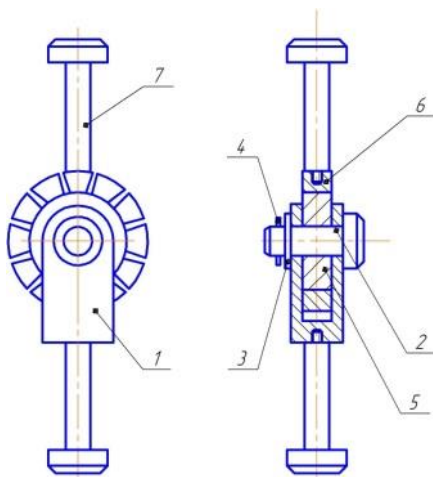


Рис. Схема приспособления для определения прочности сцепления покрытия с основным металлом: 1 – вилка; 2 – ось; 3 – шайба; 4 – шплинт; 5 – диск; 6 – исследуемый образец; 7 – захват

Качество сцепления следует оценивать также визуально по поверхности отрыва образца и диска.

Литература

1. Вячеславов, П. М. Методы испытаний электролитических покрытий / П. М. Вячеславов, И. М. Шмелева. – Л.: Машиностроение, 1977. – 286 с.

УДК 621.396.6

ПОРТАТИВНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ КИСЛОТНОСТИ «ПИК1»

Студент гр. 11303116 Буримский А. В.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Одной из важнейших задач развития информационно-измерительной техники является расширение номенклатуры измеряемых величин и обеспечение измерений в условиях воздействия «жестких» внешних факторов (высокая температура, большое давление, ионизирующее излучение и т. д.).

Целью данной работы является разработка конструкции портативного измерителя кислотности, предназначенный для работы в климатические условиях – О1 и степенью защиты конструкции IP66.

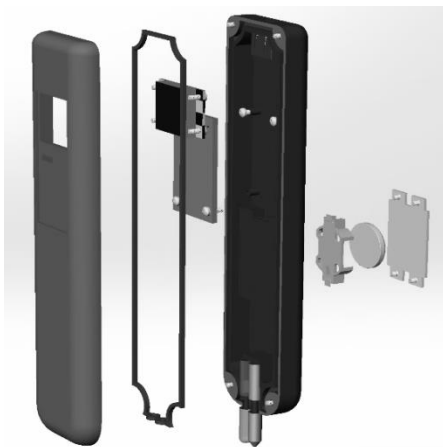


Рис. Твердотельная модель портативного измерителя кислотности

изводства. Определена величина силы затяжки уплотнительного элемента, которая составляет $F = 237 \text{ Н}$.

Твердотельная модель прибора (рис.), рабочие чертежи деталей и сборочный чертёж конструкции была выполнен при помощи САПР SolidWorks. Разработанный портативный измеритель кислотности предназначен для обеспечения измерений кислотности в полутвердых субстанциях и предназначен для применения в пищевой и фармацевтической промышленности.

При выполнении данной работы было разработано техническое задание, Конструктивно обеспечена эксплуатация прибора в диапазоне температур $-60..+50 \text{ }^\circ\text{C}$.

Для обеспечения требуемой степени защиты в качестве лицевой панели используется плёночная панель. В процессе разработки были выбраны материалы для изготовления деталей конструкции. Выбор конструкционных материалов осуществлялся на основе анализа функционального состава конструкции, условий эксплуатации и с учётом технологичности производства.

УДК 621.396.6

КОНТАКТНЫЙ ЦИФРОВОЙ ТАХОМЕТР «МК1»

Студент гр. 11303116 Кривошеин Д. В.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

На производственных предприятиях, на которых время от времени требуется настройка и обслуживание различных механизмов с вращающимися деталями (конвейерные ленты, двигатели, ременные приводы, валы, генераторы и т. д.) необходим контроль их скорости вращения.

Целью данной работы является разработка конструкции контактного цифрового тахометра, предназначенного для работы в климатических условиях – УХЛ 1 и степенью защиты конструкции IP66, а также выбор оптимальных материалов.

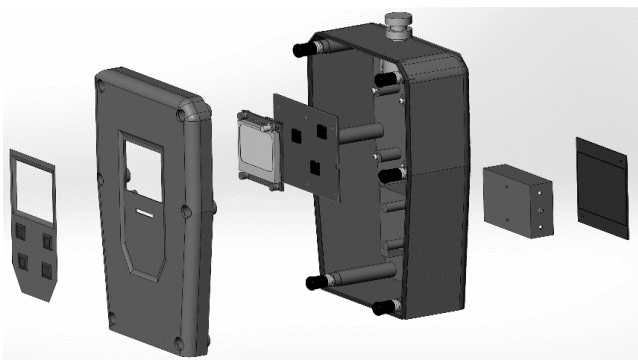


Рис. Твердотельная модель контактного тахометра

При выполнении работы было разработано техническое задание на проектирование контактного тахометра, выбраны материалы, имеющие свойства, удовлетворяющие заданному климатическому исполнению.

Для обеспечения требуемой степени защиты конструкции предусмотрено наличие резиновой прокладки уплотнения. Определено, что усилие затяжки уплотнительного элемента не должно превышать 170 Н. В качестве лицевой панели используется плёночная панель. Для контакта прибора с измеряемым устройством предусмотрена стальная насадка.

При помощи САПР SolidWorks разработаны твердотельная модель (рис.), рабочие чертежи защитной крышки электрических компонентов, лицевой панели, уплотнительной прокладки и сборочный чертёж разработанной конструкции.

УДК 621.396.6

ЦИФРОВОЙ СОЛЕМЕР

Студент гр. 11303116 Морозов Д. А.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является разработка конструкции цифрового солемера, предназначенного для определения величины солёности морской воды и минерализации пресной.

При выполнении данной работы было разработано техническое задание на проектирование конструкции, выбраны и обоснованы принятые технические решения, которые учитывают условия эксплуатации прибора (степень защиты конструкции IP67 и климатическое исполнение М2).



Рис. Твердотельная модель цифрового солемера

Для обеспечения требуемой степени защиты в качестве лицевой панели используется пленочная панель, а герметизации корпуса предусмотрено наличие резиновой прокладки уплотнения. Твердотельная модель конструкции цифрового солемера разработана при помощи системы автоматизированного проектирования SolidWorks (рис.). Корпус прибора изготавливается из АБС пластика, который обладает высокой химической стойкостью и устойчивостью к ударным нагрузкам.

В процессе выполнения работы был выполнен расчёт силы затяжки уплотнительного элемента, которая составляет $F = 196 \text{ Н}$. Произведён расчёт вибропрочности печатной платы. Определено, что фиксация платы по контуру обеспечит её вибропрочность при перегрузке до $g = 4$ и частоте вибраций до 100 Гц. Для обеспечения автоматизированной результатов измерения предусмотрен USB интерфейс, герметизация которого осуществляется специально разработанной заглушкой.

Рабочие чертежи крышки, основания, прокладки уплотнения, пленочной панели и сборочный чертёж конструкции разработаны при помощи системы автоматизированного проектирования AutoCAD.

УДК 621.396.6

СТРОБОСКОПИЧЕСКИЙ ТАХОМЕТР

Студент гр. 11303116 Полещук П. А.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Тахометры широко применяются для измерения частоты вращения вала двигателей практически всех типов транспортных средств, а также для контроля частоты вращения рабочих органов технологических машин, станков, агрегатов.

Целью работы является разработка конструкции стробоскопического тахометра, предназначенного для работы в климатические условия О1 и степенью защиты конструкции IP 66.

Твердотельная модель конструкции (рис.) стробоскопического тахометра разработана при помощи системы автоматизированного проектирования SolidWorks. Конструктивно стробоскоп выполнен ударопрочным.

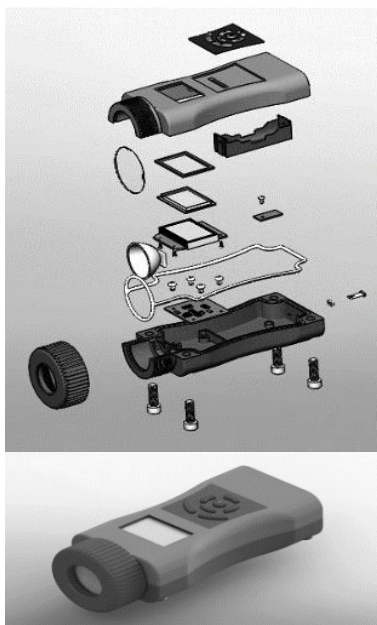


Рис. Твердотельная модель стробоскопического тахометра

Электрическое питание обеспечивается одним элементом питания – литий-ионным аккумулятором типа 18650. Для создания необходимого усилия сжатия уплотнительной прокладки между корпусом-крышкой и корпусом-основания используются заформованные втулки, выполненные из латуни Л68.

Произведён расчёт вибропрочности печатной платы, показывающий что: плата выдерживает перегрузку в 4 g при собственной частоте 37974 Гц; динамическое напряжение на изгиб, равное 24,6 МПа, не превысит максимально допустимое значение напряжение на изгиб, равное 55,2 МПа.

Рабочие чертежи деталей и сборочный чертеж конструкции разработаны при помощи систем автоматизированного проектирования SolidWorks и AutoCAD. Требования технического задания выполнены полностью.

ПОРТАТИВНЫЙ АНАЛИЗАТОР ВОДОРОДА

Студент гр. 11303116 Путырская А. А.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Анализаторы водорода являются незаменимым средством для оперативного и производственного контроля за растворенным водородом в малых, микрограммовых количествах, который образуется в процессе высокотемпературной коррозии труб и другого технологического оборудования. Это особенно важно для предприятий, использующих воду в различных технологических процессах: в тепловой и атомной энергетике, в химической, нефтеперерабатывающей и автомобильной промышленности, на предприятиях военно-промышленного комплекса.

Целью данной работы является разработка конструкции портативного анализатора водорода и выбрать конструкционные материалы в соответствии с климатическим исполнением УХЛ2.

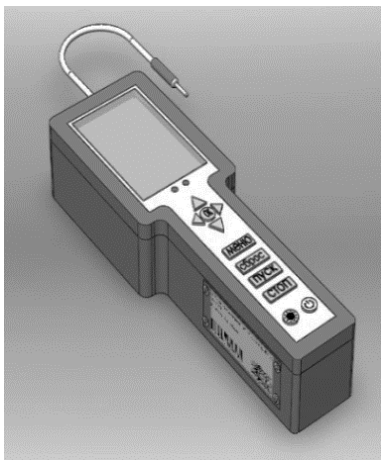


Рис. Твердотельная модель портативного анализатора водорода

Разработано техническое задание на проектирование конструкции и определены оптимальные материалы для изготовления конструкции и уплотнительных элементов. Твердотельная модель конструкции портативного анализатора водорода (рис.) и рабочие чертежи деталей разработаны при помощи САПР SolidWorks.

При помощи расчётов определено усилие затяжки уплотнительного элемента. Для обеспечения требуемого уровня герметизации (IP 55) и целостности прокладки уплотнения – усилие сжатия должно быть не более $R_{сж} = 200$ Н. Вибропрочность печатной платы обеспечивает эксплуатацию прибора при перегрузке до $g = 5$ при частоте вибрации до 70 Гц.

ЦИФРОВОЙ рН-МЕТР

Студент гр. 11303116 Рыбак Д. А.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

В основе функционирования рН-метра лежит определение электродвижущей силы в электродной системе. ЭДС напрямую зависит от активности водородных ионов в исследуемой среде. Измерив водородный показатель, прибор фиксирует величину кислотности измеряемой жидкости

Цель данной работы – разработать конструкцию рН-метра для определения концентрации водородных ионов в пищевых продуктах и косметических средствах климатического исполнения В2 и степени защиты конструкции IP 55.

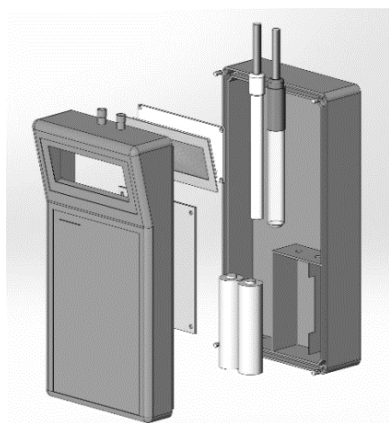


Рис. Твёрдотельная модель цифрового рН-метра

панели, уплотнительной прокладки, плёночной клавиатуры и сборочный чертёж разработаны при помощи САПР AutoCad. Произведён расчёт усилия сжатия уплотнительного элемента, которое составляет $P_{сж} = 73 \text{ Н}$. Определено, что вибропрочность печатной узла прибора будет обеспечена при частоте вибрации 70 Гц, амплитуде колебаний до 26 мкм и величине перегрузки до $g = 6$. Для создания необходимого усилия сжатия прокладки уплотнения между крышкой и основанием, предусмотрено наличие в корпусе заформованных втулок, выполненных из бронзы БрАЖ 9-4. Требования технического задания выполнены полностью.

Для обеспечения требуемого уровня герметизации конструкции предусмотрено наличие резиновой прокладки уплотнения, а в качестве лицевой панели используется плёночная панель.

Было разработано техническое задание и определены конструкционные материалы. Выбор материалов был основан на их доступности, прочности, условий эксплуатации и технологических показателей.

В процессе выполнения работы, был выполнен расчёт силы затяжки прокладки уплотнения, равный 73 Н.

При помощи САПР SolidWorks выполнена твёрдотельная модель рН-метра (рис.), рабочие чертежи лицевой

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА

Студент гр. 10706115 Савёлов П. И.

Кандидат техн. наук, доцент Лившиц Ю. Е.

Белорусский национальный технический университет

При длительном нахождении в помещениях с избыточным количеством углекислого газа при умственной деятельности нарушается восприятие информации и концентрация внимания. В помещениях концентрация углекислого газа растёт быстрее, чем понижается концентрация кислорода. Поэтому разработка информационно измерительных устройств для контроля параметров окружающей среды не теряет актуальности в настоящее время.

Офисная мебель, как правило, изготавливается из материалов одним из компонентов которых является феноло-формальдегидные смолы. Некоторая часть которых попадает в окружающую среду.

Целью работы является разработка конструкции устройства контроля параметров воздуха в жилых, учебных и производственных помещениях.

Для решения поставленной задачи были разработаны алгоритм работы устройства, электрические функциональные и принципиальные схемы на базе микроконтроллера Atmega 328P. Основным измерительным элементом



Рис. Твердотельная модель устройства контроля качества воздуха

является модуль LGAQS-HT01, в котором интегрированы датчики контроля концентрации летучих органических веществ (ЛОВ), углекислого газа, температуры и влажности воздуха. Схемотехнически обеспечен контроль следующий диапазон контролируемых параметров: ЛОВ – 0 – 1000 ppb, CO₂ – 400–5000 ppm, температура – -20 °C ~ +60 °C, влажность – 0–99 %.

Устройство представляет собой модульную конструкцию (рис.), состоящую из основного блока, содержащего печатный узел, информационный дисплей и элемент питания – литий ионный аккумулятор LP502035. Для интегрирования измерительного устройства в различные типы интерьеров предусмотрена установка сменных декоративных лицевых панелей. Конструктивно схемотехнический модуль и лицевые панели унифицированы, что обеспечивает оперативную смену лицевых панелей или замену основного блока. Для обеспечения корректного мониторинга качества воздуха необходимо размещать устройство в рабочей зоне или в помещении на высоте органов дыхания.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕПЛООБМЕНА В ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЕ

Студент гр. 10706115 Савёлов П. И.

Кандидат техн. наук, доцент Лившиц Ю. Е.

Белорусский национальный технический университет

При проектировании электронной аппаратуры всегда необходимо решать задачу компактного размещения её компонентов. Основным ограничением минимизации массогабаритных размеров электронных приборов является обеспечение допустимого теплового режима их эксплуатации. Традиционно, ещё на ранних стадиях проектирования, определяется суммарная рассеиваемая мощность, диапазон изменения температуры окружающей среды при эксплуатации аппаратуры, время непрерывной работы и т. д. Поэтому в первую очередь необходимо разработать архитектуру аппарата с учётом выбранного способа охлаждения тепловыделяющих элементов.

Целью работы является разработка системы охлаждения электронного устройства при помощи исследовательского модуля САПР SolidWorks Flow Simulation.

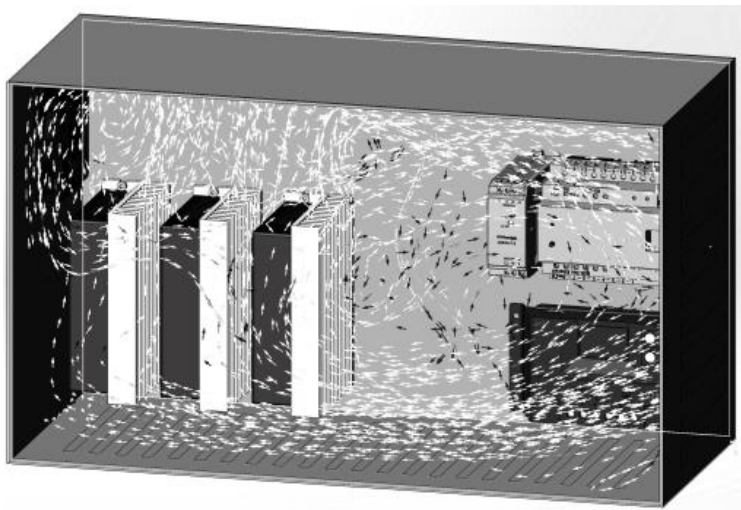


Рис. Направление потоков теплообмена

Для проведения компьютерных исследований была разработана твердотельная модель блока управления шаговыми двигателями (ШД). Основным тепловыделяющим элементом является драйвер управления ШД ($P = 30 \text{ Вт}$). Максимальная температура окружающей среды, принятая

для исследований, составляла 50 °С. Это соответствует всеклиматическому исполнению конструкции прибора.

Определены траектория охлаждающих потоков при принудительной и естественной воздушной вентиляции, места локализации местных циркуляционных потоков, образующих застойные зоны, оптимальное расположение перфорации защитного корпуса для обеспечения проточного движения теплоносителя.

Установлено, что при данном расположении компонентов электронного устройства, ламинарный режим движения охлаждающих потоков воздуха обеспечит приемлемый уровень теплообмена.

УДК 621.396.6

КОМПАКТНЫЙ ПУЛЬСОКСИМЕТР

Студент гр. 10706115 Савёлов П. И.

Кандидат техн. наук, доцент Лившиц Ю. Е.

Белорусский национальный технический университет

Уровень насыщенности капиллярной крови кислородом напрямую указывает на наличие заболевания у человека, которое требует лечения. Применение оксиметров в медицине позволяет проводить экспресс диагностику отклонений в работе организма. В настоящее время существуют различные конструкции оптических оксиметров: стационарные, поясные, наручные, напальчные. Измерение требуемых параметров, в данных конструкциях, осуществляется через ногтевую фалангу пальца руки или ноги.

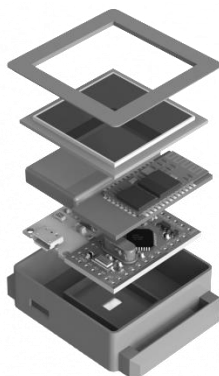


Рис. Твердотельная модель пульсоксиметра

Целью работы является разработка компактной конструкции пульсоксиметра для чрезкожной регистрации пульсации крови в капиллярах запястья человека.

Измерительным элементом устройства был выбран интегрированный сенсорный модуль MAX30102, разработанный компанией Maxim Integrated. Данный модуль позволяет измерять уровень сатурации крови, частоту сердечных сокращений и фиксирует величину пульсации кровотока.

Разработан алгоритм работы устройства, структурная и принципиальная электрические схемы на базе микроконтроллера Atmega 328P. Передача данных между микроконтроллером и датчиком осуществляется

при помощи интерфейса I²C. Для оптимизации топологии печатного узла проектируемого устройства, при помощи САПР SolidWorks, разработан электронный макет печатного узла, что позволило минимизировать габаритные размеры всего устройства.

На основе разработанной твердотельной модели (рис.) устройства изготовлен прототип компактного пульсоксиметра на базе модуля Arduino pro mini. Корпус пульсоксиметра изготовлен при помощи FDM технологии из ударопрочного полистирола HIPS. На информационном дисплее устройства OLED 1.5' отображаются результаты измерений величины оксигенации крови, частоты сердечных сокращений и график пульсации кровотока. Проведенная оптимизация компоновки устройства позволила, достичь размеров конструкции 40×40×10 мм, что обеспечит комфортное проведение мониторинга.

УДК 621.317

СИСТЕМА СЛЕЖЕНИЯ ЗА ДВИЖУЩИМИСЯ ОБЪЕКТАМИ

Студент гр. 11303115 Плытник Е. А.

Белорусский национальный технический университет

Для перевозки грузов в складских помещениях используются системные решения беспилотной доставки. Эффективность работы таких систем напрямую зависит от точности определения текущего местоположения беспилотного транспорта.

Одним из решений задачи определения координат объекта в пространстве является система Pozux. Принцип её работы основан на измерении расстояния между маяком, закрепленном на движущемся объекте и якорями, расположенными в помещении. Основной недостаток Pozux – низкая точность при отслеживании в реальном времени.

Целью данной работы является разработка технических и программных решений для увеличения точности отслеживания положения движущихся объектов в режиме реального времени при помощи системы Pozux.

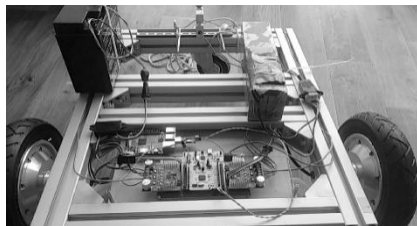


Рис. Платформа

Для решения поставленной задачи разработан алгоритм отслеживания внутренних координат транспорта, основанный на разности расстояний, пройденных колёсами и расстоянии между ними. На платформе Node.js 13.9 была разработана

программа, совмещающая траектории движения, составленные из координат Rozux и координат, рассчитанных разработанным алгоритмом, и отображающая траекторию и местоположение в реальном времени.

Для верификации и отладки программного обеспечения изготовлена самостоятельно перемещающаяся платформа (рис.), колёса которой приводятся в движение шаговыми двигателями, имеющими обратную связь, обеспечиваемую при помощи датчиков Холла. Шаговые двигатели управляются драйверами, которые контролируются микроконтроллером STM32. Формирование команд и обработка сигналов обратной связи производится при помощи одноплатного компьютера Raspberry Pi 3.

В результате проведенных испытаний было установлено, что точность определения координат увеличилась в 5 раз. Таким образом, на основе системы Rozux и разработанной программы можно обеспечить создание беспилотных систем в производственных и складских помещениях для промышленного использования.

УДК 519.876.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ С ЦВЕТНЫМ ШУМОМ

Шелемаха В. В.

Кандидат техн. наук, доцент Цыбульник С. А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

С точки зрения математики, сигнал – это функция, которая содержит математическое описание физических свойств, состояния или поведения какой-либо физической системы, объекта, среды или явления. Так как любой измеренный сигнал содержит как информативную, так и неинформативную (так называемый шум) составляющие, целью обработки сигналов является извлечение полезной составляющей сигнала и ее преобразование в форму, удобную для восприятия и дальнейшего использования.

Шум всегда присутствует в измеренных сигналах, поэтому задача обнаружения полезных составляющих сигналов на фоне шума остается одной из важнейших и актуальных задач обработки сигналов во многих прикладных областях, таких как: медицинская и техническая диагностика, радиолокация, радионавигация, отслеживание перемещений грузов, юстировка космических объектов и многих других.

В природе существует множество «цветов» шума: синий, красный или коричневый, розовый, фиолетовый. Но в технической сфере чаще всего

встречается понятие «белый шум» – случайный процесс с равномерно распределенной по всем частотам спектральной плотностью мощности. Белый шум существует только в природе. В технике же полоса его частот всегда ограничена на некотором промежутке.

Часто мерой различия полезной составляющей сигнала на фоне шума служит отношение сигнал/шум – безразмерная величина, показывающая отношение мощности полезного сигнала к мощности шума.

В связи с разнообразием шумовых процессов, целью данной работы является моделирование цветного шума различной природы. Среди рассмотренных шумов можно выделить следующие: синий, розовый, красный, фиолетовый и белый гауссовский. Для разработки эффективных методов обработки сигналов с наличием перечисленных шумов в математическом пакете Matlab созданы их аддитивные смеси с периодическим (гармоническим) сигналом с разными частотами, отличающимися на один порядок. Проведен анализ формы полученных сигналов. Сделан вывод, что для более качественной оценки влияния шумовых составляющих при моделировании необходимо учитывать соотношение сигнал/шум.

В дальнейшем планируется разработать эффективный метод аппроксимации периодических сигналов при наличии шума, а также провести исследование влияния соотношения сигнал/шум на точность аппроксимации.

УДК 621.396.6

ЦИФРОВОЙ ИНКЛИНОМЕТР

Студент гр. 11303116 Шляжко В. Д.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

В сфере строительства произошли большие технологические изменения, поэтому необходимы новые приборы способные производить точнейшие измерения, с наименьшими погрешностями. Одним из таких приборов является инклинометр, предназначенный для измерения угла наклона различных поверхностей.

Целью данной работы является разработка конструкции цифрового инклинометра в соответствии с условиями эксплуатации (степень защиты IP 55, климатическое исполнение O₂).

Твердотельная модель конструкции цифрового инклинометра (рис.) разработана при помощи САПР SolidWorks. Для обеспечения ударопрочности углы защитного корпуса выполнены скруглёнными и имеют демпфирующие накладки. Требуемый уровень герметизации достигается применением резиновой прокладки уплотнения, которая устанавливается в специальный паз между основанием корпуса и крышкой.

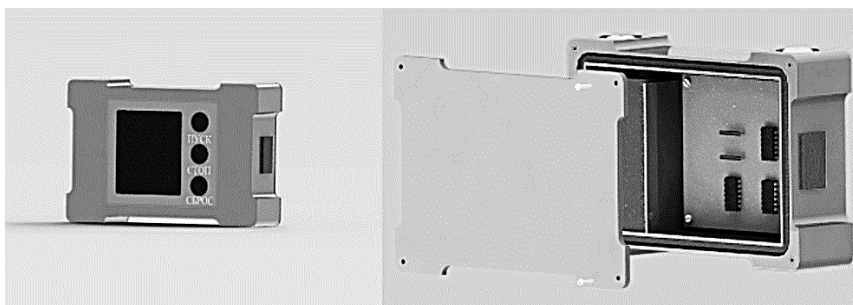


Рис. Твердотельная модель цифрового инклинометра

Для обеспечения минимальных массогабаритных параметров устройства в качестве панели управления применяется пленочную панель, имеющую малую толщину. Пленочная панель подключается к печатной плате, через специальные отверстия в корпусе.

Для сопряжения другими устройствами цифровой инклинометр оснащен разъемом microUSB. Прибор оснащен двумя датчиками позволяющими производить контроль угла требуемых поверхностей. Датчики расположены на нижней части крышки и являются сильными магнитами, что позволяет фиксировать показания и на вертикальной магнитной поверхности.

УДК 654.937

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПРОПУСКАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СРЕДЫ ПРИ ПОЖАРЕ МЕТОДОМ ЕВКЛИДОВЫХ РАССТОЯНИЙ

Студент гр. 11301118 Кучура Е. А., аспирант Безлюдов А. А.

Кандидат техн. наук, доцент Антошин А. А.,

ст. преподаватель Василевский А. Г.

Белорусский национальный технический университет

Динамика величины, прошедшего через задымленную среду потока оптического излучения, может быть представлена характеристической кривой, полученной методом Евклидовых расстояний [1]. В работе исследовалась динамика пропускающей способности газозвушной среды помещения в процессе пиролиза хлопка при разных температурах нагревательной поверхности. Проведено по четыре эксперимента при разных температурах нагревательной поверхности. На рис. показаны характеристические кривые, исследуемых потоков оптического излучения.

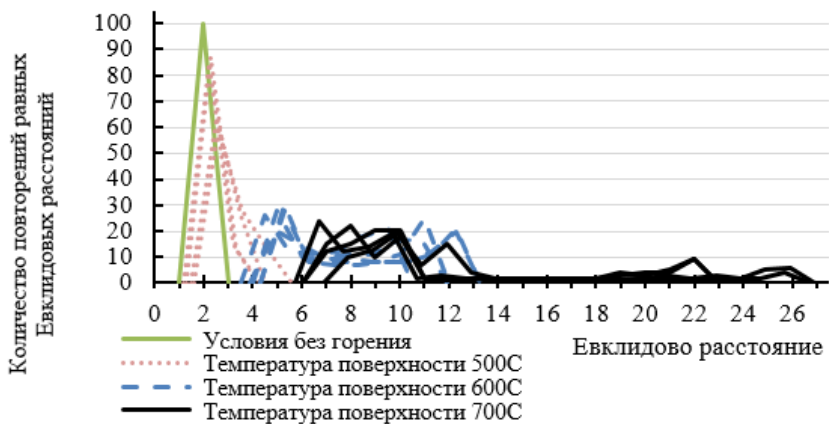


Рис. Характеристические кривые потоков прошедшего излучения

С увеличением температуры нагревательной поверхности характеристические кривые имеют тенденцию к расширению и смещению в область больших значений евклидовых расстояний. Выделение различий между кривым может быть использовано для определения опасности процесса горения.

Литература

1. Антошин, А. А. Измерение интенсивности прошедшего и рассеянного вперед оптического излучения в задымленной среде. В книге: Актуальные проблемы пожарной безопасности // А. А. Антошин, А. А. Безлюдов, В. И. Никитин / Материалы XXXI Международной научно-практической конференции. – Москва, 2019. – С. 165–168.

УДК 681.2

БЕСКОНТАКТНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ФОТО-ЭДС

Аспирант Микитевич В. А.

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

доктор техн. наук, профессор Жарин А. Л.

Белорусский национальный технический университет

Одним из важных параметров полупроводниковых пластин является поверхностная фото-ЭДС. Измерение обычно осуществляется следующим образом: зонд находится над поверхностью исследуемого образца. Область под зондом освещается источником света. В исследуемом образце генерируются

носители заряда. Следовательно, заряд возникает и в зонде. Измерив величину этого заряда, определяют поверхностную фото-ЭДС. Существуют несколько подходов к измерению поверхностной фото-ЭДС.

Измерение поверхностной фото-ЭДС при непрерывном освещении [1]. Измерение осуществляется следующим образом: лазерный луч освещает область полупроводниковой пластины под зондом. Лазерный луч и зонд одновременно непрерывно перемещаются по поверхности исследуемого образца. Результаты измерения усредняются. Недостаток такого метода: результат измерения – интегральная оценка поверхностной фото-ЭДС.

Измерение поверхностной фото-ЭДС импульсным методом [2]. Исследуемый образец освещается импульсным лазерным излучением. При этом измеряется фотоотклик. Недостатками такого метода являются сложность формирования короткого прямоугольного импульса светового излучения и малое время восстановления носителей заряда в полупроводнике, что отрицательно влияет на точность измерений.

В последнее время требуется определение распределения поверхностной фото-ЭДС по поверхности полупроводниковой пластины [3]. Поэтому предложен следующий метод измерения поверхностной фото-ЭДС. Исследуемая поверхность освещается модулированным световым излучением. Модуляция позволяет изменять интенсивность излучения в широком диапазоне. Измерение выполняется за несколько периодов модуляции светового излучения. При этом вначале происходит переход в установившийся режим работы, а затем – измерение нескольких значений и их усреднение. Такой метод измерения позволяет повысить точность измерения по сравнению с приведенными выше методами.

Литература

1. Oldenburg K., Speller S., Barke I. A self-tracking method for local surfacephoto-voltage measurements on semiconducting surfaces / Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics. – IOP Publishing Ltd. 2017.
2. Korsós F., Jász A. Lifetime Characterization of mc:Si Bricks by Upgraded μ -PCD Technique – Budapest, Hungary Semilab Co. Ltd., 2014.
3. Influence of rapid thermal treatment of initial silicon wafers on the electrophysical properties of silicon dioxide obtained by pyrogenous oxidation / V. A. Pilipenko, V. A. Solodukha, A. Zharin, O. Gusev, R. Vorobey, K. Pantsialeyeu, A. Tyavlovsky, K. Tyavlovsky, V. A. Bondariev // High Temperature Material Processes: An International Quarterly of High-Temperature Plasma Processes, 2019, vol. 23, iss. 3, p. 283–290. DOI: 10.1615/HighTempMatProc.2019031122.

БЛОК ИНДИКАЦИИ АДРЕСНОГО УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ИЗМЕРЯЕМОГО ПАРАМЕТРА

Студент гр. 11904117 Борисова И. А.

Ст. преподаватель Владимирова Т. Л.

Белорусский национальный технический университет

Блок индикации содержит следующие индикаторы: «ПИТАНИЕ», «ОСТАНОВ», «РАБОТА», «ОЖИДАНИЕ», «ТРЕВОГА», «НЕКОРРЕКТНАЯ УСТАНОВКА ПОРОГА», «НОРМА». Он обеспечивает включение индикатора с условием наличия признака $ПОР \leq 1024$, $ПОР > 1024$, $КОЛ = 2$, $КОЛ \neq 2$, $T_{ож} = 0$, $T_{ож} \neq 0$.

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

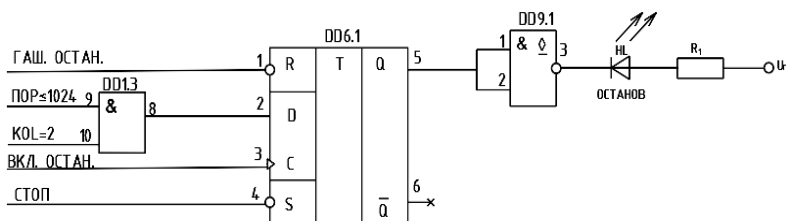


Рис. 1

Светодиод HL1 подключается к выходу ЛЭ (ОК). Индикатор HL1 будет включен при наличии двух признаков $ПОР \leq 1024$ и $КОЛ = 2$.

Триггер DD6.1 устанавливается в состояние 0, если индикатор «ОСТАНОВ» выключен и в состояние 1, если индикатор «ОСТАНОВ» включен. Работа схемотехнического решения пояснена диаграммой (рис. 2).

Подключение светоизлучающего диода возможно только в том случае, если допустимый ток через светодиод будет меньше выходного тока нуля. Это является условием выбором светоизлучающего диода. Светоизлучающий диод «запитывается» от более мощного источника через токоограничительный резистор R1.

В качестве светоизлучающего диода был выбран светоизлучающий диод АЛ307РМ, основные параметры которого приведены в таблице. Страна производитель светоизлучающего диода АЛ307РМ Российская Федерация. Ток, проходящий через светоизлучающий диод должен быть не больше, чем выходной ток нуля ЛЭ (ОК) [2].

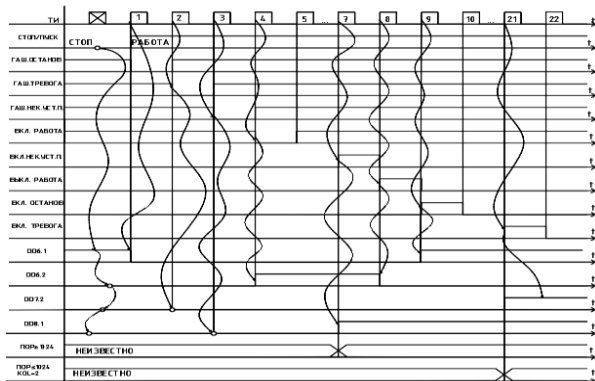


Рис. 2

В качестве ЛЭ (ОК) был выбран К555ЛА11. Выходной ток нуля логического элемента соответствует 2,2 мА [3].

Таблица

Основные параметры светоизлучающего диода

Тип светоизлучающего диода	Постоянное прямое напряжение, В	Постоянный прямой ток, мА
АЛ307РМ	2	10

На рис. 3 представлен светоизлучающий диод АЛ307РМ.

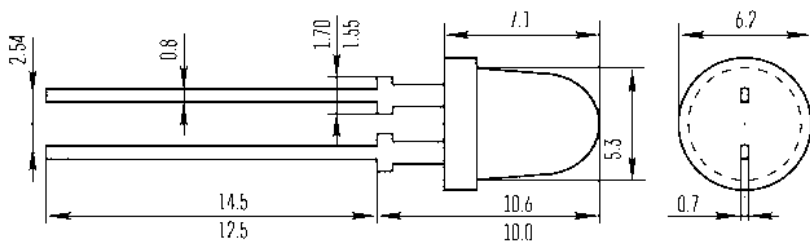


Рис. 3. Светоизлучающий диод АЛ307РМ

Литература

1. Зуйков, И. Е. Электроника (цифровая электроника) // И. Е. Зуйков, Т. Л. Владимирова, Н. В. Кондратюк // Методическое пособие. – Минск: БНТУ 2011. – 243 с.
2. Справочные данные по светоизлучающим диодам. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ledjournal.info/spravochnik/harakteristiki-svetodiodov-al307.html>. – Дата доступа: 13.10.2019.
3. Богданович, М. И. и др. Цифровые интегральные микросхемы. Справочник, – Мн.: Беларусь, 1991.

МНОГОКАНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЕКОДИРОВАНИЯ

Студент гр. 11902117 Долгачева Д. О.

Ст. преподаватель Владимирова Т. Л.

Белорусский национальный технический университет

Устройства кодирования (преобразователи кодов) – это устройства для автоматического изменения по заданному алгоритму соответствия между входными и выходными сигналами без изменения их смыслового содержания.

Многоканальное устройство декодирования относится к вычислительной технике. Устройство может быть использовано в групповых устройствах защиты от ошибок и приема дискретной информации. Информация о рабочем состоянии является неотъемлемой частью электронных устройств, т. к. позволяет осуществлять непрерывный контроль за их работоспособностью. Устройства, преобразующие закодированные данные в исходные, называются устройствами декодирования (декодерами). В курсовом проекте реализован третий метод.

Схема электрическая функциональная многоканального устройства декодирования приведена на рис. Она состоит из блока управления, блока ввода, блока вывода, блока индикации и операционного блока.

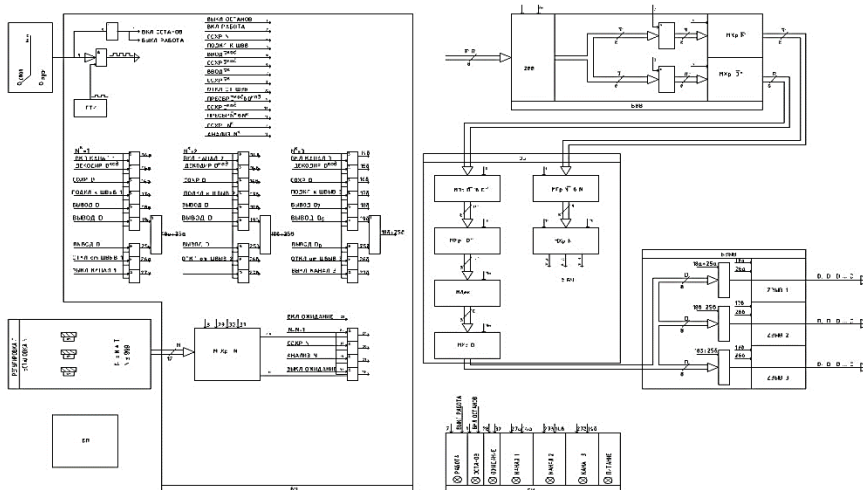


Рис. Схема электрическая функциональная многоканального устройства декодирования

Блок ввода предназначен для подключения к внешней восьмиразрядной шине ввода. Ввода обратного кода закодированных данных обратного кода закодированного номера канала. Отключение от внешней шины ввода. Хранение обратного кода значений данных обратного кода номера канала. Передача обратного кода закодированных каналов обратного кода закодированного канала в операционный блок. Поэтому БВВ содержит модули ZBV, обеспечивающий подключение и отключение от внешней шины, MXPД (модуль хранения закодированных данных), MXPN (модуль хранения закодированного номера канала для вывода данных) и комбинационную схему выполненную на функциональных элементах «И», которые позволяют принять с восьмиразрядной шины восьмиразрядные данные $\overline{D}^{\text{код}}$ и $\overline{N}^{\text{к}}$ и, соответственно, сохранить их в модуле хранения.

Операционный блок (ОБ) обеспечивает преобразование обратных кодов данных и номера канала в прямые коды с их последующим хранением. Закодированные данные сохраняются и передаются в блок вывода. Выбор канала, в который будет производится вывод декодированных данных осуществляется после анализа прямого кода номера канала. Соответственно данный блок содержит модули хранения, преобразования и анализа.

Блок управления предназначен для запуска устройства путём переключателя «РАБОТА» в положение «ПУСК». Остановка устройства путём переключения переключателя «РАБОТА» в положение «СТОП». Приёма значения N с внешних переключателей, расположенных на лицевой панели устройства. Хранение значения N приёма признака $N^k = 1$, $N^k = 2$, $N^k = 3$ с операционного блока. Выработки команд в соответствии с алгоритмом работы, в том числе с учётом признаков $N^k = 1$, $N^k = 2$, $N^k = 3$ и признаков равно или не равно 0. Распределение команд на все блоки устройства. Работа блока управления осуществляется с помощью генератора тактовых импульсов.

Блок вывода (БВЫВ) предназначен для декодирования и хранения D . Вывода декодированных данных последовательно со старшего разряда в требуемый цифровой канал. Также БВЫВ обеспечивает приём параметра из ОБ и вывод его из устройства.

Блок индикации (БИ) обеспечивает включение/выключение индикатора в требуемый момент времени. Индикаторы имеют наименования: «РАБОТА», «ОСТАНОВ», «ОЖИДАНИЕ», «КАНАЛ 1», «КАНАЛ 2», «КАНАЛ 3» и «ПИТАНИЕ».

ОПЕРАЦИОННЫЙ БЛОК МНОГОКАНАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЕКОДИРОВАНИЯ

Студент гр. 11902117 Кумагерчик А. Н.

Ст. преподаватель Владимирова Т. Л.

Белорусский национальный технический университет

Устройства кодирования предназначены для преобразования кодов данных без изменения их смыслового содержания. Восстановление кода обеспечивают устройства декодирования.

Предлагается устройство, которое обеспечивает декодирование данных с использованием кода с избытком 3.

Устройство включает в себя следующие блоки: блок управления; блок ввода; операционный блок; блок вывода; блок индикации.

Разработан алгоритм работы устройства (рис. 1).

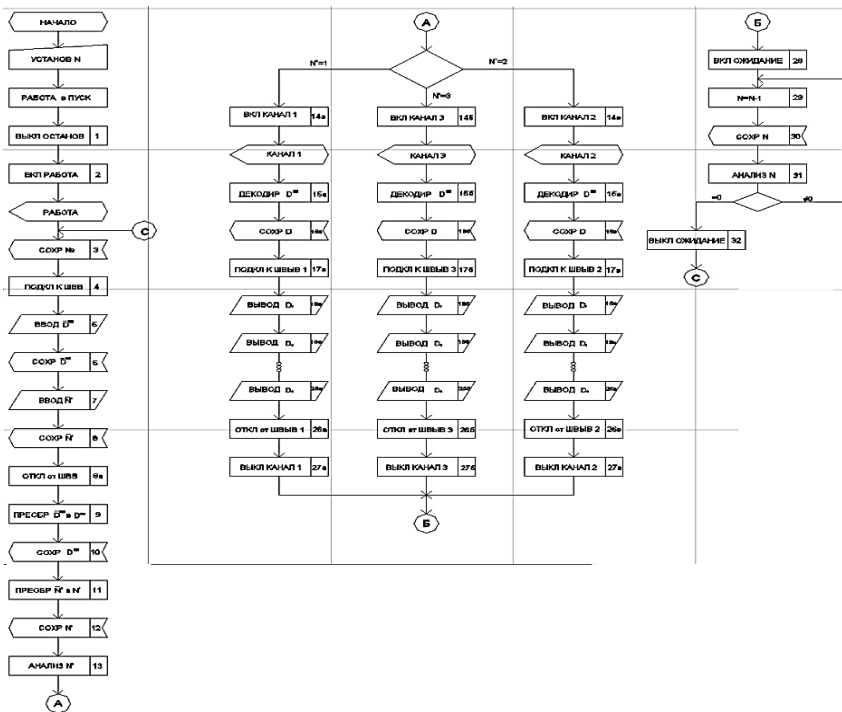


Рис. 1. Алгоритм работы многоканального устройства декодирования

Функциональная схема операционного блока представлена на рис. 2.

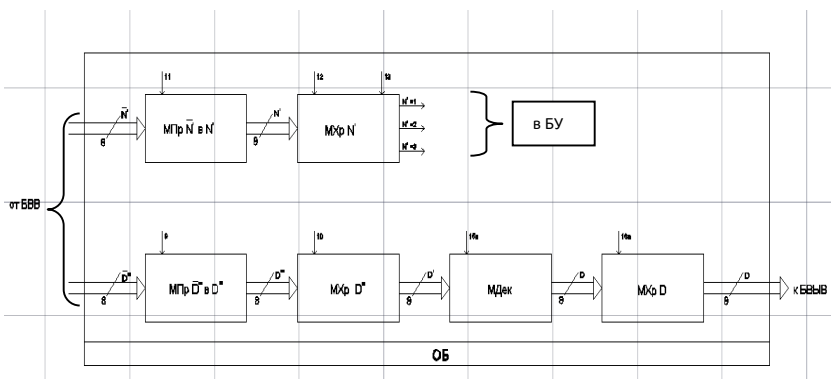


Рис. 2. Функциональная схема операционного блока

Условия эксплуатации данного устройства – закрытые отапливаемые помещения.

Устройство разрабатывалось на основе ИМС, имеющих высокое быстродействие (ТТЛ и ТТЛШ).

Диаграмма работы операционного блока представлена на рис. 3.

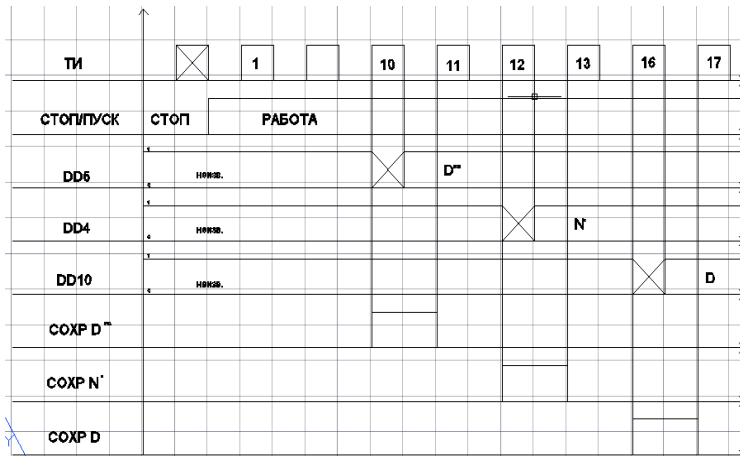


Рис. 3. Диаграмма работы операционного блока

Разрабатываемое устройство применяется в спортивной инженерии при кодировании значений результатов спортсмена для того, чтобы результаты не находились в открытом доступе до соревнований.

СИСТЕМА ОХРАННОЙ И ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ БАНКА

Студент гр. 11301115 Пашко М. А.

Кандидат техн. наук, доцент Мисюкевич Н. С.

Белорусский национальный технический университет

Для филиала одноэтажного банка находящегося на первом этаже жилого дома разработан проект системы охранной и пожарной сигнализации. Система охранной сигнализации (СОС) обеспечивает круглосуточную защиту финансовых и материальных средств банка от хищения. Система пожарной сигнализации (СПС) предназначена для обнаружения начальной стадии пожара, а также формирования сигнала на запуск системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ), передачи сигнала «Пожар» и «Неисправность» на пункт диспетчеризации пожарной автоматики МЧС.

Данные системы являются восстанавливаемыми, обслуживаемыми, многофункциональными системами многоразового действия.

Оборудование СОС, так же как и СПС, соединяется между собой по интерфейсу RS-485. Компоненты систем соединяются между собой посредством двух- или шестипроводных линий связи. Информация от всех компонентов каждой системы поступает на выносную панель СОС или СПС, в зависимости от того какая система сформировала сигнал. Системы охранной и пожарной сигнализации являются двумя отдельными самостоятельными системами безопасности.

Система пожарной сигнализации имеет возможность передачи сигнала на пуск СОУЭ. Система охранной сигнализации имеет возможность интеграции с системой контроля и управления доступом, системой видеонаблюдения.

При возникновении пожара загорается красный светодиод на панели прибора приемно-контрольного пожарного, а также выдается сигнал на панель управления, одновременно с этим передается сигнал «Пожар» на пункт диспетчеризации пожарной автоматики МЧС.

В случае несанкционированного доступа нарушителя или группы нарушителей оповещение о тревоге выводится на пульт централизованного наблюдения подразделения охраны МВД.

Путём раннего обнаружения опасных факторов пожара обеспечивается пожарная безопасность объекта, а с помощью раннего обнаружения проникновения (попытки проникновения) обеспечивается защита материальных ценностей от хищения.

БЛОК УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ПРАВИЛЬНОСТИ ВВОДА ПАРАМЕТРА

Студент гр. 11904117 Снигирёв А. В.

Ст. преподаватель Владимирова Т. Л.

Белорусский национальный технический университет

При последовательной передаче данных на большие расстояния, может возникнуть одиночная ошибка (ошибка в одном разряде числа).

Обнаружить ошибку при передаче данных возможно с помощью бита контроля, который передаётся в начале или в конце передаваемых данных. При приёме данных в устройстве определяется расчётный бит контроля который сравнивается с принимаемым и если они не совпали, то в передаваемых данных возникла одиночная ошибка. Такой метод контроля позволяет обнаружить 10^9 возникших одиночных ошибок.

Разрабатываемый операционный блок устройства контроля правильности ввода параметра позволяет определить расчётный бит контроля, сравнить его с полученным и выяснить произошла ли ошибка при приёме данных. Функциональная схема операционного блока приведена на рис. 1 [1].

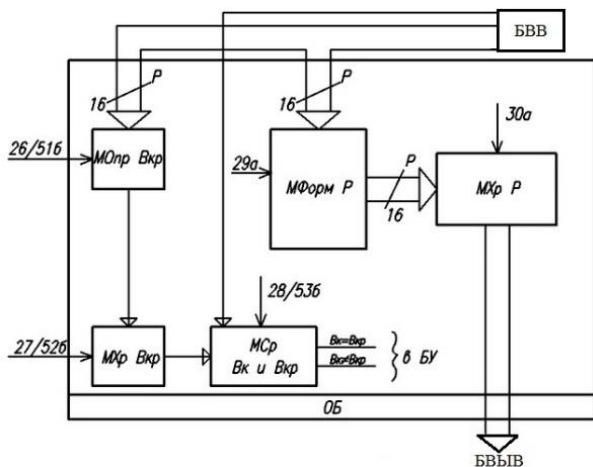


Рис. 1

Операционный блок устройства содержит следующие модули: MOpr Bkr – модуль, который обеспечивает формирование значения рассчитанного бита контроля; MXr Bkr – модуль, который обеспечивает хранение рассчитанного бита контроля; MSr Bk и Bkr – модуль обеспечивает сравнение Bk и Bkr и

выработку признаков $V_k = V_{kr}$, $V_k \neq V_{kr}$; МФорм \bar{P} – модуль, который обеспечивает преобразование прямого кода в обратный; МХр \bar{P} – модуль, который обеспечивает хранение параметра в обратном коде.

Модуль определения расчётного бита контроля реализован на элементах XOR. Путём анализа литературных источников из двух, применяемых для определения V_{kr} схем.

Время задержки комбинационных схем (рис. 2 а, б):

$$\tau_{з.д.р. \text{ с.р}}^{CX1} = \tau_{з.д.р. \text{ с.р}}^{DD1} + \tau_{з.д.р. \text{ с.р}}^{DD2} + \tau_{з.д.р. \text{ с.р}}^{DD3} + \tau_{з.д.р. \text{ с.р}}^{DD4}$$

$$\tau_{з.д.р. \text{ с.р}}^{CX2} = \tau_{з.д.р. \text{ с.р}}^{DD1} + \tau_{з.д.р. \text{ с.р}}^{DD2} + \tau_{з.д.р. \text{ с.р}}^{DD3}$$

Была выбрана схема с наиболее меньшим временем задержки формирования бита контроля – схема 2 [2].

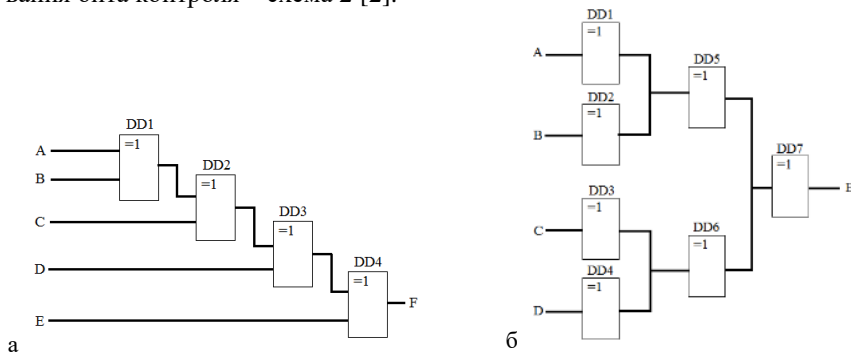


Рис. 2

В качестве модуля сравнения бита контроля и расчетного бита контроля использован логический элемент XOR согласно его таблице истинности (табл.) [2].

Таблица

x_1	x_2	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Из таблицы истинности видно, что если $V_k(x_1) = V_k(x_2)$, то $F = 0$, т. е. для формирования признака $V_k = V_{kr}$ уровня логической единицы необходимо использовать логический элемент НЕ для инверсии значения F.

Модуль хранения расчётного бита контроля реализован на D триггере [2]. Вход D триггера соединён с выходом комбинационной схемы (рис. 2, б). На вход С подана команда «Сохранить бит контроля рассчитанный».

Данное устройство может быть использовано для контроля на правильность передачи данных в любой

Литература

1. Зуйков, И. Е. Электроника (цифровая электроника) // И. Е. Зуйков, Т. Л. Владимирова, Н. В. Кондратюк // Методическое пособие. – Минск: БНТУ 2011. – 243 с.
2. Богданович М. И. и др. Цифровые интегральные микросхемы. Справочник. – Мн.: Беларусь, 1991.

УДК 621.049

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО КУРСУ «МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ» ИЗМЕРЕНИЕ ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЕ МЕДИ

Студент гр. 11312116 Пузырёва А. М.

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

Белорусский национальный технический университет

Одним из важных физических свойств металлов является электропроводность σ , характеризующая способность материала проводить электрический ток. Удельное сопротивление чистых металлов описывается выражение $\rho = \frac{m^* \sqrt{F}}{n l^2}$, где m^* – эффективная масса электрона, n – концентрация электронов, l – длина свободного пробега электронов.

Удельная сопротивление металла удобно представить в виде суммы $\rho = \rho_T + \rho_0$, где ρ_T – удельное сопротивление, определяемое рассеянием электронов на тепловых колебаниях, ρ_0 – удельное сопротивление, обусловленное рассеянием электронов на дефектах кристаллической решетки. Величина остаточного сопротивления ρ_0 зависит от типа дефектов, их плотности и распределения. Рассеянием электронов на легирующих элементах объясняется увеличение удельного сопротивления металлов при образовании твердых растворов. Величина остаточного сопротивления твердых растворов зависит от концентрации легирующего элемента, разности валентностей и радиусов легирующего атома и атома матрицы.

Для измерения удельного сопротивления предложен компенсационный метод. Установка для измерения удельного сопротивления состоит из источника питания, амперметра, реостата, измерительной ячейки с образцом и потенциометра. Образцы, изготовленные в виде таких длинных пластинок, помещались на основании измерительной ячейки. Два токовых и два

потенциальных зонда расположенные в держатели прижимаются к образцу. Держатель зондов может перемещаться. Через образец пропускается ток. Величина тока контролируется амперметром. Разность потенциалов между точками, к которым прижимаются потенциальные зонды, измеряется с помощью вольтметра, удельное сопротивление рассчитывается по формуле $\rho = \frac{U \cdot a \cdot b}{I \cdot L}$, где $U = \frac{U_1 + U_2}{2}$, U_1 , U_2 – падение напряжения на потенциальных зондах при различных направлениях тока; a , b – ширина и толщина соответственно; L – расстояние между потенциальными зондами.

УДК 621.382

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ

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

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

кандидат техн. наук, доцент Свистун А. И.

Белорусский национальный технический университет

В связи с интенсивным развитием технологии производства радиоэлектронной аппаратуры (автоматизация монтажно-сборочных операций, миниатюризация и др.), а также непрерывным повышением требований качества и надежности изделий, возникает необходимость в использовании эффективных методов контроля пайки и сборки как комплексных печатных плат, так и отдельных компонентов. Среди физических методов диагностики и неразрушающего контроля паяных соединений наиболее широко применяются оптические и рентгеновские методы. При комбинировании этих методов достигается наиболее эффективный контроль.

Оптические методы позволяют находить механические повреждения пайки и сборки, вызванные либо неаккуратным обращением с электронными компонентами, либо заводским (технологическим) браком. Некоторые дефекты печатных плат, такие как разрывы и повреждения металлизации переходных отверстий, могут быть выявлены оптическими методами под углом наклона к объекту 30° – 45° . Однако данные типы дефектов выявляются только при демонтаже электронного компонента. В большинстве случаев демонтаж не позволяет дальнейшее использование компонента. Кроме того, разрушение паянного соединения может привести к зарождению дефектов в области исследуемого участка платы.

Использование рентгеновских методов (рис.) в дополнение к оптическим позволяет производить неразрушающий контроль паяных соединений, при этом обеспечивается выявление дефектов, не решаемых оптическими методами (например, пустоты в шариках припоя).

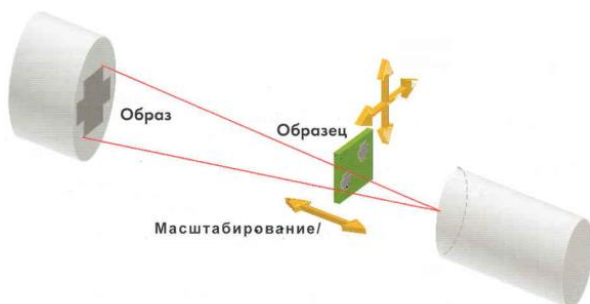


Рис. Схема двухмерного рентгеновского микроскопа

Эффективность рентгеноскопии в сочетании с оптической инспекцией печатных узлов подтверждена для микросхем BGA, CSP, Flip Chip в большинстве изделий.

УДК 681.518.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВНУТРЕННЕГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Магистрант Асимов А. Р.¹, студент гр. 11303115 Платыник Е. А.²

Кандидат техн. наук, доцент Савченко А. Л.²

¹Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

²Белорусский национальный технический университет

Дополненная реальность все чаще используется в современных производственных процессах как средство взаимодействия работника с цифровой информационной системой. В связи с этим проблематика совмещения изображений реальных и виртуальных объектов в рамках рабочего пространства человека приобретает особую актуальность.

Для корректной работы алгоритмов совмещения требуется точное определение пространственного положения как наблюдателя, так и окружающих его реальных объектов. Классические методы решения этой проблемы (например, использование графических маркеров на поверхностях) не всегда применимы в рамках реальной рабочей среды.

В данной работе рассматриваются возможности и ограничения использования систем внутреннего позиционирования на основе сверхширокополосных сигналов (СШП), при создании виртуальной реальности.

Для целей исследования была выбрана СШП система внутреннего позиционирования бельгийской компании Pozux. В рамках выполненных экспериментальных работ, было определено что при времени отклика системы 100 миллисекунд, точность позиционирования внутри помещений составляет около 40 см. При использовании специальных алгоритмов фильтрации сигнала, ограничивающих время отклика системы до одной секунды, точность позиционирования возрастает до 10 см. Использование дополнительных датчиков перемещения и технологии слияния данных (sensor fusion) позволяет поднять точность позиционирования до 3 см. при сохранении времени отклика 100 мс. При этом появляется возможность непрерывного отслеживания и пространственной ориентации.

Таким образом, показана возможность использования СШП системы внутреннего позиционирования для определения пространственного положения наблюдателя и окружающих его объектов. Предложен алгоритм повышения точности и быстродействия системы на основе технологии слияния данных.

Возможные применения такой системы – это навигация внутри помещений (например, по складу) и индикация контекстной (зависящей от местоположения) виртуальной информации.

УДК 621

ИЗМЕРЕНИЕ УПРУГОЙ ДЕФОРМАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Студенты гр. 11301116 Матвеев В. Ю., Хохлов А. В.,
студент гр. 11301117 Черняк А. С.

Кандидат техн. наук, доцент Суходолов Ю. В.,
ст. преподаватель Исаев А. И.

Белорусский национальный технический университет

В направлении конструирования и строительства требуется использовать материалы, соответствующие прочностным характеристикам конструкции. Разрабатываемое устройство обеспечивает измерение упругой деформации на сжатие опытных образцов. Алгоритм устройства приведен на рис.

Устройство представляет собой гидравлический пресс с внедренной системой измерения упругой деформации. Управление системой выполняется микроконтроллером.

Для измерения упругой деформации первоначально в устройство вносятся параметры нагружения образца: скорость и сила нагружения. Сила нагружения измеряется датчиком давления в системе.

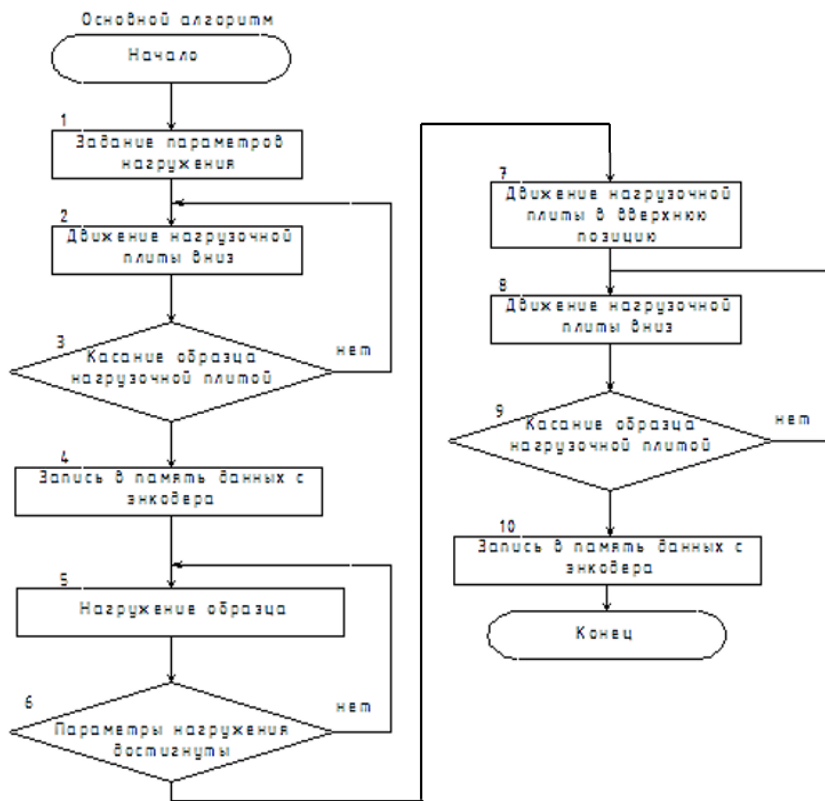


Рис. Алгоритм работы устройства

Параметры изменения высоты образца измеряются посредством энкодера. После задания параметров нагрузочная плита движется вниз до первого касания образца, записываются данные с энкодера. После касания происходит испытание образца: образец нагружается согласно заданным параметрам. После нагружения, нагрузочная плита движется в верхнюю позицию. Далее плита движется вниз до касания образца. После касания образца, данные второго касания вносятся в память. Посредством вычисления разности значений снятых энкодера измеряется упругая деформация испытываемых образцов.

РАЗВИТИЕ СИСТЕМ ИСПЫТАНИЯ И КОНТРОЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Студенты гр. 11301116 Липай Е. А., Бичель М. Ю.,
студент гр. 11301117 Редько С. Р.

Кандидат техн. наук, доцент Суходолов Ю. В.,
ст. преподаватель Исаев А. И.

Белорусский национальный технический университет

Технология контроля и измерения позволяет получать данные с известной погрешностью и их отбор, для выявления отклонения от целей управления. По сути это совокупность процессов, методов, материалов и средств, правил и процедур.

Современный уровень развития приборостроения уже позволяет производить высокоточные измерения и достоверный контроль параметров в различных отраслях.

В настоящее время лабораторные базы для экспериментальных исследований развиваются в трех направлениях:

1. Исключение визуальных и контактных измерений параметров образца исследователем, путем насыщения лаборатории лазерными устройствами и электроникой.
2. Снабжение дополнительными наборами приспособлений лабораторного оборудования, расширяя возможности экспериментальных исследований.
3. Разработка и изготовление оборудования для индивидуальных испытаний моделей сложных стержневых структур и оболочек.

Первое направление отражено в новой оптической системе контроля трещин со встроенной шкалой для их измерения «KUMONOS», компании Kansai Construction Survey Co., Ltd, Япония.

Ко второму направлению относится универсальная машина для испытания материалов па прочность EU 100/2, разработанная БИТУ НИМ ЦКП. Она производит испытания на прочность образцов материалов со статическим воздействием усилия.

Установка для испытания железобетонной трубы на вертикальную нагрузку исследовательского центра по строительству, проектированию и технологии возведения подземных сооружений (ГУП «НИИМосстрой»), это отражение третьего вида развития.

Литература

1. ГОСТ 8465-85 Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе. Межгосударственный стандарт. Введен в действие с 01.07.85.

НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ РЕГЛАМЕНТИРУЮЩАЯ КОНТРОЛЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Студенты гр. 11301116 Кузнецов В. Ю., Шавела Е. Ю.

Ст. преподаватель Исаев А. И.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время одной из актуальных проблем отрасли строительства в Республике Беларусь является вопрос о качестве строительных материалов, выпускаемых в нашей стране. В состоянии экономических преобразований повышение качества стройматериалов является одним из существенных условий интенсивного пути развития строительной отрасли в целом. В ином случае низкая степень качества строительной продукции негативно влияет на всю экономику страны в целом, в том числе сокращает экономическую эффективность капитальных вложений и затрудняет решение социально – экономических вопросов. Из всего вышесказанного следует, что качество строительной продукции – центральный фактор, который влияет на экономичность и рентабельность объекта строительства, обеспечивающий его прочность и долговечность и включающее в себя строгое соблюдение требований строительных норм и правил, государственных стандартов всеми участниками строительного процесса.

Все виды строительных материалов обладают некими свойствами, представляющими интерес у людей. Это прочность, пластичность, твердость и т. д.

Контроль качества строительных материалов проводят по определенным нормам и требованиям.

В зависимости от проходящего производственного процесса различают входной, технологической и приемочный контроли.

Все материалы выпускают по стандартам, таким как ГОСТ, СТБ EN и СТБ. В настоящее время Госстроем разработано более 50 стандартов на строительные материалы.

Стандарты необходимы для решения проблематики повышения качества материалов, безопасности получения и эксплуатации их. Методы испытаний так же расписаны в стандартах. В настоящее время в Республике Беларусь действует «Строительные нормы и правила» представляющее собой объединение нормативных документов по строительству и строительным материалам. Одним из основных стандартов строительных материалов является ГОСТ 8462-85. ГОСТ описывает методы определения предела прочности при сжатии строительных материалов.

Литература

1. ГОСТ 8465-85 Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе. Межгосударственный стандарт. Введен в действие с 01.07.85

ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗОК НА РАЗРУШЕНИЕ ОБРАЗЦОВ

Студенты гр. 11301116 Кондратьева Н. К., Габец В. А.,
студент гр. 11301117 Карпович Д. А.

Кандидат техн. наук, доцент Суходолов Ю. В.,
ст. преподаватель Исаев А. И.

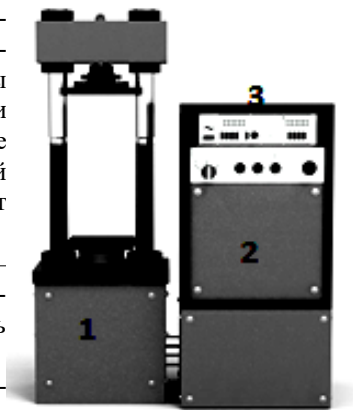
Белорусский национальный технический университет

Ошибки в измерительном процессе и создание погрешностей зачастую недопустимо. Огромное влияние на наличие данных недостатков в измерительном процессе оказывает несовершенство системы измерения совместно с человеческим фактором. При организации испытаний, а так же исследовании строительных материалов и конструкций так же имеют место данные вопросы.

Прессы типа ИП-Х были разработаны в 1980-х и являются обладателями ошибок в процессе измерения и погрешностей. Прессы нашли свое предназначение в проведении испытаний строительных материалов и в производстве уплотненных асфальтобетонных смесей в формах. Организации по ремонту, научно-исследовательские институты, лаборатории, а так же различные отрасли промышленности – все это места, где ИП (рис.) активно используются. Составные части ИП: испытательная станина с силовым двусторонним плунжером (1), насосная установка (2) и аналоговый блок управления (3). Принцип работы данного прессы заключается в движении масла по насосу, затем через клапан и после в гидрораспределитель. Конечной точкой является плунжер, а именно он меняет направление движения.

Основной недостаток такого прессы – аналоговая измерительная система, которая позволяет проводить измерения лишь на наличие деформации в материалах.

В настоящее время развитие электроники создает благоприятные условия для разработки информационно-измерительной системы с дальнейшей установкой ее в ИП с минимальным внесением изменений непосредственно в конструкцию прессы, повышением надежности, эксплуатационных характеристик и точности. Несомненное достоинство – возможность осуществления работы в автоматическом режиме.



УСТАНОВКА МОДУЛЯЦИОННОГО ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИЛОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР

Студент гр. 11303118 Кастевич А. Е.

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

Белорусский национальный технический университет

Структура вольт-амперной характеристики (ВАХ) перед участком лавинного электрического пробоя силового диода несет информацию о неоднородности распределения тока по площади. Ток при этом протекает в местах скопления дислокаций, включений второй фазы, неоднородностей удельного сопротивления, образуя микроплазмы. Применение техники двойного дифференцирования ВАХ, дает существенный выигрыш в разрешении начальных напряжений линейных участков и особенностей ВАХ, связанных с отдельными микроплазмами, так как ее вторая производная представляет совокупность узких максимумов и минимумов.

Известно, что амплитуда второй гармоники переменного тока в режиме малого сигнала пропорциональна второй производной ВАХ d^2I/dU^2 . Для измерения второй производной разработана установка модуляционного дифференцирования ВАХ, в которой реализован метод детектирования гармоник. Установка позволяет измерять и записывать на двухкоординатный потенциометр ВАХ и ее вторую производную в диапазоне 0...1000 В. Чувствительность в режиме измерения d^2I/dU^2 составляет 1 мкВ при отношении сигнал–шум, равном трем. Измерительная схема представляет последовательное соединение обратно смещенного диода и малого измерительного сопротивления. При измерении d^2I/dU^2 в измерительную схему подается постоянное напряжение, промодулированное малым переменным напряжением (1...10 В) с частотой 300 Гц. Амплитуда модуляции и величина измерительного сопротивления регулируются с целью достижения оптимального разрешения и помехоустойчивости. Переменное напряжение с измерительного сопротивления подается на предварительный усилитель и активный режекторный фильтр на частоту 300 Гц. Далее сигнал усиливается селективным усилителем, настроенным на частоту второй гармоники (600 Гц) и детектируется синхронным детектором. В канал опорного напряжения синхронного детектора включен удвоитель частоты.

Исследования силовых кремниевых диодов позволили выявить особенности вторых производных ВАХ в предпробойной области.

КОНТРОЛЬ СВОЙСТВ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СЛОЕВ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ СТРУКТУР

Студенты гр. 11312115 Хилько А. Н., Фолынсков Д. И.

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

кандидат техн. наук, доцент Пантелеев К. В.

Белорусский национальный технический университет

Важной задачей технологии полупроводниковых интегральных микросхем является формирование функциональных слоев с заданными характеристиками. Для контроля свойств функциональных поверхностных слоев используются в основном зондовые контактные методы (например, метод Ван-дер-Пау, C-V-метрия и др.) [1]. Контактные методы хорошо проработаны, удобны и позволяют выполнять измерения, как на однородных образцах, так и на диффузионных и эпитаксиальных слоях, однако они имеют и недостатки. Контакт с поверхностью приводит к разрушению, а при протекании через слой поверхности электрического тока к возмущениям этого слоя: нагрев образца, эффект Пельтье, инжекция носителей заряда контактом и др. Последние вносят существенный вклад в погрешность измерений. Среди бесконтактных методов контроля полупроводников, наиболее распространены методы на основе эффекта Холла, индукционный и емкостной методы [1]. Эти методы не оказывают разрушающего воздействия на образец, однако при их использовании погрешность измерений больше, чем при использовании контактных.

Другим методом, обеспечивающим бесконтактный неразрушающий контроль функциональных слоев полупроводников, является метод контактной разности потенциалов [2]. Различные модификации данного метода основаны на анализе пространственного распределения работы выхода электрона поверхности и дают сопоставимую информацию о ряде важнейших параметров поверхности (поверхностное сопротивление, длина диффузии, время жизни неравновесных носителей заряда и др.).

Литература

1. Пилипенко, В. А. Физические измерения в микроэлектронике / В. А. Пилипенко, В. Н. Пономарь, В. А. Горущко, А. А. Солонинко – Мн.: Электронная книга БГУ, 2003.

2. Pilipenko V. A., Solodukha V. A., Zharin A., Gusev O., Vorobey R., Pantisaleyeu K., Tyavlovsky A., Tyavlovsky K., Bondariev V. A. Influence of rapid thermal treatment of initial silicon wafers on the electrophysical properties of silicon dioxide obtained by pyrogenous oxidation. High Temperature Material Processes: An International Quarterly of High-Technology Plasma Processes. 2019; 23(3):283–290.

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ОСТАТОЧНОЙ ЁМКОСТИ И ОТКЛЮЧЕНИЯ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ РЕЗЕРВНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

Студент гр. 11301116 Кондратьева Н. К.

Ст. преподаватель Василевский А. Г.

Белорусский национальный технический университет

В системах противопожарной защиты, при использовании аккумуляторной батареи (АБ), в качестве резервного питания приёмно-контрольных приборов (ПКП) особое значение приобретает защита их от предельного разряда, а также контроль остаточной ёмкости. Использование современной элементной базы, в сочетании с программным обеспечением ПКП, упрощает данные функции.

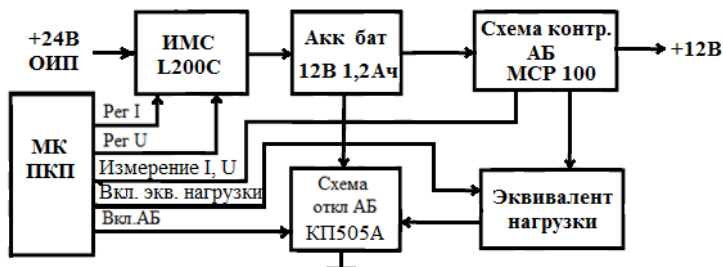


Рис. Схема контроля и отключения аккумуляторной батареи
в приёмно-контрольном приборе пожарной сигнализации

Из рисунка следует структура схемы зарядки, подзарядки и контроля аккумуляторной батареи. Микросхема L200С используется в данной схеме для зарядки и, совместно с микроконтроллером ПКП, для эффективного контроля исправности АБ. Она имеет возможность, по определенному алгоритму, поддерживать зарядку АБ регулируя ток и напряжение. Применение супервизора МСР 100 позволяет однозначно определить порог отключения аккумуляторной батареи от нагрузки и удерживать ключевой элемент (КП505А) в закрытом состоянии, вплоть до уровня разряда АБ порядка 1В. Транзистор КП505А в схеме отключения отсоединяет минусовой электрод АБ от нагрузки.

Измерение остаточной ёмкости АБ производится по алгоритму с использованием подключения эквивалента нормированной нагрузки АБ, при этом измеряется за фиксированное время (1 минута) падение напряжения и изменение тока. Результат вычислений остаточной ёмкости АБ в %, 1 раз за 2 часа, передается на диспетчерский пункт, а также м. б. выведен на индикатор.

ИЗМЕРИТЕЛЬ ПАДЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ НА ПРОВОДАХ УДАЛЕННЫХ ЛИНИЙ ОПОВЕЩЕНИЯ

Студент гр. 11301116 Матвиенко В. Ю.

Ст. преподаватель Василевский А. Г.

Белорусский национальный технический университет

Охранной техникой предусмотрена установка светозвуковых устройств (СЗУ) оповещения удаленных на значительное расстояние от приемно-контрольных приборов охранной сигнализации. Установка СЗУ, как правило, осуществляется на фасадах строений, наружных стенах объектов охраны, в коридорах офисных объектов. Протяженность линий связи и ее омическое сопротивление не всегда правильно учитывается при расчете сечения проводов. Таким образом, налицо необходимость фактического замера падения напряжения питания СЗУ с учетом его предельных параметров по минимальному уровню напряжения питания и тока потребления в месте установки.



Рис. Устройство контроля напряжения питания СЗУ

Работа устройства основана на подключении соответствующей нагрузки, согласно паспортным данным на оповещатель, в месте установки СЗУ. При этом производится замер напряжения и вывод фактических значений на ЖКИ индикатор. С помощью клавиатуры в прибор вводятся значения тока и напряжения по паспорту, микроконтроллер преобразует эти данные в активное сопротивление цифрового нагрузочного сопротивления. В ПКП ОС включается режим оповещения и в месте подключения СЗУ с помощью данного устройства производится замер напряжения. Полученный результат сравнивается с минимальным значением напряжения по паспорту СЗУ.

РЕЧЕВОЙ ОПОВЕЩАТЕЛЬ С ПИТАНИЕМ И УПРАВЛЕНИЕМ ПО ПРОВОДАМ БЫТОВОЙ СЕТИ ОСВЕЩЕНИЯ

Студент гр. 11301116 Габец В. А.

Ст. преподаватель Василевский А. Г.

Белорусский национальный технический университет

Оповещение и эвакуация людей с объектов, подверженных пожару, является главной задачей в системах пожарной безопасности. Речевой способ оповещения снижает риск возникновения неадекватного поведения людей при пожаре, что позволяет провести эвакуацию более организованно. Типовая система оповещения громоздкая по своему составу и энергоёмкая. Её отдельные наружные проводные каналы связи и питания могут быть разрушены при пожаре, поэтому наиболее целесообразно использование существующие, более защищенные (в штробах), цепи электрической бытовой сети освещения.

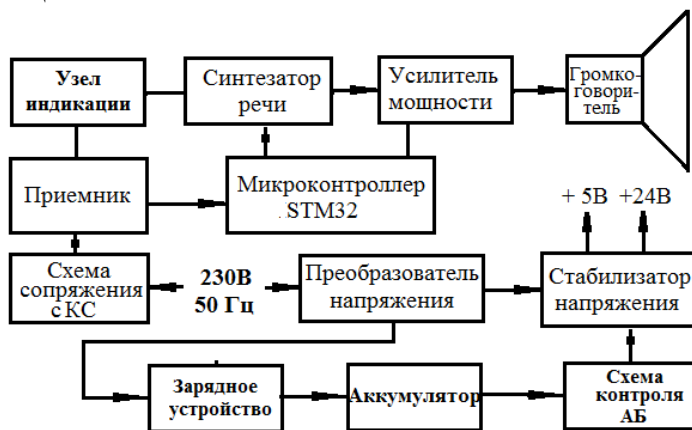


Рис. Структурная схема сетевого речевого оповещателя

Порядок действия при пожаре предполагает, в первую очередь, отключение основного электропитания. Однако цепи электропитания (проводка) остаются на месте, что позволяет использовать их для передачи сигналов оповещения. Небольшая по ёмкости и размерам аккумуляторная батарея (12 В, 1,2 Ач) обеспечивает резервное питание в случае отключения основного. Передача и приём сигналов оповещения по электропроводке производятся по протоколу PLC (Power Line Communication) приборами системы оповещения.

МНОГОКАНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЕКОДИРОВАНИЯ БЛОКА ВЫВОДА

Студент гр. 11902117 Яцко Н. А.

Ст. преподаватель Владимирова Т. Л.

Белорусский национальный технический университет

Многоканальное устройство декодирования применяется в спортивной инженерии. В работе разработан алгоритм работы устройства. Фрагмент алгоритма работы устройства, касающийся блока вывода приведен на рис. 1. Функциональная схема блока вывода приведена на рис. 2.

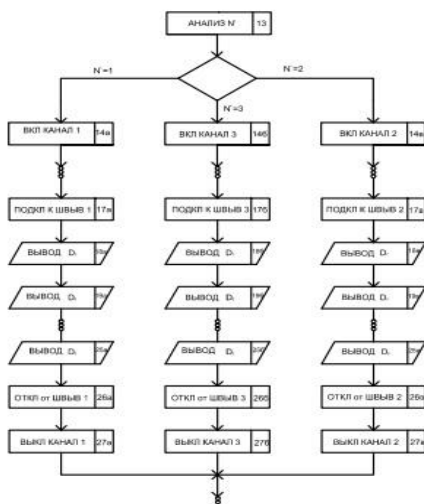


Рис. 1

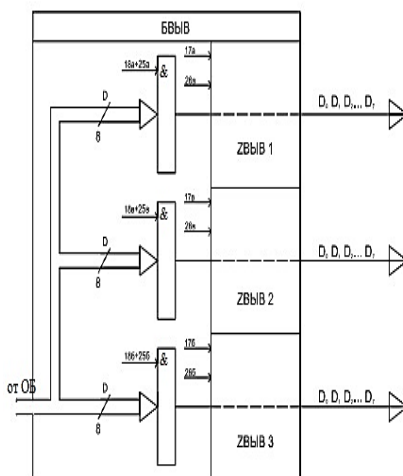


Рис. 2

Блок вывода предназначен для подключения к одному из каналов вывода, преобразования параллельного кода в последовательный, вывода декодированных данных со старшего разряда, отключению от соответствующего канала. Поэтому блок вывода включает модули: ZBЫВ1, ZBЫВ2, ZBЫВ3. Они обеспечивают подключение/отключение от внешних каналов, имеющих состояние ЗС.

Определены критерии выбора элементной базы: закрытые отапливаемые помещения, быстродействие. Поэтому для реализации блока вывода многоканального устройства декодирования выбраны интегральные микросхемы ТТЛ, ТТЛШ коммерческого назначения.

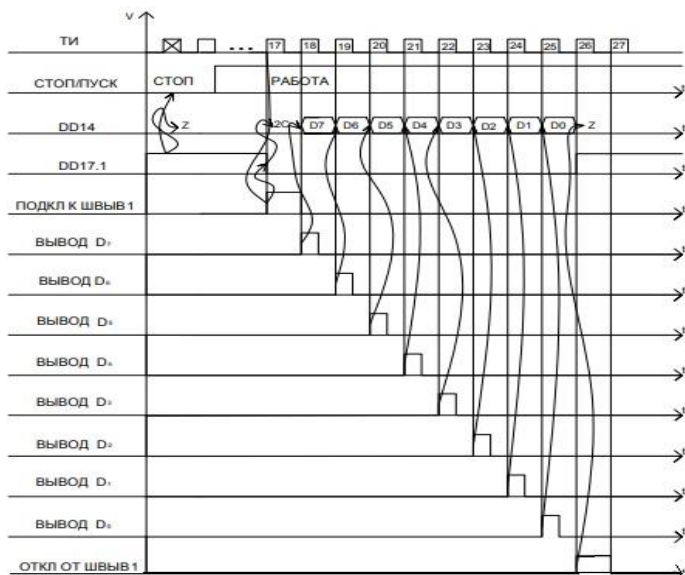


Рис. 3

Разработана принципиальная схема блока вывода и диаграмма работы блока вывода. Диаграмма работы для одного из каналов приведена на рис. 3.

УДК 681

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПОТЕНЦИАЛА ПОВЕРХНОСТИ

Студент гр. 11312117 Ардашев Д. С., магистрант Закорко Н. В.

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

доктор техн. наук, профессор Гусев О. К.

Белорусский национальный технический университет

Пространственное картирование электростатического потенциала поверхности сканирующим зондом Кельвина [1] предполагает построение из массива измерительных данных визуализированного изображения в виде трехмерной карты, в которой в качестве двух осей (ox , oy) используются линейные размеры объекта контроля, а в качестве третьей оси (oz) – измеряемый параметр (электростатический потенциал поверхности, измеренный в каждой точке контролируемой поверхности).

При восстановлении из массива измерительных данных трехмерных визуализированных изображений распределения электрического потенциала наиболее эффективным методом интерполяции следует считать метод сплайн-интерполяции [2]. Данный метод основан на применении кусочно-полиномиальных функций и обеспечивает интерполяцию в окрестности отсчета [3]. В случае интерполирования трехмерного изображения электропотенциала поверхности применяются бикубические сплайны. Параметры всех полиномов основного сплайна связаны друг с другом и определяются с помощью решения системы линейных уравнений. Путем решения системы алгебраических выражений достигается согласование граничных точек отсчетов (в виде кривизны или наклона). К основным преимуществам кусочнополиномиальной интерполяции следует отнести возможность одновременной обработки данных по небольшому количеству измерительных точек, что обеспечивает высокую скорость алгоритма обработки в целом.

Литература

1. Пантелеев, К. В. Цифровой измеритель контактной разности потенциалов / К. В. Пантелеев, А. И. Свистун, А. К. Тявловский, А. Л. Жарин // Приборы и методы измерений. – 2016. – Т. 7, № 2. – С. 136–144.
2. Кукарцев, В. В. Аппроксимация данных поверхности растровых карт в геоинформационной системе / В. В. Кукарцев, О. А. Антамошкин // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. М. Ф. Решетнева. – 2012. – С. 29–32.
3. Гомонов, А. Д. Задача изогометрической сплайн-интерполяции // Вестник МГТУ. – 2002. – № 2.

УДК 681

ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ПОВЕРХНОСТИ ИЗ МАССИВА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ В ORIGIN PRO

Магистрант Кмита К. Ю., аспирант Микитевич В. А.

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

доктор техн. наук, профессор Жарин А. Л.

Белорусский национальный технический университет

Визуализация пространственного распределения электрического потенциала поверхности позволяет исследовать однородность распределения свойств по поверхности исследуемого материала, а также обнаружения локальных дефектов тонкого поверхностного слоя [1, 2]. Для измерения потенциала поверхности использована макетная установка сканирующего зонда Кельвина [3]. Регистрация данных осуществляется с использованием специ-

ально разработанного даталоггера [4]. В этом случае измерительная информация представляет собой массив данных, содержащий информацию о координате сканирования и измеренному в данной точке значению электрического потенциала. Такая информация, как правило, требует дальнейшей обработки с использованием специализированного программного обеспечения с широким набором функций статистической обработки данных.

Для получения из массива измерительных данных трехмерных карт распределения электрического потенциала поверхности исследуемого материала использовано программное обеспечение Origin Pro версии 9. Origin Pro является одним из наиболее мощных средств статистической обработки данных.

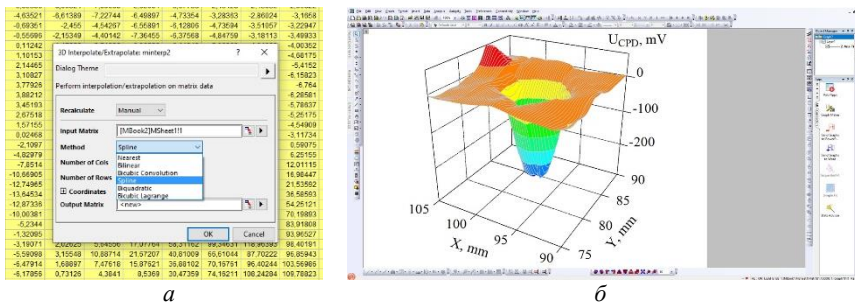


Рис. Пример построения интерполированного трехмерного изображения распределения электрического потенциала поверхности из массива измерительных данных средствами Origin Pro: *a* – выбор метода интерполяции; *б* – трехмерное изображение распределения потенциала поверхности

Для получения изображений распределения потенциала требуется преобразование массива данных в матрицу, что выполняется с использованием специально разработанного скрипта. При построении изображения необходимо указать вид интерполяции, например, сплайнами. Для этого заходим в Analysis>Mathematic>3D interpolate/extrapolate и из предложенного списка выбираем spline (рис., *a*). Результат преобразования массива измерительных данных в трехмерную карту распределения электрического потенциала поверхности с известной неоднородностью приведен на рис., *б*.

Литература

1. Pantsialeyeu, K. U. Charge sensitive techniques in control of the homogeneity of optical metallic surfaces / K. Pantsialeyeu, A. Zharin, K. Kierczynski // Przegląd Elektrotechniczny. – 2016. – R. 92, № 8. – P. 190–193.
2. Шаронов, Г. В., Жарин, А. Л., Мухуров, Н. И., Пантелеев, К. В. Контроль металлических поверхностей, обработанных алмазным наноточением, по работе выхода электрона. Приборы и методы измерений. – 2015;6(2):196–203.

3. Пантелеев, К. В., Микитевич, В. А., Жарин, А. Л. Построение измерителей контактной разности потенциалов. Приборы и методы измерений. 2016;7(1):7-15. DOI: 10.21122/2220-9506-2016-7-1-7-15

4. Микитевич, В. А., Пантелеев, К. В., Жарин, А. Л. Устройство сопряжения аналогового измерителя контактной разности потенциалов и хост-компьютера. / Новые направления развития приборостроения: материалы 10-й Междунар. научно-техн. конф. Молодых ученых и студентов. – Минск: БНТУ, 2017. – С. 34.

УДК 621.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ НАГРУЗОК НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СПОРТИВНОЙ ТЕХНИКИ

Студент гр. 11904115 Устимович И. В.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Большинство несущих конструкций спортивной техники изготавливается из сварных рам. Для таких конструкций, с которыми человек находится в контакте, обязательным является их безопасность.

Целью данной работы является применение исследований напряжённо-деформированного состояния опорной рамы тренажёра для развития скоростно-силовых качеств прыгунов.

Проведение исследований проводилось при помощи модуля инженерного анализа SolidWorks Simulation. Исследования проводились для рам, выполненных их труб круглого, квадратного и прямоугольного сечений. В качестве материала сварных конструкций была выбрана конструкционная сталь марки 09Г2С. Для выполнения сварных швов была выбрана сварка в защитном газе проволокой марки 08Г2С. Катет сварного шва выбран по ГОСТ 14771-76 и равен 4 мм.

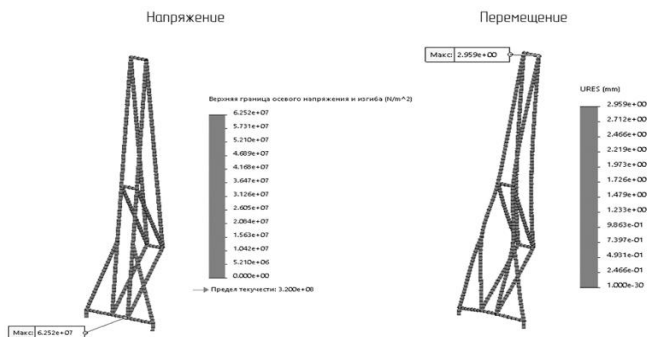


Рис. Результаты компьютерных исследований сварной рамы

Установлено (рис.), что величина эквивалентных напряжений, перемещений и деформации при эксплуатационных нагрузках до 1500 Н не превышает допусковых. Определено, что оптимальными значениями прочности, при минимальной массе конструкции, обладают рамы круглого профиля.

УДК 621.396.6

ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ СПОРТИВНЫМ ТРЕНАЖЁРОМ

Студент гр. 11904115 Устимович И. В.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

В современных конструкциях спортивной техники широко применяются метатронные модули, пневматические и гидравлические элементы, управление которых осуществляется дистанционно.

Целью работы является разработка универсальной конструкции блока управления спортивным тренажёром.

Разработано техническое задание и определены технические решения, обеспечивающие эргономичность конструкции при управлении тренажёром одной рукой.

Для решения поставленной задачи был разработан макет устройства с учётом антропометрических параметров европейских исследований (СТБ ЕН 574-3-2003) в результате чего был оптимизирован угол наклона панели управления и рукоятки блока управления. С учётом габаритных размеров печатного узла, oled-дисплея и элементов питания при помощи САПР SolidWorks была разработана твердотельная модель конструкции (рис.).



Рис. Твердотельная модель блока управления

В процессе конструирования механики работы кнопок определены оптимальная посадка сопряжения кнопок управления и лицевой панели (H12/b12) и длина направляющей (5,5 мм), которые обеспечат перемещение кнопок без заклинивания в рабочем интервале температур от -20 до +50°C.

При помощи FDM печати был изготовлен действующий

щий прототип разработанного блока управления. Проведение натуральных испытаний подтвердило правильность принятых технических решений. Их заклинивания вследствие теплового расширения материалов или перекоса.

УДК 614.842.4: 654.9

СИСТЕМА ОХРАННОЙ И ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ СТАНЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Студент гр. 31301216 Корнев И. В.

Кандидат техн. наук, доцент Мисюкевич Н. С.

Белорусский национальный технический университет

Разработан проект системы охранной и пожарной сигнализации для станции технического обслуживания (далее СТО).

Система охранной сигнализации (СОС) обеспечивает защиту материальных ценностей, таких как: выручка от ремонта автомобилей, электроинструмент, запасные части к авто, от хищения в ночное время суток. СОС включает в себя 15 охранных шлейфов и один тревожный, охранные шлейфы подключаются к приемно-контрольному прибору Аларм-7М. Постановка на охрану и снятие производится через устройства доступа УД-1Т, предусмотрена постановка на охрану тревожной сигнализации отдельно от СОС, для этого установлено дополнительное устройство доступа. СОС должна переходить в режим «Тревога» при обнаружении перемещения нарушителя в зоне контроля объемного извещателя, а также обеспечивать передачу дежурному персоналу СТО и Департамента охраны МВД информации о состоянии системы.

При обнаружении очага возгорания пожарным извещателем система переходит в состояние «Внимание», происходит сброс питания (через реле сброса) извещателей в шлейфе. Если в течение времени верификации шлейф не восстанавливается в состояние «Дежурный режим», то система переходит в состояние «Пожар». Цели системы СПС: обнаружение факторов пожара (оптическая плотность среды в дымовой камере пожарного извещателя более $0,02 \text{ дБ/м}^3$; передача сигнала «Пожар» и «Неисправность» на пункт диспетчеризации пожарной автоматики МЧС и пожарный пост здания СТО. Передача сигналов осуществляется по каналам связи GSM/GPRS с помощью УОО СПИ «Молния». Связь между СПС и СПИ осуществлена на релейном уровне между ПКПП и СПИ «Молния».

Индикация состояния зон пожарной сигнализации (одна зона – не более 5-ти помещений) дает информацию о месте обнаружения пожара с максимальной информативностью с помощью индикаторов и ЖКИ-панели.

Устройства электроснабжения сертифицированы и обеспечивают бесперебойное питание электроприемников пожарной сигнализации в дежурном режиме в течение 24 часов и в режиме «Пожар» не менее трех часов. А также бесперебойное питание электроприемников охранной сигнализации в течение 24 часов.

УДК 621.396.6

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ НАГРУЗОК

Магистрант Дёмин А. К.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И. Н.

Белорусский национальный технический университет

Конструировании приборов является сложной многофакторной задачей. Разработка технических решений, выбор материалов конструкции уже на стадии проектирования определяет качество и надёжность разработанного изделия.

Целью данной работы является применение исследований напряжённо-деформированного состояния объектов для оптимизации разрабатываемых устройств.

Нами ранее была разработана конструкция электронного блока управления устройством для тренировки силы и силовой выносливости лыжников-гонщиков. Специфика применения данного устройства заключается в воздействии как статических, так и динамических нагрузок. Конструктивно вибропрочность блока обеспечивалась наличием на торцевых поверхностях корпуса демпфирующих накладок.

Исследования проводились при помощи модуля инженерного анализа SolidWorks Simulation. Установлено (рис.), что при выбранном конструкционном материале корпуса (Этамид ударопрочный ЭА-2Л-2) статическая



Рис. Исследования механических характеристик электронного блока управления

нагрузка до 20 Н/см^2 не вызывает в конструкции критических напряжений. Величина эквивалентного напряжения – не более $2 \times 10^{-4} \text{ Н/м}^2$, перемещений – не более $1,4 \times 10^{-4} \text{ мм}$, эквивалентная деформации не превышает величину $8 \times 10^{-6} \text{ мм}$.

Проведенные исследования подтверждают правильность принятых конструкторских решений и выбор материала конструкции.

UDC 681

MULTI DOF PIEZOELECTRIC MOTOR

Vytautas Jūrėnas, Gražvydas Kazokaitis
Kaunas University of Technology

Piezoelectric devices are common in such areas where precise, fast and low energy solutions are needed, i.e. cameras, robotics, laser beam control, space industry. They are small, reliable and inexpensive [1–2]. Piezoelectric actuators used for piezoelectric ultrasonic motors (USM) are working in ultrasonic frequency range and can generate very precise motion.

Proposed novel and simple design of USM (fig. 1). This design has two ring-shaped piezoelectric actuators and spherical rotor inserted between them. All components are assembled using two flanges and three screws. Rotational motion of the spherical rotor is generated when harmonic electric signal is applied to one of electrode groups of actuators. 3D resonant vibrations of the actuator rotate the rotor in desired direction and 3DOF rotational motion of the rotor can be achieved with very high resolution.

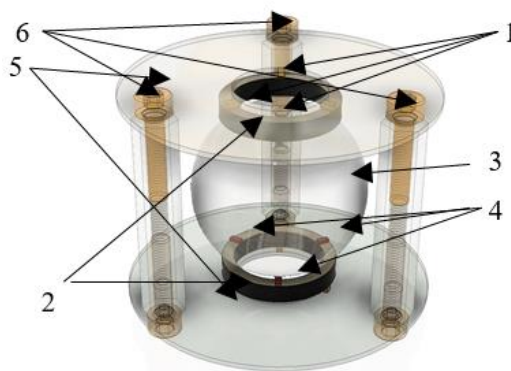


Fig. 1. Structure of the ultrasonic motor: 1 – elastic supports; 2 – piezoelectric actuators; 3 – rotor; 4 – contact elements; 5 – flanges; 6 – screws

Modal, harmonic response and experimental studies are performed and results of this USM are presented in fig. 2 and fig. 3. Conditions and limitations: applied voltage – 50 V. Measured range – 50-110 kHz; 5 N force to contact elements applied. All piezoelectric and dielectric losses were neglected in these simulations.

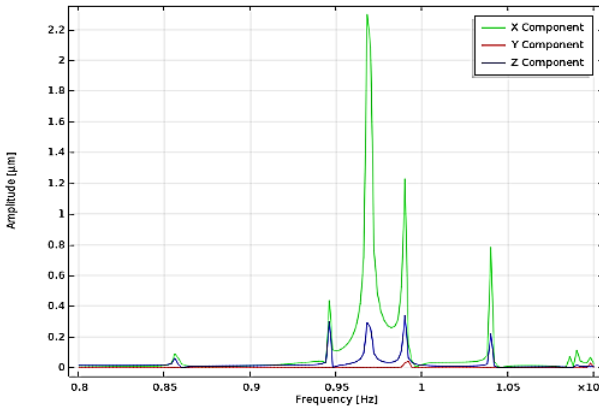


Fig. 2. Amplitude vs. frequency of USM. Harmonic response analysis (FEM). Operational frequency at 96.8 kHz

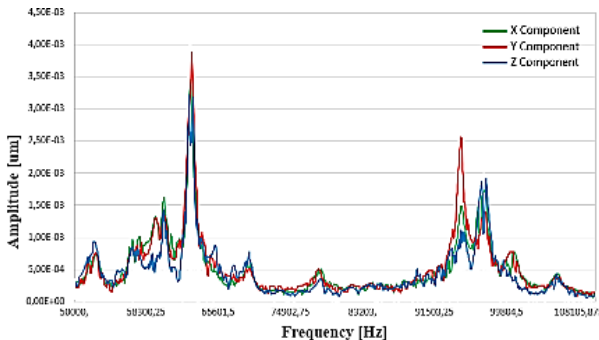


Fig. 3. Amplitude vs. frequency measured with Polytec 3D vibrometer. Operational frequencies of the USM are at 60.05 and 94.44

References

1. Kang, B; Lee, J; Won, C. Micro-Navigation Satellite Network Design and Analysis. Proceedings of 21st International Technical Meeting of the Satellite Division, USA, 2008. p. 867-876.
2. Jänker, P., Claeysen, F. New applications for aircraft and space applications. Proceedings of 10th International Conference on New Actuators, Bremen, Germany, 2006, p. 324–330.

СЕКЦИЯ 2. КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ПРИБОРОВ

УДК 62-427.42

УСТАНОВКА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ ГИБКИХ ВОЛНОВОДОВ

Студент гр. 11302115 Бурак Д. В.

Кандидат техн. наук, доцент Минченя В. Т.

Белорусский национальный технический университет

Проблема атеросклероза в настоящее время является одной из самых острых и актуальных в медицине. В основе метода лечения лежит механическое и кавитационное внутрисосудистое воздействие на атеробляшки и тромбозмболы гибким волноводом, который излучает ультразвуковые комбинированные колебания с частотой 22–30 кГц. Длина гибкого волновода может достигать 1 м, со ступенчато уменьшающейся толщиной от 2 мм до 0,8 мм.

Целью работы является разработка установки для контроля геометрических размеров гибких волноводов (далее по тексту – установка).

К установке предъявляются следующие основные требования: пределы измерения диаметра от 0 до 2 мм, длина контролируемого волновода не более 720 мм, длинна контролируемого участка переходов 25 мм, графическое изображение результатов измерения на экране персонального компьютера.

В работе приводится обзор существующих конструкций и устройств для контроля геометрических размеров деталей цилиндрической формы, изучены акустические волноводные системы, применяемые для ультразвукового тромболитизиса. Приводится описание методики и экспериментального образца установки для контроля геометрических размеров гибких волноводов. Установка состоит из программного привода продольного перемещения волновода и измерительного устройства, представляющего собой бесконтактный индуктивный преобразователь, который непосредственно осуществляет измерение геометрических размеров в контрольных точках и передает сигнал на экран персонального компьютера.

Таким образом, предложенная конструкция установки позволяет контролировать геометрические размеры волноводов, и предназначена для использования на предприятиях-изготовителях гибких волноводов или других цилиндрических поверхностей, например, проволоки.

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ИСКУССТВЕННЫХ КЛАПАНОВ СЕРДЦА

Студент гр. 11302115 Бородавкин А. Ю.

Кандидат техн. наук, доцент Габец В. Л.

Белорусский национальный технический университет

С каждым годом количество людей с патологиями клапана сердца, исправить которые можно лишь средствами хирургического вмешательства, растет. Так, произведенные для этой цели искусственные клапаны сердца требуют обязательной проверки своих характеристик на соответствие качественных и эксплуатационных норм, оговоренных стандартом [1]. Поставленная задача решается настоящим стендом.

Стенд (рис.) предназначен для проведения испытаний над искусственными сердечными клапанами с целью получения их качественных и количественных характеристик, при пропускании рабочей жидкости. Стенд состоит из: 1 – пульсирующего программно-управляемого насоса PD-1100; 2 – мембраны специального типа; 3 – напорной камеры; 4 – испытательного канала; 5 – испытательной камеры; 6 – ручного нагнетателя давления; 7 – манометра; 8 – камеры избыточного давления; 9 – одностороннего клапана.

Основной модуль стенда, в который помещается исследуемый образец, выполнен из прозрачного материала, что позволяет наблюдать за процессом работы клапана со снятием параметров его работы фотооптической системой. Ручная регулировка величин подводящего давления обеспечивает возможность их корректировки в процессе измерений.

Конструкция стенда обеспечивает надежное крепление всей номенклатуры клапанов.

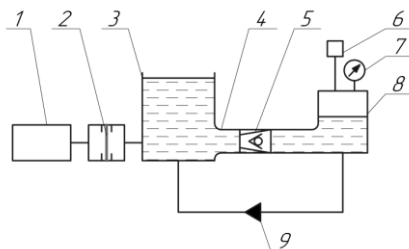


Рис. Принципиальная схема испытательного стенда

Литература

1. ГОСТ 26997-2003. Клапаны сердца искусственные. Общие технические условия. Издание официальное. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Минск.

УСТРОЙСТВО ИСПЫТАНИЯ АМОРТИЗАТОРОВ

Студент гр. 31302216 Грибов К. В.

Кандидат техн. наук, ст. преподаватель Монич С. Г.
Белорусский национальный технический университет

Амортизатор – устройство для гашения колебаний (демпфирования) и поглощения толчков и ударов подвижных элементов (подвески), а также корпуса самого транспортного средства, посредством превращения механической энергии движения (колебаний) в тепловую [1].

Амортизаторы применяются совместно с упругими элементами пружинами или рессорами, торсионами, подушками и т. п. для гашения свободных колебаний больших масс и предотвращения высоких относительных скоростей меньших масс, связанных упругими элементами.

На рис. приведена схема устройства испытания амортизаторов.

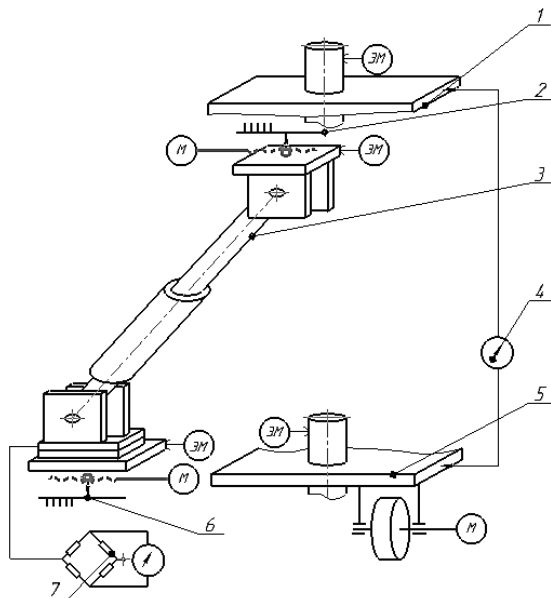


Рис. Схема устройства испытания амортизаторов

Устройство состоит из верхней и нижней пластин 1 и 5, между которыми размещается испытуемый амортизатор 3. Нагрузочные колебания подаются от электродвигателя через эксцентрик на нижнюю пластину 5. Амплитуда и частота колебаний контролируются посредством датчиков перемещения 2 и

б, которые подключены в мостовую схему 7 для усиления сигнала и передачи на электронный блок. Приведенное устройство отличается высокой производительностью испытаний и точностью задания необходимых нагрузок.

Литература

1. Аринин, И. Н. Диагностирование технического состояния автомобиля / И. Н. Аринин // М.: Транспорт. – 1978. – С. 112.

УДК 681.7.023.72

ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ КОНИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ИЗ СТЕКЛА

Студенты гр. 11309116 Киндрук А. Н., Раткевич О. А.

Кандидат техн. наук, доцент Филонова М. И.

Белорусский национальный технический университет

Стекло является уникальным продуктом деятельности человека. Его популярность обуславливается значительным списком свойств и качеств. Из стекла изготавливают изделия различных форм. Так же можно сделать изделия конической формы.

Детали с коническими поверхностями нашли применение в оптической промышленности, машиностроении, приборостроении, декоративно-прикладном искусстве, а также в производстве бижутерии.

Получать детали с коническими поверхностями можно следующими способами: точением на токарных станках, шлифованием на кругло-шлифовальных станках, литьем, прессованием. Выбор способа получения деталей с такими поверхностями зависит от угла конусности, программы выпуска, а так же от химического состава стекла.

Заготовки деталей с коническими поверхностями получают в виде прямоугольных или круглых пластин, плиток, конусов, штабиков и прессовок.

Литье – заливка стекломассы в форму под действием силы тяжести подвижного расплава. Основным недостатком этого способа является низкое качество отливок, так как происходит сильное запузыривание стекла газами, что приводит к появлению внутренних раковин. Помимо этого из-за высокой вязкости расплава оно плохо льется.

Наиболее распространенным способом является прессование, так как оно считается точным, простым, производительным. Однако и этот способ имеет свои недостатки. Иногда на прессованных изделиях наблюдаются различные дефекты, при этом требуется дальнейшая обработка.

При литье и прессовании практически нет отходов, эти способы производительные и дешевые.

На токарных и шлифовальных станках можно получить как короткие, так и длинные детали с различными углами конусности. При точении стекла используются алмазные резцы. Этот способ дорогой и непроизводительный. На шлифовальных станках такие поверхности получают с помощью шлифовальных кругов из разных материалов, в зависимости от состава обрабатываемого стекла. Преимуществом этих двух способов является высокая точность поверхности и маленькая шероховатость, но при этом большая часть материала уходит в отходы.

УДК 681.6

КОТРОЛЬ ОБЪЕКТОВ ТРЁХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ

Студент Кит Д. В.

Кандидат техн. наук Подолян А. А.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Благодаря разработке аддитивного оборудования трёхмерной печати открылись новые перспективы в приборостроении. Постепенно такие методы вытесняют традиционное производство, так как позволяют решать широкий спектр задач качественно и быстро.

Среди исследований, связанных с созданием оборудования трёхмерной печати, особое место занимают поиски бесконтактных методов контроля объекта печати. Технический контроль является неотъемлемой составляющей частью процесса управления качеством продукции и осуществляется на всех стадиях ее жизненного цикла: разработки, изготовления, эксплуатации или потребления продукции.

Рассмотрена возможность использования оптического, теплового, магнитного, электрического, ультразвукового (с использованием пьезоэлектрических и электромагнитно-акустических преобразователей [2]) методов контроля объектов трехмерной печати [1].

В исследовании показана возможность процесса контроля объекта трехмерной печати. Проведен анализ и даны рекомендации по выбору метода контроля объектов трехмерной печати в зависимости от технологии печати [3].

Литература

Клюев, В. В. Неразрушающий контроль и диагностика: справочник / В. В. Клюев, Ф. Р. Соснин, А. В. Ковалев и др.; под ред. В. В. Клюева. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Машиностроение, 2005. – 656 с.

2. Тымчик, Г. С., Подолян, А. А. 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», 2014 – Вып. 47 – С. 85–94.

3. Canessa, E., Fonda, C., Zennaro, M.: Low-cost 3D printing for science, education and sustainable development, free ICTP eBook – 2013.

УДК 615.471

УСТРОЙСТВО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ

Студент гр. 11307115 Кожемяченко К. А.

Доктор техн. наук, профессор Киселёв М. Г.

Белорусский национальный технический университет

Устройство относится к медицине и применяется в отделениях педиатрии, неврологии, геронтологии, опорно-двигательной реабилитации и спортивно-диагностической медицине. Применяя устройство можно оценить сократимость, деформацию, жесткость, вязкость, релаксацию и напряжение мышц. На основании полученных данных можно спрогнозировать перенапряжение мышц, степень восстановления мышц после полученных травм и обнаружить различные аномалии в мышечной структуре.

Разработано специальное устройство определения параметров мышечной ткани, схема которого приведена на рис.

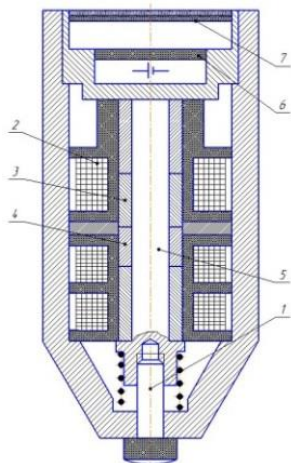


Рис. Схема устройства определения параметров мышечной ткани: 1 – индентор; 2 – якорь электромагнита; 3, 4 – металлические и ферромагнитные втулки, соответственно; 5 – индуктивный датчик; 6 – электронный блок; 7 – экран

Индентор 1 внедряется в биологическую ткань над двигательной точкой мышцы на глубину хода 2, на якоре находятся металлические 3 и ферромагнитные 4 втулки, якорь электромагнита находится в индуктивном датчике 5, который изменяет амплитуду колебаний в зависимости от внесения в активную зону датчика металлического и ферро-магнитного материала закрепленного на якоре электромагнита, по полученным значениям определенных амплитуд происходит последующая обработка данных в электронном блоке 6 с выводом параметров о состоянии и свойств мышц человека на экран 7 устройства.

УДК 616.5

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕДУР, ОСНОВАННЫХ НА IPL-ТЕХНОЛОГИИ

Студент гр. 11307117 Козлова О. А.

Кандидат техн. наук, доцент Зайцева Е. Г.

Белорусский национальный технический университет

В основе технологии IPL лежит использование высокоинтенсивного импульсного некогерентного светового излучения с диапазоном длины волны от 500 до 1200 нм. Во время медицинских и косметологических процедур пигмент меланин, содержащийся в волосах и эпидермисе пациента, поглощает световые лучи, а тепло, выделяемое при этом, разрушает волосяные фолликулы и клетки, накопившие большое количество пигмента. Гемоглобин крови также хорошо поглощает IPL-излучение, что позволяет использовать метод для воздействия на области кожи с сосудистыми дефектами.

Светлая кожа в большей мере отражает световой поток, в то время как темная – склонна к поглощению и более уязвима к перегреву и повреждению. По этой причине существует необходимость в тщательном выборе мощности подачи светового импульса, подборе необходимого диапазона длин волн с помощью использования светофильтров, применении специальных мазей, охлаждении кожи, а также в выборе продолжительности выполнения процедуры.

Не все излучающие головки имеют в своем составе датчики для определения фототипа пациента, что позволяет задать необходимые параметры излучения. Ныне применяемые фотоэпидермические тесты представляют из себя облучение небольшого участка кожи излучающей головкой и отслеживание реакции эпидермиса. Увеличение времени с момента тестирования до первой процедуры с последующим осмотром тестируемой области увеличит вероятность обнаружения долгосрочных отрицательных последствий

воздействия. Комбинирование излучающей головки с дозатором для нанесения противовоспалительного, защищающего от солнечного излучения кремообразного анестетика уменьшит болезненность для пациента в процессе проведения процедуры и в период восстановления, а также снизит воспаление кожного покрова после процедуры. В виду возможного наличия у пациента аллергических реакций на охлаждающий газ, анестетик или специальный светоотражающий состав в некоторых случаях имеется необходимость проверки отсутствия аллергических реакций кожи на данные вещества. Автоматизирование процесса предварительного исследования реакции эпидермиса на облучение, анестетик и охлаждающий газ сделает процедуру безопаснее и универсальнее.

УДК 004.5. 415.2.043

О ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ

Студенты гр. 11307117 Королинский Р. Н., Анацко Н. Э.
Кандидат техн. наук, доцент Зайцева Е. Г., Берхина А. А.
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время осуществляется развитие концепции «умный дом» в направлении ее перехода в надсистему «интеллектуальная среда». Последнее понятие предусматривает использование компьютерных технологий с целью повышения уровня психологического и физического комфорта, экономии средств и сохранения окружающей среды во всех сферах жизни человека. На данном этапе развития оказание услуг с помощью компьютерных технологий осуществляется в различных отраслях разрозненно отдельными компаниями и организациями. Информация о таких услугах не систематизирована, ее поиск

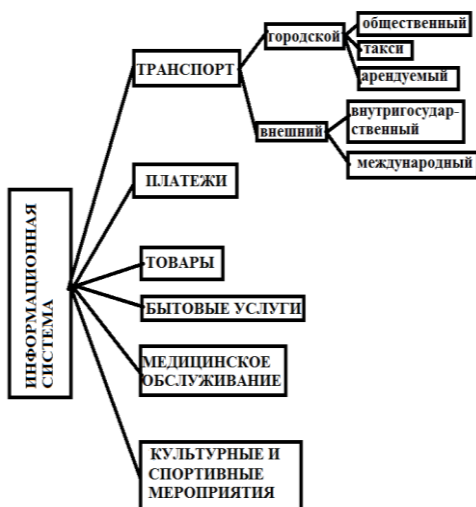


Рис. Структура централизованной системы компьютерного взаимодействия человека с окружающей средой

требует времени и определенной квалификации, что особенно затруднительно для не адаптированных пользователей. Поэтому актуальна задача создания централизованной системы компьютерного взаимодействия человека с окружающей средой. Такая система должна включать основные непрофессиональные сферы деятельности человека, представленные на рис.

УДК 615.47

МЕТОДИКА ТЕМПЕРАТУРНОЙ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ УЛЬТРАЗВУКА НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТКАНИ

Аспирант гр. 152-61ф Кравченко А. Ю.

Кандидат техн. наук, доцент Терещенко Н. Ф.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

В физиотерапевтических отделениях лечебно-профилактических учреждений применяются аппараты ультразвуковой терапии. Данная группа медицинского оборудования применяется как при лечении сугубо ультразвуком (ультразвуковая терапия), так и для чрескожного введения лекарственных веществ при содействии энергии ультразвука (ультрафонофорез). При разработке новых подходов к оценке и лечению ультразвуком и нового оборудования данного класса, есть необходимость в проведении экспериментов по оценке влияния ультразвука на биологические ткани. Одним из таких факторов является изменения градиента температуры биологических тканей в зоне воздействия ультразвука. Для оценки уровня и эффективности такого влияния выполняют измерения температуры с поверхности биологических тканей, используя контактную или безконтактную методику получения значений перепада температур [1].

После воздействия ультразвука с нормированным значением интенсивности от аппарата ультразвуковой терапии на образец биологических тканей, из поверхности образца убирают ультразвуковой излучатель и измеряют температуру на его поверхности тепловизором, сфокусировав прибор на интересующей области таким образом, чтобы на изображении была лишь область непосредственного воздействия и окружающие области данного образца [2].

Данная методика позволяет получать значения температуры окружающих тканей и максимальную температуру в области воздействия ультразвуком с довольно высокой точностью. Что, в свою очередь, позволяет получать достоверные экспериментальные данные для последующей их обработки и проведения исследований касательного данного класса оборудования.

Литература

1. Sergey Matvienko, Vadim Shevchenko, Mykola Tereshchenko, Anatolii Kravchenko, Ruslan Ivanenko (2020). Determination of composition based on thermal conductivity by thermistor direct heating method. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1/5 (103), p. 19–29. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.193429.

2. Tereshchenko et al. Modeling of the temperature field on the working surface of an ultrasonic emitter. KPI Science News, 2019, vol. 2, pp. 83–90. DOI: 10.20535/KPI-SN.2019.2.167537.

УДК 615.473.2

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ПРОЧНОСТИ СОЕДИНЕНИЯ ТРУБКИ ИНЪЕКЦИОННОЙ ИГЛЫ С ГОЛОВКОЙ

Магистрант Пищалова Д. И.

Доктор техн. наук, профессор Киселёв М. Г.

Белорусский национальный технический университет

С целью измерения величины усилия, необходимого для отрыва трубки испытываемой иглы от головки, используется устройство, фотография общего вида устройства представлена на рис.

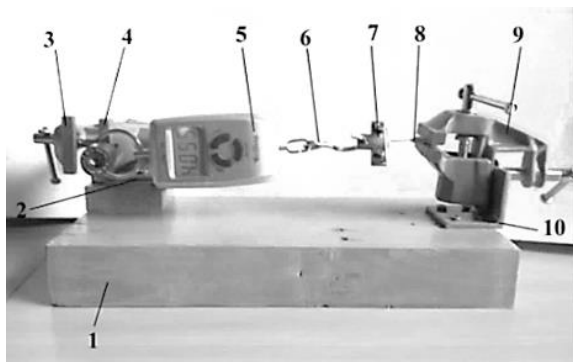


Рис. Фотография общего вида устройства определения усилия разъединения трубки инъекционной иглы от головки: 1 – деревянное основание; 2, 10 – стальной уголок; 3, 9 – малогабаритные тиски; 4 – штифт; 5 – электронное портативное измеритель усилия; 6 – подвижный крючок; 7 – резбовой зажим; 8 – головка испытываемой иглы

Объектом испытания служит инъекционная игла однократного применения диаметром 0,45; 0,6 и 0,8 мм. Испытывалось по три иглы каждого диаметра и за окончательное значение усилия разъединения трубки от головки иглы принималось среднее арифметическое полученных значений.

Нормируемое значение усилия разъединения инъекционной иглы от головки оказывается существенно ниже фактических значений этого усилия. Причём наибольшее значение $F_{\text{раз}} = 83,7$ Н наблюдается у игл, с диаметром трубки 0,45 мм, несколько меньше $F_{\text{раз}} = 81,3$ Н у игл с диаметром трубки 0,8 мм и наименьшее $F_{\text{раз}} = 72,5$ Н у игл с диаметром трубки 0,6 мм. В то же время значение $F_{\text{н}}$ с увеличением диаметра трубки практически линейно возрастает.

Такое значительное различие в значениях $F_{\text{раз}}$ и $F_{\text{н}}$ можно объяснить совершенствованием технологии соединения трубки инъекционной иглы с головкой, при производстве этих изделий. Данная операция выполняется путем формирования клеевого соединения трубки с головкой. Для этого применяются различные клеи, в частности, термоотверждаемые эпоксидные смолы, а также медицинские клеи с ультрафиолетовым отверждением.

УДК 62-523.8

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ШАГАЮЩЕГО РОБОТА С ЧЕТЫРЬМА КОНЕЧНОСТЯМИ

Студент гр. ПГ-п71 Платов И. М.

Кандидат техн. наук, доцент Павловский А. М.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

В современной робототехнике разрабатывается и реализуется огромное количество разнообразных роботов, манипуляторов и управляемых платформ, которые, в отличие от двигающихся с помощью гусениц или колес, имеют лучшую проходимость за счет конструктивных особенностей, позволяющих двигаться в любом направлении, удерживать корпус строго горизонтально при перемещении по поверхностям с разными уровнями высот – т. е., так называемые шагающие платформы.

До недавних пор самой популярной конструкцией был шагающий робот-паук, пока ведущие производители робототехники, среди которых – Boston Dynamics и Mechanized Propulsion Systems, не предложили использовать роботов с четырьмя конечностями. Такое решение востребовано, в частности, при проведении военных операций, т. к., в этом случае, легче маскировать подвижную платформу под животное. Также эти роботы могут использоваться в ходе производственных, строительных, поисковых операций и т. д.

Т. к. единого подхода к созданию подобных шагающих платформ не существует, в работе предлагается разработать унифицированный алгоритм построения, который будет учитывать, как сферу применения, так и необходимые конструктивные характеристики.

Предлагаемый алгоритм должен учитывать решение задачи кинематики движения для различных ситуаций и вариантов перемещения, для формирования алгоритма управления для микроконтроллера, выбор микроконтроллера, программирование алгоритма движения, выбор схемы и приводов для движения конечностей, возможность установки дополнительных датчиков, отвечающих за положение платформы в пространстве, модули обмена информацией, системы питания.

Предполагается, что разрабатываемый алгоритм позволит унифицировать подход для создания шагающих платформ с четырьмя конечностями, а модификация будет проводиться над элементами, в зависимости от сферы применения робота. Такой подход позволит уменьшить временные и экономические затраты при создании подобных шагающих платформ, что приведет к более массовому и эффективному их использованию в разных сферах.

УДК 62-9.734.018.4.002

МАШИНА РАЗРЫВНАЯ

Студент гр. 11302115 Потапенко Е. А.

Ст. преподаватель Суровой С. Н.

Белорусский национальный технический университет

Машина разрывная предназначена для проведения испытаний образцов на растяжение и разрыв в рамках технических возможностей машины. Машина должна соответствовать общим техническим требованиям по ГОСТ 28840-90.

В ГОСТ 1497-84 устанавливаются методы статистических испытаний на растяжение черных и цветных металлов и изделий из них номинальным диаметром в поперечном сечении более 3,00 мм при температуре от 10 до 35 °С для определения характеристик механических свойств. Универсальная конструкция позволяет с достаточно высокой точностью выполнить испытание образцов. Точность обуславливается применением образца специальной формы (с гладкими цилиндрическими головками или плоские), формой и размером, начальной расчетной длиной, которая равна $l_0 = 5,65 \sqrt{F_0}$, где F_0 – начальная площадь поперечного сечений, а также предельным отклонением от размера, предельной разностью наибольшего и наименьшего диаметра, наибольшей и наименьшей ширины рабочей части; как изготавливались заготовки, на каких станках, глубиной резания станка; параметров шероховатости Ra и Rz и многие других составляющих. Правила отбора образцов указаны в ГОСТ 7564–73. Точность также зависит от количества проводимых испытаний.

Целью разработки такой машины является необходимость оценки качества образцов металла. Достоинства данной машины в том, что на ней можно производить испытания на растяжение статической нагрузкой до 10 кН. Также машина имеет механический привод, работающий от руки или от электродвигателя переменного тока. Для закрепления различных образцов машина снабжена набором захватных приспособлений, которые позволяют закреплять цилиндрические и плоские образцы.

Разрывная машина снабжена диаграммным записывающим устройством с механическим приводом. С помощью механических воздействий на образец можно определить диаграмму испытаний сила/удлинение (P/l), получить такие характеристики как прочности, пределы текучести и пластичности (относительное остаточное удлинение и относительное остаточное сужение), характеристики упругих свойств. А также выявить факторы, влияющие на прочность материала и вызывающие разрушение образцов.

УДК 621.8

УСТРОЙСТВО ИСПЫТАНИЯ ДАТЧИКА УГЛА ПОВОРОТА РУЛЕВОГО КОЛЕСА

Студент гр. 11302115 Семенова А. Н.

Кандидат техн. наук, ст. преподаватель Монич С. Г.
Белорусский национальный технический университет

Датчик угла поворота рулевого колеса является одним из датчиков положения, которые широко используются в электронных системах автомобиля. В отличие от других датчиков, датчик угла поворота рулевого колеса определяет угловое перемещение в широком диапазоне (свыше 720° в каждую сторону или четыре полных оборота рулевого колеса). Датчик устанавливается на рулевой колонке между переключателем и рулевым колесом, реже – на рулевом механизме [1].

Датчик угла поворота рулевого колеса служит для определения угла поворота (относительный угол), направления поворота (абсолютный угол) и угловой скорости рулевого колеса. Перечень функций определяется потребностями конкретной системы автомобиля. Схема устройства испытания датчика угла поворота рулевого колеса приведена на рис.

Испытуемый датчик 1 фиксируется на валу 2, которому передается вращение от электродвигателя 6 через зубчатые передачи 4, 9, зубчато-реечную передачу 9 и муфту 5. Предельные положения рейки ограничены выключателями 8, а количество оборотов контролируется энкодером 7.

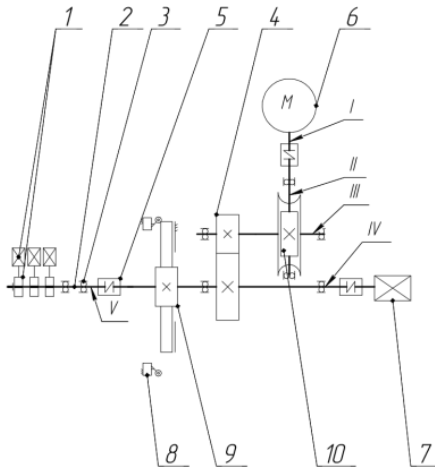


Рис. Схема устройства испытания датчика угла поворота рулевого колеса

Литература

1. Интернет-сайт: Системы современного автомобиля. Электронный ресурс. Режим доступа свободный 12.11.2019 – <http://systemsauto.ru/wheel/steering-angle-sensor.html>.

UDC 621.643.03

TESTING TECHNOLOGY OF THE COUPLING ON THE MAIN PIPELINE

Graduate student Serhienko K. S.

Ph.D. Podolian A. A.

National Technical University of Ukraine

“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

The article describes the analysis of the possibility of testing the filling of the under-coupling space of the glues-welded and brazed-welded couplings using ultrasonic methods of non-destructive testing. The purpose of this article is to analyze the parameters for testing the filling of the under-coupling space using ultrasonic non-destructive testing methods [1, 2]. The use of the most common piezoelectric transducers is ineffective. This is due to the high temperature of the brazed-welded coupling during working using molten metal, determined by its melting temperature [3, 4]. In this case, it is proposed to use an electromagnetic (EMA) transducer as a radiator and receiver of ultrasonic vibrations. The results of theoretical and experimental studies of the control of filling the undercoupling space of soldered-on sleeves with molten metal have confirmed the effectiveness

of using the EMA-method for controlling the formation of the undercoupling space. It is shown that the proposed method of ultrasonic testing allows to achieve maximum efficiency in testing the filling of the brazed-welded coupling with the molten metal [5, 6].

References

1. Tymchik G. S. Theoretical Investigations of the Ultrasonic Wave Generation by an Electromagnetic Acoustic Transducer / H. S. Tymchik, O. O. Podolian, K. S. Serhiienko // Research Bulletin of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Politechnic Institute". – 2018, no. 3(119), pp. 84–92.

DOI: 10.20535/1810-0546.2018.3.127129.

2. Tymchik G. S. et al. Quality control system of well-bonded coupling fitting onto high pressure gas-main pipelines / G. S. Tymchik, O. O. Podolian et al. // In: Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering, 2018. 108085A. DOI: 10.1117/12.2501594.

3. Podolian A. A. Pipeline link strengthening method using solder-welded joints. RF Patent 2563945, Sept. 27, 2015 (in Russian).

4. Oryniak I. V. et al. Method for repair of operating pipeline by means of couplings with inner filling. UA Patent 98440, May 10, 2012 (in Ukrainian).

5. Podolian A. A. et al. Method for reinforcement of a pipeline by means of couplings with inner filling with control of quality of works (variants). UA Patent 98601, May 25, 2012 (in Ukrainian).

6. Podolian A. A. Pipeline link strengthening method using solder-welded joints. UA Patent 110155, Nov. 25, 2015 (in Ukrainian).

УДК 681.2.084

МЕТОДИКА И АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ОЦЕНКИ ОСТРОТЫ ОСТРИЯ ХИРУРГИЧЕСКИХ ИГЛ

Студент гр. 11307115 Соболев Д. Е.

Доктор техн. наук, профессор Киселёв М. Г.

Белорусский национальный технический университет

Хирургические иглы представляют собой колющие и колюще-режущие медицинские инструменты в виде тонкого стержня или трубки с заостренным концом, которые предназначены для сшивания тканей организма при хирургических операциях.

Разработано специальное устройство для проведения оценки остроты острия хирургических игл, схема которого приведена на рис.

От электродвигателя *12*, прикрепленного к основанию *13* устройства, через муфту *14* и передачу «винт-гайка» *15*, каретке *10*, установленной на направляющих *11*, сообщается поступательное движение. Испытуемая игла *6* устанавливается в оправке *7*, которая закреплена с помощью хомута *8*

в призме 9, связанной с кареткой. Прокальываемый материал крепится к рамке 5, которая установлена на подвижной пластине 3 плоскопараллельных направляющих, состоящих из корпуса 16 и двух стальных пластин 3. На одну них наклеены тензометрические датчики 2. В процессе прокальывания материала хирургической иглой 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.

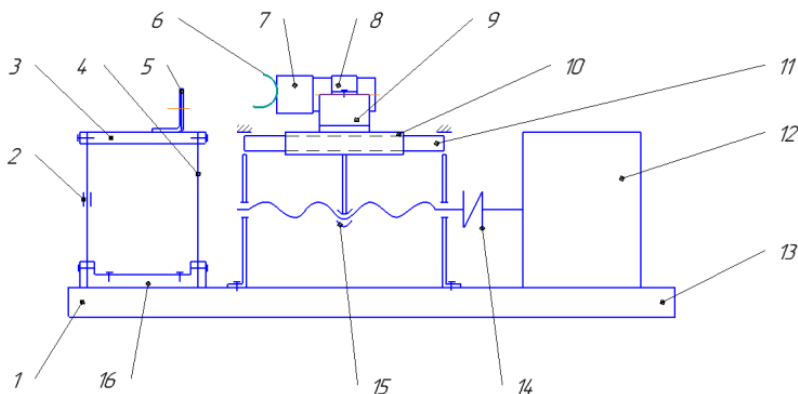


Рис. Принципиальная схема устройства проверки остроты острия скальпеля

УДК 681.2.084

УСТРОЙСТВО ИСПЫТАНИЯ ОСТРОТЫ РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ 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 режущей кромки.

Разработано специальное устройство для проведения испытания остроты режущей кромки скальпелей, схема которого приведена на рис.

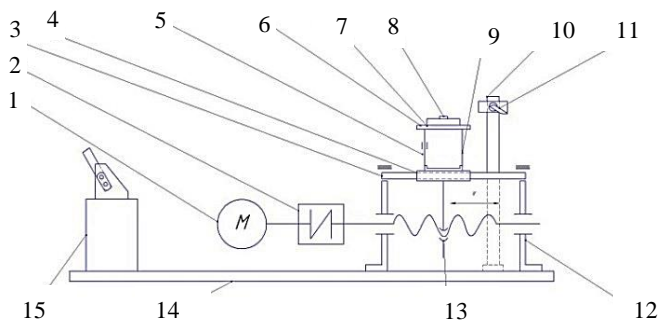


Рис. Принципиальная схема устройства проверки остроты режущей кромки скальпеля

Устройство содержит электродвигатель 1, который через упругую муфту 2 соединён с передачей «винт-гайка» 13. Передача «винт-гайка» соединена с кареткой 4, которая имеет возможность поступательно перемещаться по цилиндрическим направляющим 3, которые установлены в уголках 12. На каретке смонтированы упругие стальные пластины 9, которые в нижней части прикреплены к каретке, а в верхней к установочной плите 6. На установочной плите смонтировано приспособление 7 для закрепления образца разрезаемого материала 8. Испытуемый скальпель 11, установленный под углом 45° к горизонтали, фиксируется в этом положении к стойке 10, жёстко связанной с основанием 14. На упругие стальные пластины наклеены тензометрические датчики 5 сопротивлением 400 Ом. Предварительно при помощи нагружающего устройства 15 и аттестованных грузов проводится тарировка измерительной системы, в результате которой устанавливается количественная зависимость между показаниями осциллографа и значениями аттестованных грузов.

УДК 621.396.6

УПРАВЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКИМИ ПРОФИЛЯМИ НАГРЕВА ВЫСОКОЧАСТОТНЫМ ИНВЕРТОРОМ С ЦИФРОВЫМ КОНТРОЛЕМ ЧАСТОТЫ И НАПРЯЖЕНИЯ

Аспирант Хацкевич А. Д.

Доктор техн. наук, профессор Ланин В. Л.

Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники

Индукционные инверторы зарекомендовали себя как устройства, способные с высокой точностью поддерживать температуру нагрева, что осо-

бенно важно при соблюдении термопрофилей пайки электронных компонентов. Не соблюдение термопрофилей пайки приводит к значительному увеличению числа дефектов.

Высокочастотный инвертор выполнен по мостовой схеме на мощных полевых МОП транзисторах. Использование мостовой схемы, в отличие от полумостовой, позволяет удвоить напряжение на первичной обмотке согласующего трансформатора, что дает значительный прирост мощности. В инверторе применен частотный принцип регулирования мощности, что дало возможность отказаться от крупногабаритного регулятора мощности (ЛАТР) (рис.). Также реализована защита от перегрузки по выходному току и напряжению.

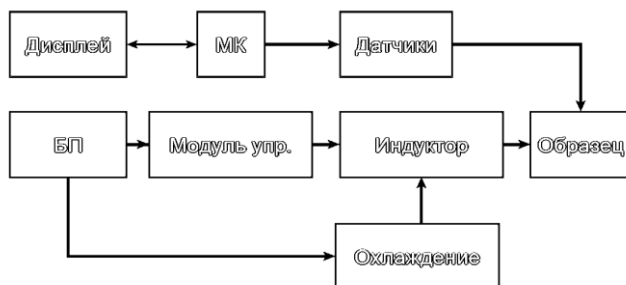


Рис. Схема высокочастотного инвертора

Контроль основных параметров инвертора, таких как напряжение, частота и температура, реализован на популярном и мощном микроконтроллере STM32, который обладает высокой производительностью и необходимым набором периферии и обеспечивает логирование данных для последующей их обработки.

УДК 61: 681

МОДУЛИ ДИСТАНЦИОННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ, ЛЕЧЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКИ В СИСТЕМЕ «УМНЫЙ ДОМ»

Студент гр. 11307117 Чернецкий М. В.

Кандидат техн. наук, доцент Зайцева Е. Г.

Белорусский национальный технический университет

Дальнейшее совершенствование концепции умный дом предусматривает дальнейшую индивидуализацию, то есть учет индивидуальных особенностей человека, в том числе и его здоровья. Поэтому является рациональным создание и совершенствование системы соответствующих модулей.

Функциями таких встраиваемых в «умный дом» модулей для каждого типа заболеваний является диагностика, систематическое сканирование состояния и поддержка лечебно-реабилитационных процедур.

К основным заболеваниям можно отнести следующие: респираторные, сердечно-сосудистые, желудочно-кишечные, эндокринологические, онкологические, заболевания нервной системы.

В настоящее время уже существует модуль мониторинга артериального давления [1], предложена концепция дистанционной диагностики пульмонологических заболеваний методом аускультации [2]. Кроме диагностики, в состав соответствующих модулей необходимо включить аппаратуру и программное обеспечение, которые позволят обеспечить как своевременное фармацевтическое, так и физиотерапевтическое воздействие, необходимые физические нагрузки.

Дополнительные системы модулей должны быть разработаны для людей с постоянно и временно ограниченной подвижностью, для лиц пожилого возраста и детей.

Литература

1. Посненкова, О. М. Оценка эффективности технологии дистанционного мониторинга артериального давления у больных артериальной гипертонией на основе показателей выполнения клинических рекомендаций. / О. М. Посненкова [и др.] // Качество в кардиологии. – 2015. – № 2. – С. 1–5. DOI: 10.15275/cardioit.2015.0203.

2. Зайцева, Е.Г. Применение электронно-акустического комплекса для оперативного исследования дыхательных звуков человека / Е. Г. Зайцева, М. В. Чернецкий, Н. А. Шевель // 12-я Международная научно-техническая конференция «Приборостроение–2019». 13–15 ноября 2019 г. – Минск, БНТУ, 2019. – С. 381–384.

УДК 534.7+621.391.8

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЗВУКОВ ДЫХАНИЯ ПРИ АУСКУЛЬТАЦИИ

Студент гр. 11302116 Шевель Н. А.

Кандидат техн. наук, доцент Зайцева Е. Г.

Белорусский национальный технический университет

Эффективность лечения пульмонологических заболеваний находится в прямой зависимости от начала терапии по отношению к первым признакам болезни. Следовательно, чем раньше поставлен диагноз, тем больше возможности добиться полного излечения с максимальным восстановлением функций дыхательной системы. Основной сложностью при диагностике заболевания является то, что врач должен в большинстве случаев ставить диагноз, основываясь на своём опыте и квалификации. Диагноз можно

подтвердить, «заглянув» внутрь человека с помощью рентгенограммы, это влечёт за собой нежелательное облучение пациента.

В настоящее время возможно осуществить запись и обработку звуков дыхания. В обзоре [1] работ по распространению и генерации звука в лёгких показано, что для исследований широко используется спектральное распределение акустических характеристик. Визуальное представление спектрального состава звуков дыхания сделает процесс диагностики более достоверным. Проблема визуализации заключается в многомерности данного сигнала. Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) звуков дыхания дополнительно является функцией как минимум двух пространственных координат (в плоскости проекции легких). Таким образом, графики АЧХ представляют собой трехмерную функцию, а в плоскости можно построить только одномерную.

Одним из вариантов решения проблемы без применения дискретизации по каким-либо координатам является использование 3D-воспроизведения. В этом случае одна пространственная координата разворачивается по глубине изображения, другая – по горизонтали. По вертикали возможно развернуть амплитуду гармоник. Вместо недостающего четвертого измерения для информации о частоте можно использовать изменение цветности от красного до синего тонов через весь хроматический спектр.

Литература

1. Дьяченко, А. И. Респираторная акустика (обзор) / А. И. Дьяченко, А. Н. Михайловская // Труды Института общей физики имени А. М. Прохорова РАН (Труды ИОФАН). – 2012. – Т. 68. – С. 136–181. Режим доступа: <https://readera.ru/respiratornaja-akustika-obzor-14343642>. – Дата доступа: 6.01.2020.

УДК 681.17

УСТРОЙСТВО ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСИЛИЯ НЕРАВНОМЕРНОГО ОТСЛАИВАНИЯ КЛЕЕВОГО СЛОЯ ГИБКИХ МАТЕРИАЛОВ ОТ ЖЕСТКОЙ ПЛАСТИНЫ ПОД УГЛОМ 90°

Студент гр. 11307116 Янкина Я. В.

Доктор техн. наук, профессор Киселёв М. Г.,

кандидат техн. наук Богдан П. С.,

кандидат техн. наук Мониц С. Г.

Белорусский национальный технический университет

Работа посвящена созданию устройства определения усилия неравномерного отслаивания клеевого слоя гибких материалов от жесткой пластины, обеспечивающего саморегулируемое поддержание угла отслаивания

равного 90° . На рис. приведена принципиальная схема созданного устройства определения усилия отслаивания образца гибкого материала от жесткой пластины с саморегулируемым поддержанием угла отслаивания.

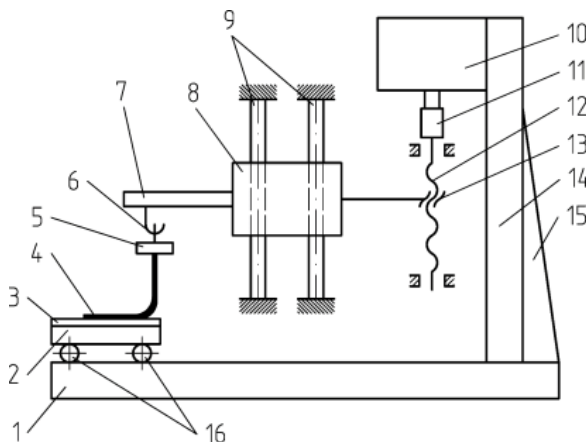


Рис. Принципиальная схема устройства определения усилия пластины с саморегулируемым поддержанием угла отслаивания 90° :

- 1 – основание, 2 – подвижная горизонтальная каретка, 3 – жесткая пластина, 4 – образец, 5 – захват, 6 – зацеп, 7 – тензометрический датчик усилия, 8 – каретка, 9 – направляющие скольжения, 10 – электродвигатель постоянного тока, 11 – муфта, 12 – ходовой винт, 13 – передача «винт-гайка», 14 – вертикальная стойка, 15 – планка

В данной работе было показано, что в процессе неравномерного отслаивания гибкого образца от жесткой пластины при отклонении направления усилия отслаивания $F_{отс}$ от 90° , возникает тангенциальная составляющая этого усилия $F_{отс}^t$, которая может быть использована для саморегулируемого поддержания угла отслаивания равного 90° . С использованием созданного устройства проведена серия экспериментов по неравномерному отслаиванию образца медицинского пластыря от пластины из стеклотекстолита при трех значениях скорости отслаивания.

Литература

1. Фрейдин, А. С., Турусов, Р. А. Свойства и расчет адгезионных соединений / А. С. Фрейдин, Р. А. Турусов. – М.: Химия, 1990. – 256 с.: ил.

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ТРОСТЕЙ

Студент гр. 11307115 Войнилович А. Э., гр. 11307116 Муминбоев А.

Кандидат техн. наук, доцент Габец В. Л.

Белорусский национальный технический университет

Трость – приспособление для инвалидов и травматическо-ортопедических больных, предназначенное для дополнительной опоры при ходьбе с опорой кисти руки на ручку трости [1].

В соответствии с [1] трости должны пройти испытания на статическую прочность. Стенд для испытания на прочность тростей опорных включает в себя устройство, создающее статическую нагрузку, и регистрирующее устройство создаваемой нагрузки. Принципиальная схема стенда представлена на рис.

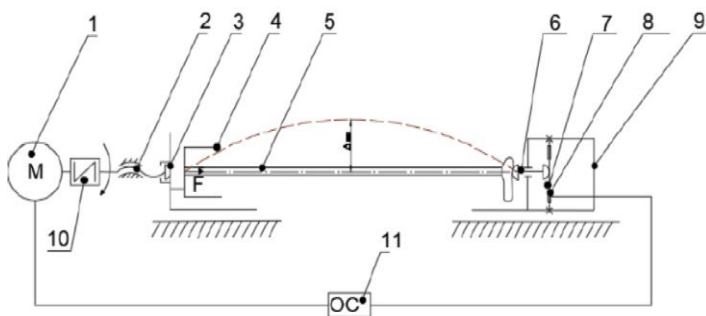


Рис. Схема стенда испытания тростей: 1 – электродвигатель; 2 – передача винт-гайка; 3 – планка опорная; 4 – каретка опорная; 5 – испытуемый объект; 6 – упор; 7 – мембрана; 8 – тензорезистор; 9 – каретка измерительная; 10 – муфта; 11 – цепь обратной связи

Принцип действия стенда заключается в следующем: упор 6 воспринимает испытательную нагрузку, которую прилагают к испытуемому объекту 5. Величина прилагаемого усилия контролируется измерительной кареткой 9, состоящей из мембраны 7 и тензорезисторов 8. Рабочее усилие создается перемещением опорной каретки 4 посредством винтовой передачи 2 на сжатие испытуемого объекта 5. Электродвигатель 1 и регистрирующее устройство связаны обратной связью.

Проверку прочности тростей на сжатие и прочности крепления механизма противоскольжения производят приложением статической нагрузки в соответствии с таблицей 4 [1] к ручке трости в месте приложения максимального усилия руки человека в течение 15 мин. В результате испытания

изделие не должно иметь механических повреждений и должно соответствовать требованиям [1]. Стойки тростей и костылей должны быть прямыми. Допуск отклонения от прямолинейности стойки металлической трости не должен превышать 4 мм на 1 метр длины, стоек других тростей и костылей – 2,5 мм на 1 метр длины стойки.

Исходя из результатов измерений, делается вывод о годности испытуемого изделия.

Литература

1. СТБ 935-99 «Костыли и трости опорные. Технические условия», 16 с. – 1999 г.

УДК 615.837.3:615.47

МОДЕРНИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТА ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ ДЛЯ РАЗНЫХ ТИПОВ КОЛЕБАНИЙ

Студент гр. БП-61 Наумкина З. Н.

Кандидат техн. наук, доцент Терещенко Н. Ф.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

В последние годы метод факоемульсификации, стал новым стандартом в хирургии катаракт. Как правило, ультразвуковой инструмент состоит из полой иглы, концентратора УЗ колебаний, парного количества пьезоэлементов и опорной муфты. Ультразвуковые колебания могут иметь характер продольных, крутильных или изгибных, а также сочетаться в различных пропорциях, для избежания потери окклюзии и разных термических осложнений [1, 2].

На рис. показан модернизированный вариант конструкций ультразвукового инструмента, приемлемый в изготовлении и безопасный для получения непродольно-крутильных колебаний.

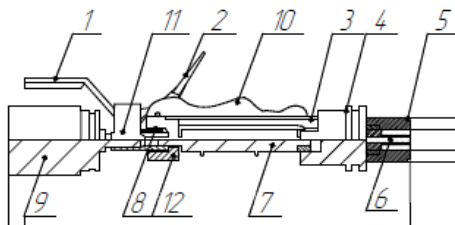


Рис. Аппарат для факоемульсификации: 1 – аспирационный инструмент, 2 – рычаг, 3 – держатель трубки, 4 – соединяющая трубка, 5 – привод для соединения с рупором и иглой, 6 – игла, 7 – вал, 8 – трубное соединение, 9 – двигатель, 10 – картридж, 11 – барабан ручки, 12 – крепление для вала

Рабочая часть ручного блока представляет собой центрально расположенный полый резонирующий стержень или рупор, соединенный с набором пьезоэлектрических элементов (ПЭ). ПЭ создают ультразвуковые колебания для рупора и режущей иглы в процессе факэмульсификации, и управляются консолью. Генератор вырабатывает частоту 0,88 МГц.

Литература.

1. Boukhny M., Chon J.Y. Ultrasonic handpiece. US patent №0036180A1 (16 Feb. 2006).

2. Наумкина З. Н., Терещенко Н. Ф. «Контроль и оценка воздействий ультразвука на биологическую среду» на 12-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов 17–19 апреля 2019. Новые направления развития приборостроения, Минск, БНТУ, 2019, с. 42–43.

УДК 621.822.71:679.87

КОНСТРУКЦИЯ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ СТЕКЛЯННЫХ ШАРИКОВ

Студент гр. 11309115 Окопчук Я. В.

Кандидат техн. наук, доцент Щетникович К. Г.

Белорусский национальный технический университет

Устройство для шлифования шариков [1] между нижним плоским диском, верхним диском с конической фаской и неподвижным кольцом с кольцевой проточкой прямоугольного профиля позволяет с высокой точностью обрабатывать шарики из хрупких материалов.

В состав предлагаемого инструмента (рис.) для обработки шариков входят следующие основные детали: нижний и верхний приводные диски, наружное неподвижное кольцо, базирующееся непосредственно на обрабатываемых шариках с помощью кольцевой проточки трапецеидального профиля, и дисковый сепаратор. Боковая поверхность кольцевой проточки на неподвижном кольце также как и фаска на верхнем диске имеют коническую форму, поэтому после восстановления изношенного инструмента средний радиус кольцевой дорожки не изменяется и положение центров шариков относительно дисков остается постоянным. Нижний диск установлен на оправке с помощью центрирующего шарика, что обеспечивает параллельность торцевой поверхности верхнему диску. Контакт неподвижного кольца с обрабатываемыми шариками по двум поверхностям дает возможность ему самоустанавливаться в осевом и радиальном направлениях относительно оси инструмента.

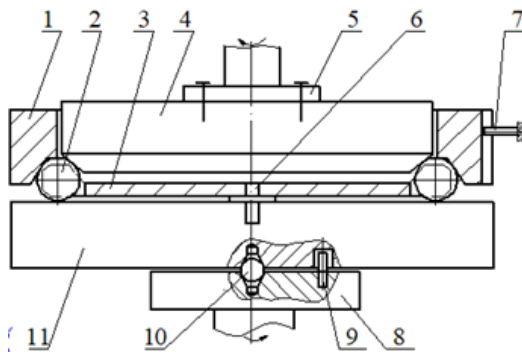


Рис. Конструкция инструмента для шлифования шариков: 1 – неподвижное кольцо; 2 – обрабатываемые шарики; 3 – сепаратор; 4 – верхний диск; 5 – оправка верхнего шпинделя; 6 – ось; 7 – упор; 8 – оправка нижнего шпинделя; 9 – палец; 10 – центрирующий шарик; 11 – нижний диск

Общая нагрузка на шарики складывается из осевого давления верхнего диска и давления неподвижного кольца. Давление неподвижного кольца определяется его весом и при необходимости может быть увеличено дополнительными грузами (на рис. не показаны). Контакт шарика с инструментом по четырем поверхностям, расположенным несимметрично относительно его центра, исключает возможность качения шарика при движении по кольцевой дорожке.

Усилие прижима неподвижного кольца должно обеспечивать силовое замыкание кольца с шариками по горизонтальной поверхности кольцевой проточки. Максимальное усилие не должно превышать значения, при котором верхний диск полностью скользит по обрабатываемым шарикам, и их кинематика в основном определяется условиями контакта с неподвижным кольцом. В процессе шлифования величина нагрузки на кольцо выбирается приблизительно в середине возможного диапазона усилий прижима к шарикам.

Литература

1. Щетникович, К. Г. Устройство для обработки шариков: пат. 1969 Республика Беларусь, МПК В 24 В 11/02 / К. Г. Щетникович. – № 1836; заявл. 29.03.94; опубл. 30.12.97

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ПЕРЕХОДНЫХ УЧАСТКОВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СТУПЕНЧАТЫХ ВОЛНОВОДОВ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТРОМБОЭКТОМИИ

Студенты гр. 11307216 Роговцова А. С., Муха И. М.,
студент гр. 11307116 Жуков В. И.

Кандидат техн. наук, доцент Степаненко Д. А.
Белорусский национальный технический университет

Одним из применений ультразвука в медицине является восстановление проходимости артерий при тромбозах путем кавитационного разрушения тромбов – ультразвуковая тромбоэктомия. Данная операция осуществляется с помощью ступенчатых волноводов, ступени которых соединяются между собой плавными переходными участками. Форма переходных участков запатентована производителем волноводов и, по данным производителя, описывается многочленами Фурье. В данной работе предложено уравнение, описывающее форму переходных участков волновода, и исследовано влияние входящего в это уравнение параметра на характеристики волновода, в частности, коэффициент усиления колебаний по амплитуде и максимальную амплитуду механических напряжений. Уравнение переходного участка описывается многочленом Фурье и имеет вид:

$$d(x) = A(1 - \cos(2\pi x/L)) + 0,5(d_1 - d_2)\cos(\pi x/L) + 0,5(d_1 + d_2)\cos(2\pi x/L),$$

где d – диаметр; A – параметр, определяющий форму участка; L – длина участка; d_1, d_2 – начальное и конечное значения диаметра.

Функция $d(x)$ является убывающей при условии $0,375d_1 + 0,625d_2 \leq A \leq 0,625d_1 + 0,375d_2$, причем переходный участок с минимальным значением параметра A имеет наименьшую массу. Для серийно выпускаемых волноводов с $d_1 = 2$ мм и $d_2 = 0,9$ мм было получено значение $A = 1,389$ мм, близкое к минимальному значению $A_{\min} = 1,312$ мм, а для волноводов с $d_1 = 0,9$ мм и $d_2 = 0,5$ мм – значение $A = 0,667$ мм, близкое к минимальному значению $A_{\min} = 0,65$ мм. По сравнению со случаем ступенчатого волновода без переходного участка коэффициент усиления снижается на $0,3..0,7$ %, а максимальная амплитуда напряжений снижается примерно на $1,0..1,1$ %. Таким образом, наличие переходного участка и его параметры незначительно влияют на коэффициент усиления колебаний и максимальную амплитуду напряжений. Для используемых на практике волноводов значение параметра A близко к минимальному значению A_{\min} , что обеспечивает минимальную массу переходного участка и минимальную скорость изменения амплитуды напряжений по координате x вблизи опасного сечения.

КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ ГИБКИХ ВОЛНОВОДНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТРОМБОЛИЗИСА

Магистрант Стамбровский А. С.

Кандидат техн. наук, доцент Савченко А. Л.

Белорусский национальный технический университет

Как известно [1], окклюзионно-стенотические поражения магистральных артерий крупного и среднего калибра, наблюдающиеся при таких заболеваниях, как облитерирующий атеросклероз нижних конечностей, ишемические формы синдрома диабетической стопы при сахарном диабете, приводят к снижению качества жизни и ранней инвалидизации. Для воздействия на сосудистые образования и артериальную стенку используется трубчатая катетерно-волноводная система. Одной из таких систем является установка ультразвукового акустоиндуцированного тромболитика. В ней используются сплошные и полые ступенчатые метал-лические гибкие волноводы (рис.) [2].

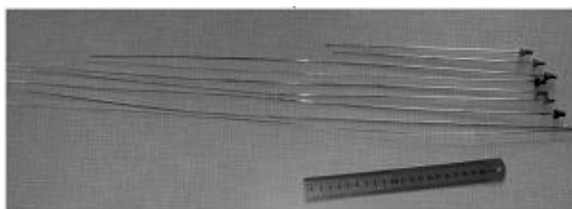


Рис. Гибкие волноводы

Готовые волноводы после изготовления подлежат контролю, в ходе которого оцениваются следующие показатели:

- геометрические параметры (диаметры ступеней, форма и размеры переходов, форма и размеры головки);
- механические параметры, в первую очередь изгибная жесткость ступеней;
- амплитудно-частотные характеристики (резонансная частота, амплитуда продольных и изгибных колебаний);
- энергетические характеристики (мощность ультразвукового излучения, распределение температур по длине волновода).

Для этих целей разработаны специальные измерительные устройства и выбраны серийно выпускаемые приборы.

Литература

1. Клиническая ангиология. Под ред. Покровского А. В. – М.: Медицина, 2004. – Т. 1. – 808 с.

2. Минченя, В. Т., Степаненко, Д. А. Перспективы использования гибких ультразвуковых волноводных систем в медицине и технике / В. Т. Минченя, Д. А. Степаненко // Приборы и методы измерений. – 2010. – № 1. – С. 6–16.

UDC 629.7

FEATURES OF TOPOLOGICAL OPTIMIZATION

Student of group PB-91mp (master) Mastenko I. V.

PhD, Assoc. Prof, Stelmakh N. V.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Usually the details are designed by improving existing ones. In this case, the sizes and other initial data can be used as parameters and carry out parametric optimization. In the case when you cannot rely on an existing detail, one or two concepts are developed for which the basic parameters are set and then standard optimization methods, such as modeling experiments, are applied. An alternative approach, which is not based on previous developments, means to start with an array of material and allow the optimization algorithm to determine both the shape and size of the projected object. This optimization method is known as topological optimization [1].

The topological optimization algorithm finds the best distribution of material within a given goal and system of constraints. It takes a whole volume of material of arbitrary shape and gradually removes part of it, while maximizing or minimizing such target parameters as mass, displacement or compliance, while ensuring compliance with specified requirements and satisfying the system of restrictions on maximum permissible stresses or displacements. So, for example, it is possible to solve the problem of reducing the mass of the test bench with the condition that the design does not go into the dangerous range at its own frequencies. As you can imagine, this type of optimization can produce fundamentally new and complex forms of construction. Previously, it was often impossible to reproduce them in reality due to the limitations of traditional production methods. However, modern methods, such as additive manufacturing, have made it possible to manufacture complex geometric shapes [2].

References

1. Мастенко, І. В., Стельмах, Н. В. Застосування топологічної оптимізації при проектуванні деталі типу кронштейн / І. В. Мастенко, Н. В. Стельмах // XV Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні», 10–11 грудня 2019 року, м. Київ, Україна: збірник праць конференції. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019 р. – С. 147–150.

2. Мастенко, И. В, Стельмах, Н. В. Влияние плотности заполнения 3d-печатных моделей на их прочностные характеристики / И. В. Мастенко, Н. В. Стельмах // Новые направления развития приборостроения. Материалы 12-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов. БНТУ, Минск, 2019. – С. 138.

УДК 621.792.4

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОГО УСТРОЙСТВА ИСПЫТАНИЙ ОПРАВ КОРРИГИРУЮЩИХ ОЧКОВ

Студент гр. 11307115 Шиманец Ю. Г.
Кандидат техн. наук, доцент Габец В. Л.
Белорусский национальный технический университет

Целью работы является модернизация стенда для испытаний оправ корригирующих очков, применяемого в лабораторном практикуме специальности 38 02 02 «Биотехнические и медицинские аппараты и системы» и описанного в работе [1]. Стенд предназначен для испытаний оправ корригирующих очков на механическую прочность. Испытания проводятся путем создания циклических нагрузок на испытываемую оправу. Целью испытаний является выявление дефектов конструкций оправ, проверку на усталостный износ материалов мостов и заушников.

В ходе эксплуатации стенда были выявлены следующие недостатки: зажимы типа «крокодил» 1 (рис.) являются ненадежными, и при осуществлении вращения может произойти открепление заушника; стойка 2 не имеет возможности регулировки по высоте.

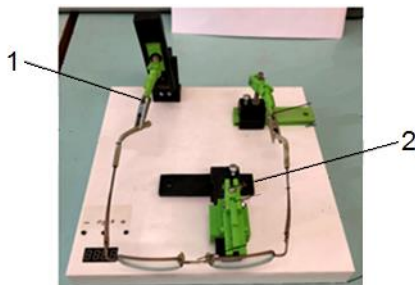


Рис. Общий вид стенда

В предложенной конструкции подвижные зажимы, представляют собой две металлические пластины с резиновыми вставками. Стойка имеет возможность регулировки. Данное решение позволит исключить вероятность открепления заушников.

Литература

1. Щорс, И. А. Стенд испытания оправ корректирующих очков / И. А. Щорс // Новые направления развития приборостроения: материалы 10-й международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов, Минск, 26–28 апреля 2017 г.: в 2 т. / Белорусский национальный технический университет; редкол.: О. К. Гусев [и др.]. – Минск, 2017. – Т. 1. – С. 192.

УДК 671.739 (075)

ОСОБЕННОСТИ КОМПОЗИЦИИ ШЕЙНЫХ УКРАШЕНИЙ

Студент гр. 11309114 Набебина О. А.

Кандидат техн. наук, доцент Луговой В. П.

Белорусский национальный технический университет

Главными особенностями в композиции шейных украшений являются их относительно малые размеры, ограниченность их форм, привлекательность, долговечность и удобство для ношения. На композицию таких украшений влияют мода, стили и материалы, из которых изготавливается украшение. При разработке дизайна шейных украшений используются все известные основные приемы композиции.

Прием с использованием композиционного центра часто применяется в шейных украшениях, особенно в колье. Композиционный центр в них выделяется с помощью цвета и размера, иногда в центр помещаются большие драгоценные камни. В то же время прием композиционного центра практически не применяется в бусах и цепочках, которые в большинстве своем состоят из одинаковых или ритмически повторяющихся элементов.

Шейные украшения, в большинстве своем, статичны. Создание динамической композиции в шейном украшении имеет некоторые ограничения (например, не работает правило быстрой и медленной диагонали) и достигается в основном с помощью диагоналей и асимметрии. Диагональ в композиции служит для передачи движения и задает направление взгляда зрителя. В шейных украшениях диагональ может служить контрастом к статичным элементам композиции, создавая дополнительную динамику. В связи с особенностями конструкции шейных украшений диагональные линии часто присутствуют в них, но обычно являются второстепенной частью.

Ритм особенно удобно использовать в бусах и цепочках из-за особенностей их конструкции – они состоят из повторяющихся элементов, бусин и звеньев соответственно, что дает возможности для создания различных ритмических комбинаций. В дизайне колье этот прием так же часто используется путем чередования одинаковых элементов или цветов, в то время как в камнях и медальонах ритм такого широкого распространения не получил.

Симметрию, особенно осевую симметрию по вертикали, применяют в проектировании шейных украшений. Так как геометрический центр шейного украшения при ношении находится на одной линии с носом и серединой лица, симметрия украшения как бы повторяет естественную симметрию человеческого тела и гармонирует с ней.

Все композиционные приемы достигаются с помощью конструирования формы изделия и применения разных материалов. Важную роль играет форма камней, тип оправы, размеры, насыщенность, интенсивность и оттенок их цвета. Часто вся композиция украшения определяется именно материалом.

УДК 671.739 (075)

АБСТРАКЦИОНИЗМ В ДИЗАЙНЕ ЮВЕЛИРНЫХ УКРАШЕНИЙ

Студент гр. 11309117 Денис А. И.

Кандидат техн. наук, доцент Луговой В. П.

Белорусский национальный технический университет

Начало XX века ознаменовалось такими важнейшими событиями, повлиявшими на мировоззрение людей, искусство, моду и т. д., как Первая мировая война, февральская и октябрьская революции, гражданская война в России, переход к массовому промышленному производству товаров и пр. Мода начала XX-го века примечательна изменениями в женском образе: на смену длинным платьям в пол и огромным шляпам приходит совершенно иной типаж женской одежды. Так, идеалом красоты становится худенькая женщина мальчишеского склада, с короткой стрижкой «гарсон», которая наравне с мужчиной может курить, играть в теннис и водить авто. В моду входят шляпы-клоше, прямые силуэты платьев и многогранная отделка вещей декором

В 1910 г. возникает новое течение – абстракционизм – искусство, отказавшееся от нарратива. Абстрактное искусство проявлено не только в живописи и скульптуре, но и во всех остальных видах искусства, в первую очередь в музыке.

Абстрактный язык в искусстве появился в самые древние времена, о чём свидетельствуют абстрактные орнаменты на поверхностях древнейших артефактов. До сих пор дискуссионным остаётся вопрос, что появилось раньше, абстрактное или реалистическое искусство.

В 1910-х годах живописцы Европы и США создают первые абстрактные произведения искусства; пионерами абстракционизма стали: Василий Кандинский, Артур Доув, Франтишек Купкуа, Пит Мондриан, Франсис Пикабиа, Робер Делоне, Казимир Малевич.

Абстракционизм, характеризующийся стремлением оторваться от традиций и любовью ко всему новому, дерзкому, шокирующему проявляется и в ювелирном искусстве. Ювелирный дизайн в точности следовал этим принципам. Украшения того времени отличаются живой игрой цветов и текстур, а также абстрактными мотивами.

Это направление отразилось также и на моде: популярность имели платья Ив Сен Лора «Мондриан», повторяющие полотна художника.

В настоящее время абстракционизм продолжает существовать: он проявляется в ювелирных украшениях, мужской и женской одежде, архитектуре.

УДК 535.317

ПЕСПЕКТИВЫ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ В ЮВЕЛИРНОМ ИСКУССТВЕ

Студент гр. 11309117 Янкойть А. Н.

Кандидат техн. наук, доцент Луговой В. П.

Белорусский национальный технический университет

Компьютерная графика в дизайне ювелирных изделий. В наше время компьютерные технологии проникли практически во все сферы жизни, и мы повседневно сталкиваемся с применением вычислительной техники даже там, где раньше их применение казалось несбыточной фантазией. Этап, предшествующий литью (производству промышленного изделия или его деталей) – изготовление прототипа на базе компьютерной 3D-модели.

3D-моделирование ювелирных изделий – процесс создания визуализированной модели украшения по нарисованному эскизу, рисунку или фото.

Существует весьма большое количество программных пакетов для создания 3D-моделей ювелирных изделий. Все они обладают в той или иной мере различной функциональностью. Специалисты рекомендуют воспользоваться следующим перечнем ПО.

Rhinoceros. Данный программный пакет основан на технологии NURBS-моделирования, то есть создания трехмерных изображений из криволинейных поверхностей с помощью B-сплайнов. Его функционал также обеспечивает осуществление нефотореалистичного и сложного рендеринга, нанесение бликов и отражений. Rhino позволяет устанавливать более 100 плагинов для дополнительной обработки изображений, а также экспортировать и импортировать свыше 30 различных форматов, благодаря чему возможно его использование с другим ПО.

Magics. Этот программный пакет используется с целью подготовки, улучшения и редактирования STL-файлов для оптимизации их печати на 3D-принтере. Он позволяет импортировать файлы из большинства программ по созданию 3D-моделей, например Rhino, SolidWorks, SketchUp и другого ПО. Magics предоставляет функции по изменению уже созданной

модели – в частности, вы можете осуществлять ее разметку, объединение оболочек, перфорацию отверстий, выдавливание и выравнивание поверхностей, сглаживания и т. д. С его помощью вы получаете возможность исправить испорченные ребра, перевернутые треугольники и другие дефекты изначального файла.

ZBrush. Характерным отличием этой программы для 3D-моделирования ювелирных изделий является создание виртуальной скульптуры с применением рендеринга модели в реальном времени. Иными словами, работа в данном ПО представляет собой процесс «лепки» с параллельным и автоматическим наложением света и тени, текстуры и цвета. ZBrush также позволяет подключать дополнительные модули для работы с кистями, геометрией и т. д.

Существует также большое количество других программ для создания профессиональных трехмерных моделей в ювелирном деле, например T-Splines, Matrix и т. д.

Перспективы 3D-печати в ювелирном деле. Изготовление ювелирных украшений с помощью 3D-принтера является одним из наиболее перспективных и быстро развивающихся направлений. Использование инновационных технологий позволяет делать действительно оригинальные, единичные изделия, которые невозможно было бы создать традиционными способами.

Кроме того, 3D-печать даёт возможность значительно сократить сроки изготовления продукции и издержки производства, за счёт чего стоимость ювелирных изделий также снижается.

Но главное, 3D-печать позволяет частным ювелирам выйти на мировой рынок и конкурировать с известными компаниями, так как качество украшений будет во многом зависеть от модели 3D-принтера и мастерства дизайнера.

Индивидуальный подход, оригинальный дизайн, высокая скорость изготовления, доступная стоимость и возможность делать качественные изделия в домашних условиях – вот основные факторы, благодаря которым можно с уверенностью заявить – аддитивные технологии в ювелирном деле имеют большое будущее и уже в ближайшее время могут полностью преобразить данную отрасль.

СОЛЯРНЫЕ СИМВОЛ И ЛУНА В ОБРАЗАХ ЮВЕЛИРНЫХ УКРАШЕНИЙ

Студент гр. 11309117 Янучек Н. С.

Кандидат техн. наук, доцент Луговой В. П.

Белорусский национальный технический университет

С древних веков ювелирным украшениям придавались, сакрально-магические, а затем уже и эстетические функции. Древнейшие символы плодородия превращались сперва в знаки магии, в оберег, а потом и в чисто орнаментально-декоративное украшение». Они применялись в качестве оберега – предмета, наделяющего его носителя определенной силой, здоровьем, успехом и обеспечивающего его многочисленным потомством. В средневековый период изделия, созданные по подобию небесных тел, использовались в качестве оберегов, во времена барокко они служили символом научных открытий (в том числе и астрологических). Мистицизм звездного неба вдохновлял ювелиров Георгинской и Викторианской эпох: броши и подвески в виде полумесяца символизировали женственность, звезды – духовное покровительство. Небесная символика являлась излюбленным декоративным мотивом и в раннем средневековье (V–VIII вв.). Образы луны и солнца возвеличивали как элементы той же природы, что и огонь – светила, так и всеобщее и изначальное. Зороастризм, который в течение долгого времени являлся одной из основных религий предков таджиков, впитал в себя древний культ солнца, что и объясняет популярность небесных символов, как и в древности, так и в раннем средневековье. В авестийском пантеоне божеств Митра (Михр), божество, олицетворявшее утреннюю зарю, победу дня над ночью и Солнца вообще, занимал ключевое место.

Поклонение солнцу и луне занимало огромное место в системе древних религиозных верований. Известны каменные постройки бронзового века, которые учёные рассматривают как храмы солнца.

В современных ювелирных украшениях также используют символы Луны и Солнца одним из ярких примеров может быть последняя коллекция модных домов: Dior, «Rose Céleste», Chanel «Comète», SICIS «Universe», Anthony Lent «Celestial», Bibi van der Velden «Galaxy».

К примеру, Dior постоянно черпает вдохновение в природе, прекрасным примером чему служит их последняя коллекция Rose Céleste. Работая над пополнением ювелирной линии Dior Joaillerie, Виктоуар де Кастеллан обратилась к страсти Кристиана Диора к духовному искусству и его интересу к астрологии. В своих мемуарах кутюрье писал, что он следовал руководству ясновидца и это давало ему «силы действовать». В коллекции Rose Céleste, состоящей из колец, браслетов и изящных подвесок-медальонов, креативный

директор Dior Joaillerie переосмыслила мотивы луны и солнца. Они присутствуют на всех изделиях – либо перламутровая луна с тремя звездами из белого золота в ониксе, либо текстурированное солнце из желтого золота на перламутре. Эти современные талисманы, также доступные в желтом золоте, олицетворяют наследие ювелирного дома.

УДК 671.739 (075)

КЕРАМИКА – НОВОЕ СЛОВО В ЮВЕЛИРНОМ ИСКУССТВЕ

Студент гр. 11309117 Кострюкова О. С.

Кандидат техн. наук, доцент Луговой В. П.

Белорусский национальный технический университет

Вошедшее в моду комбинирование материалов и фактур, сочетание простого и подчеркнуто изысканного возвело керамику в ряд самых популярных в ювелирном деле материалов. Стильная и лаконичная, она становится отличным фоном для демонстрации драгоценных и полудрагоценных камней, одинаково хорошо сочетается с золотом и серебром. Ассортимент керамических изделий велик: ожерелья, часы, кольца, кулоны, браслеты. В керамические заготовки можно добавлять любой краситель – украшение может быть любого цвета. Несмотря на богатую цветовую палитру, наиболее востребованы изделия из белой и черной керамики, следом идут розовые и кофейные оттенки.

Блеску золота или серебра нередко предпочитают сдержанную элегантность керамики. Широкий спектр оттенков открывает новые возможности для дизайна. И всё же фаворитом остаётся чёрно-белая классика. Изделия из керамики могут быть лаконичными и торжественными, органично дополнять повседневные и деловые образы или становятся изысканными аксессуарами к вечерним нарядам. Учитывая высокую твердость керамики, для инкрустирования ценных камней необходима подложка – из золота, серебра или платины. Прямо в керамику камни не вставляют, так как они могут выпасть.

Благодаря характеристикам ювелирную керамику называют материалом будущего, и законодатели моды делают на нее ставку уже сегодня. Керамика широко используется в наручных часах и украшениях во многих коллекций Dior, Chanel, Fendi, Prada, Cartier, Rado и других модных брендов.

Например, в своей коллекции «ROSE DES VENTS» Виктоуар де Кастеллан обращается к звезде, талисману Кристиана Диора, представляя ее в форме восьмиконечной розы ветров. Медальон, окаймленный плетеным декором, при движении свободно поворачивается на цепочке, демонстрируя то сторону из камня, то розу ветров.

НАНОТЕХНОЛОГИЯ В ЮВЕЛИРНОМ ИСКУССТВЕ

Студент гр. 11309117 Рулькевич К. А.

Кандидат техн. наук, доцент Луговой В. П.

Белорусский национальный технический университет

Нанотехнология – область фундаментальной и прикладной науки и техники, имеющая дело с совокупностью теоретического обоснования, анализа и синтеза, а также методов производства и применения продуктов с заданной атомной структурой путём контролируемого манипулирования отдельными атомами и молекулами. В Техническом комитете ISO/TK 229 под нанотехнологиями подразумевается знание и управление процессами, как правило, в масштабе 1 нм, но не исключающее масштаб менее 100 нм в одном или более измерениях, а также использование свойств объектов и материалов в нанометровом масштабе, которые отличаются от свойств свободных атомов или молекул, а также от объемных свойств вещества, состоящего из этих атомов или молекул. Нанотехнология находит применение для создания более совершенных материалов, приборов, систем, реализующих эти свойства. Возможность получения материалов с новыми свойствами используется и в ювелирном искусстве с целью достижения новых декоративных качеств.

Одним из новейших приёмов использования нанотехнологий в ювелирном деле является придание оттенков жемчугу непосредственно на внутреннюю поверхность раковины при помощи осаждения металлов, для чего используют микрочастицы золота, серебра или меди. В зависимости от внедренного металла она приобретает серый, черный, розовый или желтый цвет. Качество жемчужин определяется толщиной слоя перламутра. Слой перламутра, который выделяет жемчужница, обычно составляет 1 мм. Разработанный метод изменяет только оттенок культивируемого жемчуга, не влияя на другие параметры перламутра. Применение нанотехнологии позволяет значительно улучшить стойкость жемчужного покрытия, а так же увеличить производительность, т. к. за один и тот же период может быть выращено значительно больше жемчужен.

МАТЕРИАЛЫ ДРАГОЦЕННЫХ УКРАШЕНИЙ АФРИКИ

Студент гр. 11309117 Шпак А.

Кандидат техн. наук, доцент Луговой В. П.

Белорусский национальный технический университет

Африканские племена отличаются особыми традициями и укладом. Несмотря на низкий уровень развития, поражает их стремление к красоте, которую современным жителям развитых стран понять достаточно сложно. Самое популярное украшение – тарелка, помещаемая на нижнюю губу девушкам ещё до замужества, создается из даров моря. Особый интерес представляют материалы, используемые для их изготовления, которые могут повернуть в шок современного человека. В качестве материалов используются элементы растительного и животного происхождения. Наиболее популярны следующие материалы.

Кораллы («водное дерево») используются как защитный амулет и живительный элемент. *Серная амбра, добываемая из желудка кашалотов* – мощный афродизиак для мужчин. *Жемчужины* издавна используют при создании заколок для волос, браслетов и ожерелий. В некоторых частях континента жемчужины обменивали на золото, пальмовое масло, слоновую кость и даже рабов. *Раковины каури* – символ женской сексуальности и привлекательности. Украшения из них можно найти в гробницах фараонов. В Египте создание бижутерии из раковин было традиционным занятием. Африканские народы всегда поклонялись ярким бусинам, сделанным из синих камней, а также сердолика и кварца. Они присутствуют и в украшениях Древнего Египта.

Популярен *янтарь жёлтого цвета*. Считается, что этот камень притягивает солнце и защищает от темноты.

Популярным материалом для украшений является *бронза*. Девушки в Нигере предпочитают носить *браслеты из бронзы с гравировкой исламских мотивов*.

В Кот-д'Ивуаре использовали *украшения из латуни*. Это своеобразный символ божественности и способа общения с духами. А в Либерии частью приданого жены были *бронзовые браслеты на лодыжках*. В племени Ндебеле красивой считается девушка с длинной шеей, поэтому представительницам этого племени еще в детстве надевают на шею обручи, благодаря которым она вытягивается до 50 см. Снять обручи невозможно, это может привести к гибели.

АППАРАТ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЭНДОСКОПОВ

Студент гр. 11307115 Дубина Н. Н.

Кандидат техн. наук, доцент Есьман Г. А.

Белорусский национальный технический университет

Прогресс в развитии эндоскопической аппаратуры и создании микроскопического инструментария привел к появлению нового вида оперативной техники – эндоскопической хирургии. Сейчас это наиболее щадящая хирургия, дающая минимальный процент осложнений в послеоперационный период. В недалёком будущем эндоскопическая хирургия станет одним из основных хирургических принципов. В связи с этим особенно актуальным становится совершенствование вспомогательного оборудования для эндоскопии, особенно это касается аппаратов для обработки эндоскопов. На рис. представлен пример такого аппарата.

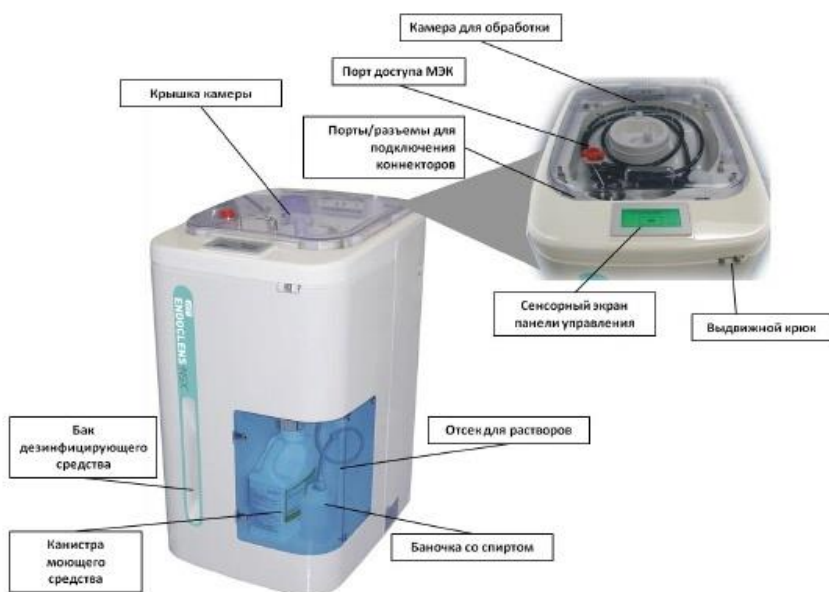


Рис. Аппарат для обработки эндоскопов

Дезинфекция эндоскопов – крайне ответственная операция, ведь от правильности ее выполнения напрямую зависит здоровье и безопасность пациента, а иногда и врача. Использование аппаратов для обработки эндоскопов

значительно сокращает время затрачиваемое на их обработку, а также устраняет необходимость контакта рабочего персонала с опасными химическими веществами.

УДК 671

АППАРАТ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ЗУБНОГО КАМНЯ

Студент гр. 11307115 Дубина Н. Н.

Кандидат техн. наук, доцент Есьман Г. А.

Белорусский национальный технический университет.

Известно, что зубные отложения являются одной из местных причин возникновения и развития заболеваний пародонта, в особенности гингивита и пародонтита. Профессиональная гигиена полости рта стала мощным этапом борьбы с современными стоматологическими заболеваниями. В связи с этим особенно актуальным становится совершенствование стоматологического оборудования, в частности, это касается аппаратов для удаления зубного камня.

На рис. представлена схема такого аппарата.

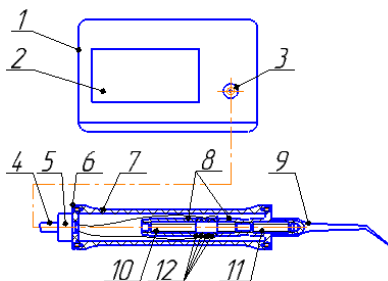


Рис. Схема устройства для удаления зубного камня

Устройство содержит генератор импульсов *1*, который через разъем *3* соединен с кабелем *4*. Другой конец кабеля *4* соединен с разъемом *5* крышки *6*, которая закреплена на корпусе *7*. Корпус *7* содержит частотопонижающие накладки *8*, между которых находятся пьезокерамические пластины *12* стянутые шпилькой *10*. Рабочий орган (скейлер) *9* соединен с передней частотопонижающей накладкой *8* шпилькой *11*.

СИСТЕМА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ

Магистрант гр. ПБ-392мп Левчук А. Д.

Кандидат техн. наук, доцент Шевченко В. В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Одним из наиболее перспективных неинвазивных методов визуализации внутренних органов и тканей человека есть ультразвуковая эхография. Широкие функциональные возможности систем ультразвуковой диагностики позволяет повысить точность и надежность диагностирования, и своевременное лечение таких заболеваний как онкологические и сердечно-сосудистые [1].

Вместе с тем, ультразвуковая диагностическая аппаратура, выпускаемая в настоящее время, по своим функциональным и техническим параметрам еще не в полной мере соответствует современным требованиям [2].

Для повышения точности и надежности диагностики заболеваний предложена система ультразвукового исследования внутренних органов человека, основанная на контроле изменения градиента температур в зоне ультразвукового исследования [3].

Разработанная система ультразвукового диагностирования, позволяет с высокой степенью быстродействия, получить точную и объективную информацию о состоянии внутренних органов человека при одних и тех же значений изменённых температур, что обеспечит однозначность и точность определения пространственного положения и размеров изображения, а так же своевременно разработать методику лечения.

Литература

1. Осипов, Л. В. Ультразвуковые сканирующие диагностические приборы / Л. В. Осипов // Медицинская техника. – 1998. – № 4. – С. 78–83.
2. Митьков, В. В., Зыкин, Б. И., Буланов, М. Н. Ультразвуковая ангиография / В. В. Митьков, Б. И. Зыкин, М. Н. Буланов // Медицинская визуализация. – 2001. – № 2. – С. 4–13.
3. Гармаш, О. Ю. Система діагностики стану головного мозку / О. Ю. Гармаш, В. В. Шевченко, С. М. Матвієнко // XII Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування», 15-16 травня 2019 р., м. Київ, Україна: збірник праць, 2019. – С. 294–297.

УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА РАСТЯЖЕНИЕ

Студент гр. 11302115 Малич Э. В.

Кандидат техн. наук, доцент Есьман Г. А.

Белорусский национальный технический университет

Для механических испытаний используются различные установки, проверяющие реакцию различных материалов на такие механические воздействия, как: отверждение, реакцию на «изгиб и разгиб», «растяжение и сжатие», перегиб, сдвиг и т. д. Для исследования характеристик растяжения материала используются установки разных принципов действия. Испытание на растяжение проводят, чтобы определить прочность металла. Данная установка предназначена для создания и измерения растягивающего усилия на образце. Может быть произведена проверка на разрыв стальных канатов, цепей и т. д. На рис. показана принципиальная схема экспериментальной установки.

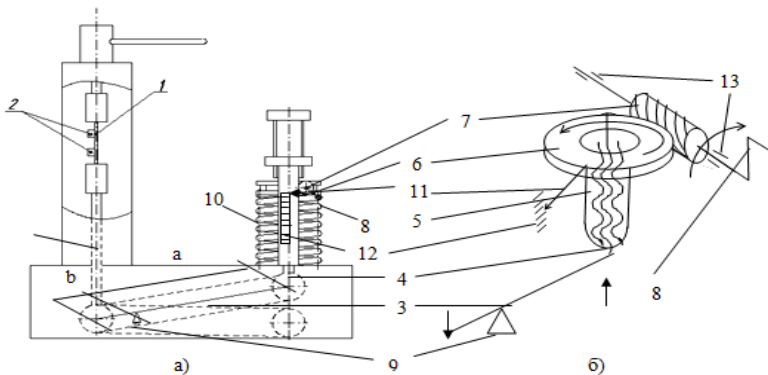


Рис. Принципиальная схема установки – а) схема передачи усилия на образец;

б) схема червячно-винтовой передачи усилия на пружину нагружения:

1 – образец, 2 – тяга, 3 – рычаг, 4 – винт, 5 – гайка, 6 – червячное колесо,

7 – червяк, 8 – рукоятка, 9 – опора, 10 – пружина, 11 – стрелка,

12 – отсчётная шкала, 13 – подшипники вала червяка

Образец 1 закрепляется в тягах 2. Для создания усилия с помощью рукоятки 8 вращаем червяк 7, тем самым опуская колесо 6 по передаче винт(4)-гайка(5) и вызывая сжатие пружины 10. Усилие от пружины 10 через винт 4 передается на рычаг 3. С рычага 3 усилие через тягу 2 передается на образец. Значение измерительного усилия определяется с помощью стрелки 11 и шкалы 12.

КОМПЛЕКС АВТОМАТИЧЕСКИЙ СОРТИРОВОЧНЫЙ

Студент гр. 11302115 Малич Э. В.

Кандидат техн. наук, доцент Есьман Г. А.

Белорусский национальный технический университет

В системе технологий и машин для подготовки семян актуален переход приоритета от сортообновления к сортосмене, поскольку хозяйства сами будут решать, какие семена, когда и в каком количестве использовать. Однако заложенные резервы роста урожайности зачастую не используются из-за устаревшей технической базы. Несовершенство технологий, изношенность и низкий технический уровень машин и оборудования ведут к снижению посевных качеств и большим потерям семян. В настоящее время разработаны различные системы автоматизированной подготовки семян, одна из которых представлена на рис.

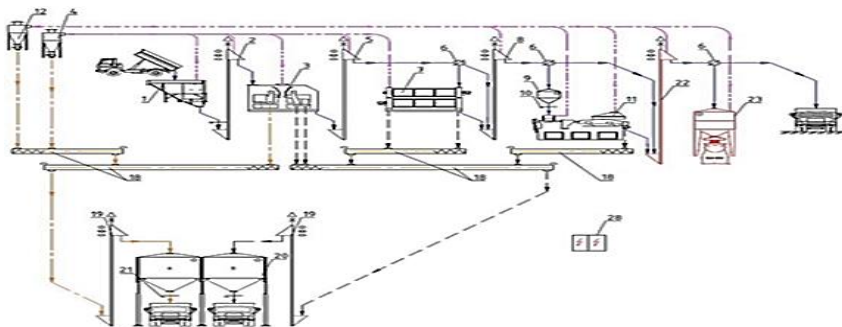


Рис. Технологическая схема комплекса подготовки зерна

Зерно поступает в завальную яму 1, после чего с помощью вертикального транспортера 2 транспортируется на машину универсальную зерноочистительную 3, где проходит очистку. Очищенное зерно и мелкие примеси отправляются по вертикальному транспортеру 5 в блок триерный 3, а крупные отходы отправляются с помощью конвейера 18 и вертикального транспортера 19 в бункер для хранения отходов. В блоке триерном 3 происходит тщательная сортировка зерна, после которой отходы отправляются в бункер с отходами 20, а зерно по вертикальному транспортеру 8 и через промежуточный бункер 9 отправляется на пневмосортировальный стол 11. Отсортированное зерно поступает на пункт затаривания 23 или сразу загружается в транспортное средство с помощью норрии 22. Система аспирации 12 и 4 собирает аспирационные отходы со всей линии и через конвейер 18 и норию 19 оправляет их в бункер аспирационных отходов 21.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ШАРА ИЗ ПОДЕЛОЧНОГО КАМНЯ НА МОДЕРНИЗИРОВАННОМ ТОКАРНОМ СТАНКЕ ЗА ОДИН УСТАНОВ

Студент гр. 11309116 Примова В. В.

Кандидат техн. наук, доцент Щетникович К. Г.

Белорусский национальный технический университет

При изготовлении шара на токарном станке из цилиндрической заготовки длиной, равной диаметру шара, обработка всей сферической поверхности осуществляется за два установа. Большую часть сферы, свободную от зажимных кулачков, обрабатывают на первом установе, а на втором – заготовка крепится за поверхность шара и шлифуется оставшийся сегментный участок. Между двумя участками сферической поверхности неизбежно имеется смещение из-за погрешностей базирования и настройки инструмента.

Упростить базирование заготовки на станке и значительно повысить площадь сферической поверхности, обрабатываемой с одного установа, можно увеличением в 1,2–1,3 раза длины заготовки по сравнению с диаметром. Увеличенная длина заготовки позволяет надежно закрепить ее в трехкулачковом патроне, оставив свободным участок, достаточный для формообразования почти всей сферы (рис.). Угол α наклона оси инструмента к оси шпинделя станка не должен превышать $75\text{--}80^\circ$ во избежание скалывания заготовки, а внутренний диаметр инструмента должен составлять $0,90\text{--}0,95$ от диаметра шара.

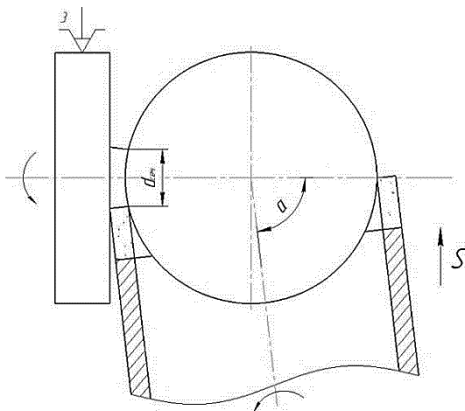


Рис. Схема шлифования шара кольцевым инструментом

Минимальный диаметр сегментного участка, определяющий угол α наклона оси инструмента, зависит от прочностных свойств обрабатываемого материала. Остающийся после отпиливания шара полусферический выступ малого диаметра может быть подшлифован сферической чашкой на шлифовально-полировальном станке. При обработке шаров из материалов низкой прочности, с целью уменьшения вероятности скола заготовки, правая кромка кольцевого инструмента несколько не доводится до оси заготовки и в конце уменьшается подача. Естественно, в этом случае необходима корректировка внутреннего диаметра инструмента.

Формообразование шаров из заготовки, рассчитанной на последовательную обработку нескольких шаров, позволяет снизить отходы минерального сырья, так как дополнительное увеличение длины заготовки необходимо на ту же величину, что и при изготовлении одного шара. Для ускорения обработки сферы целесообразно большую часть припуска сошлифовать алмазными кругами типа 1ЕЕ1. Кроме повышения производительности обработки это значительно уменьшит износ кольцевого инструмента.

УДК 615.071

МОДУЛЬ ПЕРФОРАЦИИ КОЖИ ДЛЯ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЗАБОРА КРОВИ

Студенты гр. ПБ-п72 Хоменко А. А., Гребень И. Е.
Ассистент Яковенко И. О.

Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

На сегодня на всех этапах исследования крови возникают ошибки вызванные человеческим фактором, поэтому актуальным заданием есть разработка биометрических автоматизированных систем для перфорации, что обеспечит безопасное проведение процедуры и простоту использования для медицинского персонала и пациента [1, 2]. Существует системы забора крови с вены полуавтоматическим устройством внутривенного доступа [3, 4], основано на измерении импеданса среды, в которой находится игла в режиме реального времени, что позволяет избежать прокола вены насквозь (рис.).

Блок идентификации сосуда определяет расположение иглы и, с помощью иглы-электрода, проходит через ткань, и с помощью преобразователя электрического сопротивления, устанавливает данные нахождения в биологической среде (импеданса крови). Данные автоматизированные системы позволяют максимально исключить влияние человеческого фактора при процедуре забора крови с повышением уровня безопасности пациента.

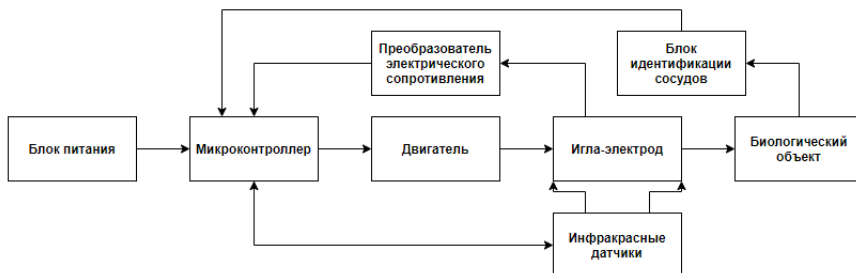


Рис. Модуль перфорирования кожи для забора крови

Литература

1. Яковенко, І. О., Рудий, О. Д., Турчина, М. О. Improvement of the credibility of analysis of electrocardiograms for biometric personal identification // Перспективні технології та прилади. – 2019. – № 15. – С. 125–130.
2. Яковенко, І. О. Biometrical identification on the basis of photoplethysmogram for automated medical systems // Перспективні технології та прилади. – 2019. – № 15. – С. 120–124.
3. Zhuoqi Cheng, Brian Davies. A hand-held robotic device for peripheral intravenous catheterization. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine, 231(12), 2017, pp. 1165–1177.
4. Max Balter, Alvin Chen. Adaptive Kinematic Control of a Robotic Venipuncture Device Based on Stereo Vision, Ultrasound, and Force Guidance. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 64, 2017, pp. 1626–1635.

УДК 621.822.71:679.87

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ КАМЕННОГО ШАРА ИЗ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЗАГОТОВКИ НА МОДЕРНИЗИРОВАННОМ ТОКАРНОМ СТАНКЕ

Студентка гр. 11309115 Кубарькова Ю. Д.

Кандидат техн. наук, доцент Щетникович К. Г.

Белорусский национальный технический университет

Цилиндрическая форма заготовки при механизированном изготовлении шара из минерального сырья предпочтительнее, чем призматическая, так как уменьшается припуск и отсутствуют ударные нагрузки при шлифовании. При закреплении заготовка *1* должна входить в кулачки патрона не более одной четвертой своей длины (рис. 1, *a*). Кольцевой инструмент *2* закрепляется в электрошпиндель (на рис. не показан) и вращается с высокой

точностью. Диаметр сферической поверхности зависит от внутреннего диаметра кольцевого инструмента и угла α наклона оси вращения инструмента к оси медленно вращающейся заготовки:

$$\alpha = \arcsin \frac{D_n}{D_{сф}}$$

$$D_{сф} = \frac{D_n}{\sin \alpha}$$

На первом установе (рис. 1, а) диаметр инструмента выбирается максимально возможный с целью обработать большую часть сферической поверхности, не задевая кулачки патрона.

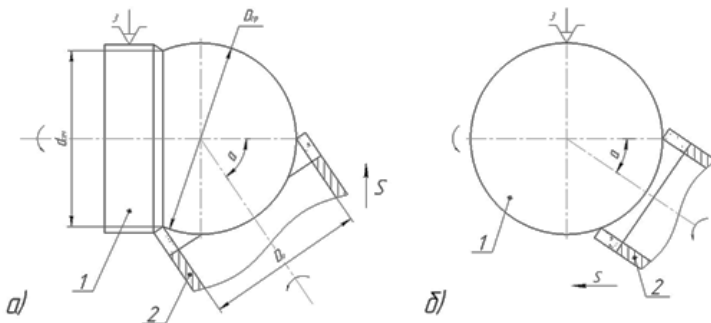


Рис. 1. Схема шлифования шара кольцевым инструментом

Необходимый угол наклона оси кольцевого инструмента рассчитывается по формуле:

$$D_{min} = \sqrt{\frac{D_{сф}}{2} \left(D_{сф} - \sqrt{D_{сф}^2 - d_{сегм.}^2} \right)}$$

На втором установе (рис. 1, б) минимальный диаметр кольцевого инструмента ограничен размером необработанного сегментного участка $d_{сегм.}$. Максимальный диаметр инструмента ограничен кулачками патрона, выступающими за плоскость большого диаметра шара. На втором установе заготовку надежнее крепить в 3-х кулачковом патроне через промежуточную разрезную втулку. Участки сферической поверхности, полученные за два установка, будут иметь некоторое относительное смещение, которое нивелируется последующим шлифованием шара. Для уменьшения износа кольцевого инструмента и повышения производительности обработки целесообразно предварительно сошлифовать по краям заготовки конические фаски удаляя большую часть припуска алмазными кругами плоского прямого профиля формы 1А1.

СЕКЦИЯ 3. МИКРО- И НАНОТЕХНИКА

УДК 681.586.672

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ МИКРОХОЛОДИЛЬНИКОВ НА ЭФФЕКТЕ ПЕЛЬТЬЕ

Студент гр. 11310116 Альфер А. Ю.

Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.,

ст. преподаватель Лапицкая В. А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время ведётся активная разработка эффективных средств охлаждения для ноутбуков, мобильных телефонов и других устройств. Одни из перспективных, не требующих высоких перепадов температур и широко известных – термоэлектрические микрохолодильники на эффекте Пельтье. Перспективность заключается в возможности создать охлаждение для МЭМС-устройств, высокой точности изменения температуры, что в комбинации с другими принципами оснащения может дать нео [1].

В типичном термоэлектрическом устройстве переход состоит из двух различных проводящих материалов, один из которых содержит положительные носители заряда (дырки), а другой – отрицательные носители заряда (электроны). Когда электрический ток проходит через соединение в соответствующем направлении, носители заряда обоих типов удаляются от соединения и отводят тепло, тем самым охлаждая соединение. Преимущество таких устройств состоит в том, что они не содержат движущихся частей, но их низкая эффективность ограничивает их применение. Рассмотрены принципы термоэлектрических устройств и исследованы стратегии повышения эффективности новых материалов. Новые материалы не только помогут охладить современную электронику, но также могут обеспечить энергетические преимущества при охлаждении и при использовании отработанного тепла для выработки электроэнергии.

В ходе анализа некоторых материалов для микрохолодильников и расчёта тепла Пельтье, были найдены наиболее подходящие пары металлов. Дополнительно произведён анализ эмпирических данных для расчёта характеристик элемента Пельтье, таких как коэффициенты Пельтье через коэффициенты Томсона, позволяющие подтвердить невозможность определить зависимость коэффициентов от температуры.

Литература

1. Белозерцев, В. Н. Исследование основных характеристик термоэлектрического охладителя и генератора: лаб. практикум / В. Н. Белозерцев [и др.]. – Самара: СГАУ, 2015. – 76 с.

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ МИКРОНАГРЕВАТЕЛЯ НА ЕГО БЫСТРОДЕЙСТВИЕ

Студент гр. 11310116 Анискевич В. Э.

Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.,

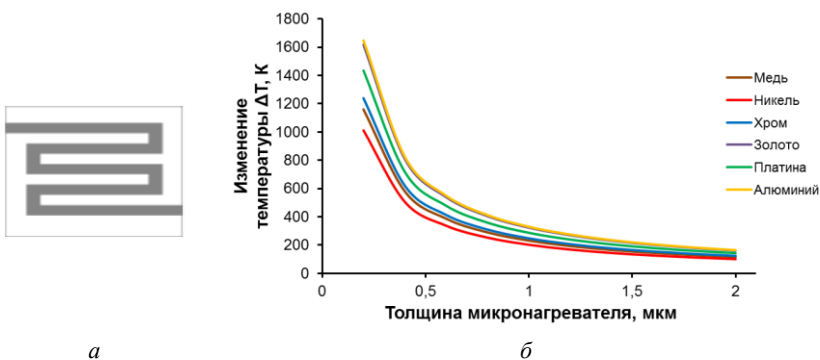
ст. преподаватель Лапицкая В. А.

Белорусский национальный технический университет

МЭМС-нагреватели все шире используются в газовых датчиках, датчиках потока, инфракрасных излучателях, микроакселерометрах, для *in situ* микроскопии, в большинстве биосенсоров и в других системах. Микронагреватели для таких устройств требуют низкого энергопотребления, надежности и стабильности. Кроме того, важной характеристикой является однородность температуры нагретой зоны. Поэтому при проектировании микронагревателя особое внимание уделяют его геометрии. Наиболее распространенным является меандровый тип (рис. *а*).

Целью данной работы являлось расчет изменения температуры микронагревателя меандрового типа за 10 мкс в зависимости от толщины микронагревателя для нескольких материалов.

В качестве материалов были выбраны наиболее распространенные: медь, хром, платина, никель, золото и алюминий. По результатам расчета установлено, что при увеличении толщины резистора, скорость изменения температуры микронагревателя экспоненциально снижается (рис. *б*). Следовательно, чем тоньше резистор, тем больше быстродействие микронагревателя можно обеспечить. Наиболее чувствителен к уменьшению толщины алюминий, наименее чувствителен – никель.



а *б*
Рис. Форма меандрового микронагревателя (*а*) и зависимость изменения температуры от толщины (*б*)

МЕТОД УСКОРЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ МОП ИС

Студент гр. 11304116 Байчук Н. А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Сернов С. П.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучение метода ускоренных испытаний МОП ИС. В работе приведен литературный обзор в области надежности полупроводниковых изделий.

Метод ускоренных испытаний для ИС используется:

- для уменьшения продолжительности испытания на определение среднего времени наработки до отказа;
- взамен нормальных испытаний на безотказность;
- при проведении сравнительных испытаний и оценки надежности изделий по сравнению с аналогами;
- для прогнозирования надежности на этапе разработки ИС с целью оценки конструктивно-технологических решений, нацеленных на обеспечение надежности.

Методы ускоренных испытаний используются для выявления скрытых технологических дефектов и отбраковки потенциально ненадежных изделий. В данном методе ускоряющими факторами являются предельно допустимые значения высоких температур и напряжения, при этом время испытаний сокращается до нескольких суток.

Для выявления дефектных ИС на кристалле дополнительно наносятся токоведущие дорожки, по которым подводятся высокие напряжения. При отказе ИС на кристалле эти дорожки выгорают. После проведения испытаний вспомогательные дорожки стравливают.

В основе метода лежит процесс дефектообразования в кристаллах при повышенных температурах, и его малая скорость определяет длительность проведения испытаний [1].

Однако этот метод имеет недостатки, поскольку не все изделия восстанавливают свои параметры после отжига, а неправильный выбор режима отжига может являться причиной нестабильности параметров у годных изделий.

Литература

1. Горлов, М. И. Технологические отбраковочные и диагностические испытания полупроводниковых изделий / М. И. Горлов, В. А. Емельянов, Д. Л. Ануфриев. – Мн.: Бел. Наука, 2006. – 367 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ТРАВЛЕНИЯ ПОКРЫТИЯ НИТРИДА КРЕМНИЯ

Студент гр. 11304116 Байчук Н. А.

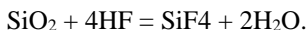
Кандидат техн. наук, доцент Ковалеская А. В.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучение технологии травления покрытия нитрида кремния (Si_3N_4). В работе проведен обзор литературных данных в области кремниевых покрытий.

Травление представляет собой процесс удаления поверхностного слоя объекта немеханическим методом. Для травления нитрида кремния можно использовать растворы разной концентрации плавиковой кислоты (HF) в воде. Скорость травления Si_3N_4 в концентрированной плавиковой кислоте может составлять 6–10 нм/мин при различных способах создания слоев нитрида кремния.

С целью улучшения равномерности травления может применяться травитель с добавлением NH_4F (45 г HF, 200 г NH_4F , 300 г H_2O) или HF (49 %-ный): NH_4F (40 %-ный) = 1:7. Скорость травления при этом несколько снижается. Травление нитрида кремния проходит согласно реакции:



Еще одним травителем является насыщенный раствор, состоящий из 3 мл концентрированной HF и 10 мл обогащенной HNO_3 . Травление проходит при температуре 70 °С.

Общий недостаток всех этих реактивов состоит в том, что все существующие фоторезисты не выдерживают взаимодействия с ними достаточно длительное время, чтобы вытравить несколько сотен ангстрем пленки.

Для решения этой проблемы с помощью рельефа рисунка по покрытию фоторезиста изготавливают защитные пленки из молибдена или сплава хром-серебро. Эти металлы не взаимодействуют с плавиковой кислотой и она не проникает под пленки этих металлов. Таким способом могут быть изготовлены сравнительно бездефектные рисунки [1].

Благодаря своим отличным термическим и механическим свойствам покрытия нитрида кремния все чаще используются для высокотехнологичных полупроводниковых изделий.

Литература

1. Клюева, В. А. Обзор методов нанесения кремниевых покрытий / В. А. Клюева // Молодой ученый. – 2016. – № 10. – С. 236–246.

СИНТЕЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ И ОРТОФЕРРИТА ВИСМУТА

Студент гр. 9 к. 4 Бука А. В.

Кандидат техн. наук, доцент Дятлова Е. М.

Белорусский государственный технологический университет

Целью исследования является синтез композиционного материала на основе сегнетоэлектрика феррита висмута и полимерного материала. В настоящее время широкое применение получают композиционные материалы, которые имеют совокупность положительных качеств составляющих компонентов при нивелировании их недостатков.

Для синтеза композиционных материалов был выбран ряд полимерных материалов: полиамид-6 (ПА-6), термоэластопласт Б2-ИБ, полиэфирэфиркетон (4 ПЭЭК) и синтезирован мультiferроик – ортоферрит висмута методом высокотемпературного спекания. Для получения композиции были приготовлены смеси порошков полимеров и феррита висмута, в соотношении: от 25:75 до 75:25 с шагом 25 мас. %. С помощью ДСК изучены процессы при нагревании применяемого полимера и его смеси с ортоферритом висмута. Образцы получали в виде таблеток диаметром 12 мм и высотой 3 мм на гидравлическом прессе, давление подобрано опытным путём, для каждой композиции давление было разным. В качестве связующего использовался клей ПВА. Температура термической обработки зависела от физических свойств полимеров, а именно от температуры плавления полимера. В некоторых случаях требовалось повышение температуры термообработки, вероятно из-за сравнительно низкого содержания полимера в композиции. Физико-химические свойства композиционных материалов (соотношение полимер: $\text{BiFeO}_3 = 50:50$), представим в табл.

Таблица

Свойства композиционных материалов

Тип полимера	Свойства композиции			
	$t_{\text{термообр.}}, ^\circ\text{C}$	В, %	П, %	$\rho_{\text{к}}, \text{г/см}^3$
Полиамид-6	200	2,25	2,95	1,310
Термоэластопласт Б2-ИБ	230	1,42	2,27	1,603
Полиэфирэфиркетон	400	1,5	3,1	2,047

СКОРОСТЬ ПОТОКА ЖИДКОСТЕЙ РАЗЛИЧНОЙ ВЯЗКОСТИ В НАСОСЕ МИКРОЖИДКОСТНОЙ ЯЧЕЙКИ

Студент гр. 11310116 Василевский Д. А.
Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.,
ст. преподаватель Лапицкая В. А.

Белорусский национальный технический университет

Микрожидкостные устройства (МЖУ) являются распространенными и перспективными изделиями микросистемной техники. Они предназначены для перекачки небольшого количества различных жидкостей. Расчет подходящего микронасоса требует учета конкретной области применения МЖУ. Микронасосы позволяют точно дозировать и контролировать количество жидкости [1].

Цель работы – определение скорости потока в микронасосе для жидкостей различной вязкости.

В качестве модельных жидкостей, проходящих через микронасос, были выбраны: вода, метиловый спирт, этиловый спирт и кровь. Скорость потока жидкости Q через выходное отверстие определялось из следующего выражения [1]:

$$Q = \frac{h^3 w (P_{in}^2 - P_{out}^2)}{24 \eta l P_{out}}, \quad (1)$$

где w – эффективная ширина кольцевой структуры; h – высота канала (зазор между выходной структурой и центральной массой); η – вязкость жидкости; P_{in} и P_{out} – абсолютное давление на входе и выходе канала (в Па); l – эффективная длина кольцевой структуры [1].

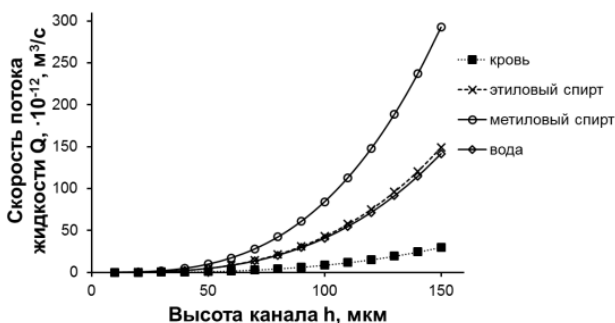


Рис. Скорость потока в насосе микрожидкостной ячейки жидкостей различной вязкости

В результате были получены значения скорости потока жидкости Q и построена ее зависимость от высоты канала h (рис.). Из зависимости видно, что с увеличением высоты канала h наблюдается увеличение скорости потока жидкости Q . Поэтому при выборе определенной жидкости для обеспечения необходимо использовать определенную высоту канала h .

Литература

1. Денисов, А. А. Флюидные беспоршневые МЭМС для направленной доставки лекарств / А. А. Денисов; под ред. В. Г. Пушина. – Екатеринбург, 2015. – 86 с.

УДК 621.375

ВЫБОР ЛАЗЕРА ДЛЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

Аспирант Вершинин М. Н.

Доктор техн. наук, профессор Юран С. И.

Ижевская государственная сельскохозяйственная академия

Использование низкоинтенсивного когерентного излучения видимого диапазона длин волн может существенно повлиять на функциональную активность биологических объектов растительного и животного происхождения. В рассматриваемой работе большее внимание уделяется воздействию лазерного излучения на функциональную активность растительных клеток. В рассматриваемых работах, как наиболее распространенный источник низкоинтенсивного когерентного излучения, рассматривается лазер. Благодаря использованию лазерного излучения исследователям удалось добиться положительных результатов в плане повышения функциональной активности клеток. Данный эффект получил название лазерной стимуляции.

В большинстве работ, посвященных лазерной стимуляции, в качестве источника лазерного излучения выступает гелий-неоновый лазер, как более распространенный вид газовых лазеров. В настоящее время конкуренцию газовым лазерам составляют полупроводниковые лазеры. Данные лазеры имеют меньшие размеры и более приспособлены для использования в автоматизированных процессах, чем газовые лазеры. Использование полупроводниковых лазеров выглядит перспективным направлением в области лазерной стимуляции растительных клеток, но при этом имеется ряд особенностей, которые ставят под сомнение использование полупроводникового лазера. Так, в одной из работ описывается использование полупроводникового лазера для увеличения срока хранения плодов яблони. Согласно проведенному исследованию выход кондиционных плодов к концу срока хранения удалось увеличить на 10–20 %. При использовании гелий-неонового лазера для такого же технологического процесса удалось увеличить выход

кондиционных плодов к концу срока хранения в несколько раз, по сравнению с контролем. Данный эффект объясняется тем, что газовый лазер имеет более высокую степень когерентности, тем самым эффект стимуляции проявляется сильнее, чем у полупроводникового.

Полученное утверждение можно считать основополагающим при выборе вида источника лазерного излучения. Исходя из этого, разработан макет лабораторной установки для исследования режимов облучения биообъектов гелий-неоновым лазером, а также обоснования конструктивных параметров установки, обеспечивающей стабильность излучения.

УДК 537.622

МАГНИТНЫЕ ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ НАНОЧАСТИЦЫ

Студент гр. 11310118 Галацевич В. В.
Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.,
ст. преподаватель Лапицкая В. А.
Белорусский национальный технический университет

Магнитные терапевтические наночастицы – частицы наноразмера, которые имеют постоянный или наведённый магнитный момент и применяются в медицине для лечения и диагностики заболеваний. Кроме того, такие частицы должны быть биосовместимы. Природные магнитные наночастицы широко распространены и встречаются во многих биологических объектах. Они обладают высокоразвитой активной поверхностью и, как правило, очень высокой сорбционной ёмкостью. Благодаря своим размерам (менее 100 нм) магнитные терапевтические наночастицы могут приближаться к биообъекту, взаимодействовать и связываться с ним [1].

Терапевтические наночастицы, обладающие магнитными свойствами, используют в магнитно-резонансной томографии в качестве контрастного агента, для адресной доставки лекарств. Это связано с возможностью дистанционного управления ими при наложении внешнего магнитного поля. Существует несколько стратегий синтеза наночастиц: механические, физические, химические и физико-химические методы. В настоящее время синтезирован спектр магнитных наночастиц: на основе металлов Co, Fe, Ni, оксидов железа, а также ферритов [2], поверхность которых покрыта биосовместимыми молекулами поливинилового спирта, фосфолипидов и др.

Литература

1. Магнитные наночастицы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yamiki.ru/item/100263>.
2. Применение магнитных наночастиц [Электронный ресурс]. – Режим доступа: docplayer.ru/47976879-Biomedicinskie-primeneniya-magnitnyh-nanochastic.html.

САМООРГАНИЗАЦИЯ И САМОСБОРКА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ТВЕРДОФАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Студент гр. 11310118 Климович Т. А.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет

Разработка, получение и обработка новых наноматериалов на сегодняшний момент являются «ключевыми» с точки зрения основы экономической мощи. Среди разнообразных и многообещающих подходов создания наноматериала большое значение приобретают нанотехнологии, которые используют самосборку и самоорганизацию. Целью работы является изучение особенностей формирования наноструктур.

В данной работе проведен литературный обзор источников в области самоорганизации и самосборки наноматериалов. Самоорганизация – это многостадийная или многомасштабная самосборка, а самосборка – это локальная самоорганизация на одном из иерархических масштабных уровней на основе свойственных этому уровню взаимодействий. Для возникновения самоорганизации в системе она должна быть: нелинейной, неравновесной, иметь обратную связь, иметь неустойчивость стационарного состояния системы и быть стохастической.

Особое внимание в работе было уделено классификации моделей самосборки. Многие наноматериалы, образующиеся в процессе, имеют фрактальную структуру. Существующие модели сборки фрактальных агрегатов можно разделить по характеру: процесса, движения частиц или кластеров, объединения частиц или кластеров [1].

Так же для создания наноматериалов используется метод молекулярно-лучевой эпитаксии, который открывает новые возможности создания квантово-размерных структур, туннельно связанных структур. Основой процесса является использование напряженных пленок, выращенных с помощью молекулярной эпитаксии, а также процессы самоорганизации, происходящие при отсоединении от подложки сжатых пленок.

Достоинством самосборки является то, что можно осуществлять различные сложные процедуры дизайна структур начиная с атомного уровня [2].

Литература

1. Бобков, А. А. Материаловедение микро- и наносистем. Иерархические структуры / А. А. Бобков, И. Е. Кононова, В. А. Мошников; под ред. В. А. Мошникова. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2017. – 204 с.
2. Щука, А. А. Нанoeлектроника / А. А. Щука. – М.: Физматкнига, 2007. – 464 с.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА НАНОСИСТЕМ

Студент гр. 11310118 Комар Л. В.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время, для того, чтобы иметь хоть какое-то представление об объектах наномира необходимо их обнаружение, исследование и анализ. Разрешающая способность глаза слишком мала, чтобы человек смог увидеть наночастицу, поэтому для наблюдения нанобъектов используются косвенные методы и выносятся суждения на основе их анализа.

Целью данной работы является изучение методов исследования наносистем и их сравнительный анализ

В нанотехнологии используются коротковолновые кванты электромагнитного излучения и элементарные частицы, ускоренные до достаточно высоких энергий, чтобы длина де-бройлевской волны была заведомо много меньше исследуемого нанобъекта.

В работе проведен обзор литературных источников в области исследования нанобъектов. На сегодняшний момент всевозможные способы исследования характеристик нанобъектов можно разделить на две совершенно разные группы: интегральные и индивидуальные. К интегральным методам относятся те методы, которые действуют не с индивидуальной частицей, а с их комплексами, данные анализа получаются в процессе экспериментального метода интегральных характеристик. Индивидуальный метод осуществляет манипуляции с отдельным нанобъектом [1].

Специфической особенностью нанотехнологий является их междисциплинарный характер, при котором одно и то же явление, обусловленное масштабным эффектом, может быть использовано: в технологии коммуникации, медицине, фармакологии, производстве новых материалов и материаловедении, сельском хозяйстве, диагностировании заболеваний на ранних стадиях, экологии и др.

Поставлен ряд задач нанотехнологии, которые обусловлены малыми размерами элементов и структур, с которыми приходится работать в данной области. Здесь, как нигде, актуален тезис: «Если нельзя измерить, то невозможно создать» [2].

Литература

1. Кузнецов, Н. Т. Основы нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин. – Эл. изд. – Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 400 с.). – М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.
2. Нано- и биоконпозиты [Электронный ресурс] / под ред. А.К.-Т. Лау, Ф. Хуссейн, Х. Лафди; пер. с англ. – Эл. изд. – Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf 393 с.). – М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.

ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ НЕВОЗМУЩЕННОГО РЕЗОНАТОРА МЭМС-АКСЕЛЕРОМЕТРА НА ПАВ НА ЕГО РЕЗОНАНСНУЮ ЧАСТОТУ

Студент гр. 11310116 Корениха Н. А.
Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.,
ст. преподаватель Лапицкая В. А.
Белорусский национальный технический университет

Поверхностные акустические волны (ПАВ) на поверхности МЭМС-структур высокочувствительны к изменению широкого спектра параметров окружающей среды и к малым деформациям кремниевых элементов. Конструктивно МЭМС-акселерометр на ПАВ обычно выполняется в виде консоли прямоугольной или треугольной формы. На консоль с инерционной массой наносят с помощью процесса фотолитографии электроды, которые образуют встречно-штыревой преобразователь [1]. При воздействии внешнего ускорения консоль изгибается и расстояние, пройденное ПАВ между преобразователями, изменяется пропорционально приложенному ускорению [1].

Цель работы – определение резонансной частоты резонатора МЭМС-акселерометра на ПАВ в зависимости от его длины.

Резонансную частоту невозмущенного резонатора f_0 определяли из соотношения [1]:

$$f_0 = u_0 q / 2l_0 \quad (1)$$

где u_0 – невозмущённое значение фазовой скорости ПАВ; l_0 – длина невозмущенного резонатора.

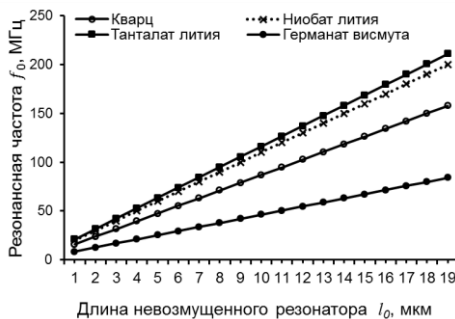


Рис. Зависимость резонансной частоты f_0 от длины l_0 в акселерометре на ПАВ

По результатам расчета установлено (рис.), что с увеличением длины невозмущенного резонатора l_0 наблюдается увеличение резонансной частоты f_0 .

Также видно существенное изменение частоты в зависимости от выбранного материала, что дает базу для изготовления сенсоров с различной чувствительностью в широком диапазоне нагрузок имеет определенное влияние при изменении разных параметров.

Литература

1. Shevchenko, S. Surface-Acoustic-Wave Sensor Design for Acceleration Measurement / S. Shevchenko, A. Kukaev, M. Khivrich, D. Lukyanov // Sensors, 2018, vol. 18, no. 7, pp. 2301.

УДК 544.638.2

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКАНАЛА МИКРОФЛЮИДНОГО УСТРОЙСТВА НА КОЛИЧЕСТВО ВВЕДЕННОЙ ПРОБЫ

Студент гр. 11310116 Кот С. И.

Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.,

ст. преподаватель Лапицкая В. А.

Белорусский национальный технический университет

Микрофлюидные устройства предоставляют уникальные возможности для сортировки биологических клеток и обнаружения измененных клеток. Приборы на основе микрофлюидных чипов (МФЧ) обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционными аналитическими системами. Прежде всего, это малый расход дорогих реагентов и пробы; высокая чувствительность определения компонентов пробы; компактные размеры, низкое энергопотребление [1].

Целью данной работы являлось определение зависимости количества введенной пробы от геометрических параметров канала МФЧ.

При вводе пробы в МФЧ используются различные элементы ячейки: разнообразные капилляры (с внутренним диаметром от 5 до 500 мкм), микро-резервуары (сосуды), куда помещается проба и раствор буфера и т. д. Размеры транспортных каналов МФЧ должны определенным образом соотноситься с размером резервуаров, так, чтобы не вызывать резких перепадов давления в каналах. Для микроканала сечением S количество введенной пробы Q зависит от подвижности компонентов пробы μ [1] и геометрических параметров самого канала:

$$Q = \frac{\mu \cdot S \cdot U \cdot t}{L} c, \quad (1)$$

где c – концентрация пробы в растворе; L – длина канала; μ – суммарная электрофоретическая и электроосмотическая подвижность; S – площадь сечения; U – напряжение; t – время инъекции.

В результате проведенных расчетов установлена степенная зависимость количества введенной пробы от длины канала.

Литература

1. Евстрапо, А. А. Нанотехнологии в биологии и медицине. Микрофлюидика: курс лекций / А. А. Евстрапо, А. Л. Буляница // Издательский центр Сибирского федерального университета, 2015. – 132 с.

УДК 539.25: 544.165

КОНСОЛЬНЫЕ МЭМС-БИОСЕНСОРЫ ИЗ АЛМАЗОПОДОБНОГО УГЛЕРОДА

Студент гр. 11310116 Мергурьев И. С.

Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.,

ст. преподаватель Лапицкая В. А.

Белорусский национальный технический университет

Среди сенсоров, применяющихся в медицине, наиболее чувствительными являются кантилеверные МЭМС-биосенсоры. Такие сенсоры крайне чувствительны, они способны определить одну бактерию или часть клетки – митохондрию. Чувствительным элементом таких сенсоров является микрокантилевер. Суть его работы довольно проста: кантилевер колеблется с определённой частотой, и при присоединении к нему дополнительной массы эта частота изменяется. Это изменение может фиксировать изменение отражённого пятна лазера, который направлен на кантилевер. Дополнительной определяющей массой на кантилевере могут выступать: вирус, бактерия, или например – мутантная ДНК, вызывающая меланому [1]. Фиксация нужного биоматериала обеспечивается функционализацией поверхности кантилевера под необходимый биоматериал.

Цель работы – сравнение массы кантилевера при изменении его резонансной частоты для двух видов форм кантилеверов: балочной и V-образной.

По результатам этих расчётов были сделаны следующие выводы:

- частота колебаний у V-образного кантилевера изменяется почти линейно в зависимости от присоединённой массы;
- масса в зависимости от толщины кантилевера растёт линейно;
- при невысокой частоте колебаний (60–70 кГц.) рациональнее использовать кантилеверы балочного типа;
- в качестве материала для изготовления кантилевера для биосенсора предпочтителен алмазоподобный углерод, так как при небольшом изменении дополнительной массы сильно изменяется и частота его колебаний;

– модуль упругости кантилевера является определяющим параметром для таких сенсоров.

Литература

1. Huber, F. Fast Diagnostics of BRAF Mutations in Biopsies from Malignant Melanoma / F. Huber, H. Lang, K. Glatz, D. Rimoldi, E. Meyer, C. Gerber // Nano Letters. – 2016. – № 16 (9). – P. 5373–5377.

УДК 681.586.2

ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ ТАКТИЛЬНОГО СЕНСОРА НА ИЗМЕНЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРИ КАСАНИИ

Студент гр. 11310116 Мишкович Н. С.

Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.,

ст. преподаватель Лапицкая В. А.

Белорусский национальный технический университет

Появление тактильных датчиков, предназначенных для геометрического распознавания предметов окружающего пространства, обусловлено развитием робототехники. Основными предпосылками для создания таких датчиков стала необходимость воспроизведения осязательных свойств человеческой кожи. Тактильные сенсоры – это устройства, предназначенные для обнаружения контакта между предметом и поверхностью, на которой расположен датчик, и (или) определения формы этого предмета [1]. Существует много различных типов тактильных датчиков. Одним из наиболее распространенных видов является пьезорезистивный тактильный сенсор.

Цель работы – определение изменения сопротивления ΔR на тактильном сенсоре в результате приложенного механического напряжения.

Расчет сопротивления проводили по следующей формуле [1]:

$$\frac{\Delta R}{R} = (1 + 2\sigma + \pi E)x \quad (1)$$

где R – электрическое сопротивление проводящей структуры вдоль продольного направления, $R = 5$ Ом; ΔR – соответствующее изменение сопротивления в результате приложенного напряжения; σ – коэффициент Пуассона материала, $\sigma = 0,33$; π – пьезорезистивный коэффициент, $\pi = 10$; E – модуль Юнга; x – продольная деформация; ρ – удельное сопротивление.

Проведен расчет ΔR (соответствующее изменение сопротивления в результате приложенного напряжения) для нескольких пьезоматериалов, применяющихся в тактильных сенсорах, и получена зависимость изменения сопротивления в результате приложенного напряжения от длины.

Литература

1. Novel Tactile Sensor Technology and Smart Tactile Sensing Systems: A Review / Liang Zou, Chang Ge, Z. Jane Wang, Edmond Cretu, Xiaou Li // Sensors, 2017, vol. 17, pp. 2653.

УДК 666.647:666.9–405.8

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ И ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПОЛУЧАЕМЫЕ ПО ШЛИКЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Магистрант Макушенко Е. Н.

Кандидат техн. наук, доцент Дятлова Е. М.,

кандидат техн. наук, доцент Богдан Е. О.

Белорусский государственный технологический университет

Анализ литературных данных свидетельствует о том, что учеными ведутся активные исследовательские работы в области создания ячеистых теплоизоляционных керамических материалов. Интерес к таким изделиям очевиден и объясняется стремлением создания эффективных конструктивных изделий, позволяющих в значительной степени снизить энергозатраты, увеличить тепло- и шумоизоляцию агрегатов. Теплоизоляционные керамические изделия с высокой пористостью (до 80 %) традиционно получают по шликерной технологии с применением различных пенообразователей. В качестве пенообразователя могут применяться поверхностно-активные продукты нефтепереработки и нефтехимического синтеза, природные органические вещества, а также отходы технических пен. В качестве крепителей используются вяжущие вещества, такие как цемент, известь, гипс и т. д. Возможно применение полиминерального глинистого сырья различной степени качества: от легкоплавких до огнеупорных глин, включая каолины и бентониты. В настоящей работе для создания ячеистой структуры применяется пенообразователь с истекшим сроком «Барьер-пленкообразующий», который используется для пожаротушащих средств, представляющий собой водный раствор различных поверхностно-активных веществ, которые позволяют получить устойчивую воздушно-механическую пену. Для получения качественных образцов керамики важное внимание уделялось технологическим параметрам их изготовления, а именно – влажности и гранулометрическому составу глинистой суспензии, pH среды, устойчивости пены, режимам сушки и обжига материала. В процессе работы осуществлен синтез теплоизоляционной тугоплавкой керамики в интервале температур 1100–1200 °С с выдержкой при максимальной температуре 1–2 ч. Проведенные исследования показали, что оптимальной температурой синтеза является

1150 °С при которой на основе глины «Городное», алюмосиликатного шмота, извести и портландцемента, удалось получить образцы, характеризующиеся следующими показателями свойств: кажущаяся плотность 518 кг/м³; открытая пористость 82,1 %; прочность при сжатии 1,6 МПа; теплопроводность 0,091 Вт/(м·К).

Установлено, что введение опилок позволяет несколько понизить кажущуюся плотность изделия. Отмечается, что основной кристаллической фазой является анортит и муллит, также присутствует α -кварц. Структура материала является однородной, пористой, поры в материале округлой формы, размер находится в пределах от 500 до 1000 мкм.

УДК 666.11

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ СТЕКЛА

Студент гр. 11310118 Климович Т. А.
Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.,
ст. преподаватель Лапицкая В. А.
Белорусский национальный технический университет

Аморфные металлические материалы представляют одну из последних инноваций XX века. Первоначально металлические стекла были предметом лишь научного интереса, как новое, необычное состояние твердого тела, однако сейчас они интенсивно используются в промышленности.

Атомная структура стёкол демонстрирующая отсутствие дальнего порядка в расположении атомов определяют их свойства, в частности механические. По величине удельной прочности они значительно превосходят соответствующие кристаллические сплавы из-за невозможности использования механизмов хорошо сопротивляются коррозии, деформации дислокационного или двойникового типа. Состав металлических стёкол равен 80 % переходных (Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zr, Pr и др.) или благородных металлов и около 20 % поливалентных неметаллов (B, C, N, Si, P, Ge и др.), играющих роль стеклообразующих элементов [1]. Существует несколько способов их получения: закалкой из газовой (паровой) фазы, закалкой из жидкого состояния, когда скорость охлаждения превышают скорость кристаллизации, электролитическим и химическим осаждением и методом «лазерного глазуривания» [2].

Литература

1. Силовая Электроника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gammamet.ru/images/SE2009.pdf>.
2. Металлическое стекло [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docplayer.ru/33900221-Metallicheskie-styokla-p-n-vyugov-a-e-dmitrenko-institut-fiziki-tvyordogo-tela-materialovedeniya-i-tehnologiy-nnc-hfti-g.html>.

МЭМС-АКТЮАТОРЫ НА ОСНОВЕ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЛЕНОК

Студент гр. 11310116 Назарович А. Д.
Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.,
ст. преподаватель Лапицкая В. А.

Белорусский национальный технический университет

Покрытия с пьезоэлектрическими свойствами являются одним из наиболее распространенных функциональных материалов для создания актюаторов в МЭМС. Для усиления пьезоэффекта из пленок выстраивают пакетные структуры с противоположно направленными векторами поляризации. Среди пьезоэлектрических материалов титанат цирконат свинца до сих пор является широко применяемым из-за высокого пьезоэлектрического коэффициента, поэтому покрытия того же состава представляются перспективными в МЭМС. Пьезоэлектрические тонкие пленки необходимы для того, чтобы создавать сильно интегрированные пьезоэлектрические приборы в МЭМС. За последнее десятилетие были достигнуты значительные успехи в получении однородных, высокорезистивных тонких пленок. Появилась возможность формировать слоистые многослойные структуры и контролировать ориентации пленок.

Цель работы – определение эффективного пьезоэлектрического коэффициента пленки титаната цирконата свинца при изменении напряжения U и силы F .

По результатам расчета установлено, что при увеличении нагрузки значение эффективного пьезоэлектрического коэффициента пленки уменьшается. При изменении величины напряжения наблюдается прямо пропорциональное изменение эффективного пьезоэлектрического коэффициента.

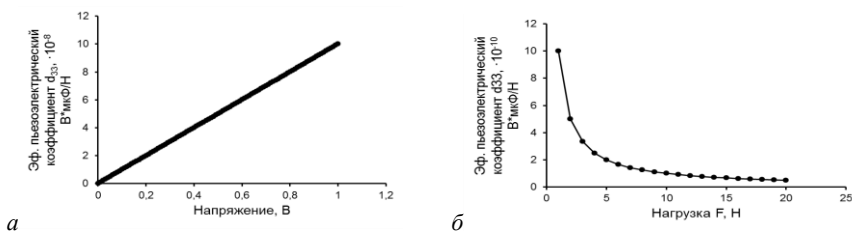


Рис. Зависимость эффективного пьезоэлектрического коэффициента пленки от напряжения U (а) и силы F (б)

ДЛИНА ПЕРЕДВИЖЕНИЯ РОБОТА НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА ПАМЯТИ ФОРМЫ

Студент гр. 11310116 Предко П. А.
Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.,
ст. преподаватель Лапицкая В.А .

Белорусский национальный технический университет

Материалы на основе эффекта памяти формы (ЭПФ) являются перспективным материалом устройств биомедицинского назначения. Актюатор с ЭПФ основан на способности материала возвращать исходную форму при изменении температурных условий. На этом эффекте базируется различное множество приводов для роботов и стентов, применяющихся в первую очередь в медицине. В качестве примера был рассмотрен червеподобный биометрический робот (рис.), состоящий из трех основных элементов: пружины с ЭПФ 1, находящейся внутри силиконового сальфона 2, в начале и в конце которого имеются специальные шипы-зацепы 3. Передвижение такого робота происходит за счет смещения сальфона вперед посредством удлинения пружины с ЭПФ и дальнейшего зацепления корпуса шипами, после чего пружина принимает прежнюю длину, притягиваясь к зацепленной части робота. Процесс носит циклический характер [1], как и у природного аналога.

Целью данной работы являлся расчет оптимальных значений длины пружины с ЭПФ и силиконового сальфона робота для достижения максимальной величины передвижения.

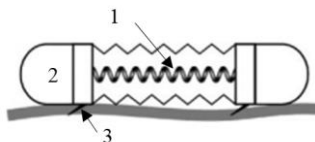


Рис. Червеподобный биоробот [1]

В результате проведённых расчетов были получены зависимости длины передвижения биоробота от коэффициентов упругости силиконового сальфона и пружины с ЭПФ.

По установленным оптимальным параметрам получена зависимость величины передвижения робота от первоначальной длины пружины.

Литература

1. Kim, B. An earthworm-like micro robot using shape memory alloys actuator / B. Kim, M. G. Lee, Y. P. Lee et al. Sensors and actuators, 2006, vol. 125, pp. 429–437.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕНДРИМЕРОВ В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ БИОСЕНСОРАХ

Студенты гр. 11310116 Назарович А. Д., Предко П. А.

Ассистент Люцко К. С.

Белорусский национальный технический университет

Электрохимические сенсоры – это устройства, предназначенные для количественного и качественного анализа различных химических соединений в газах и жидкостях посредством получения сигнала, вырабатываемого протеканием электрохимического процесса.

Для усовершенствования работы электрохимических биосенсоров могут применяться дендримеры – сильно разветвленные полимеры, у которых очень высокая плотность поверхностных функциональных групп [1]. Дендримеры состоят из центрального ядра и функционализированных повторяющихся единиц разного поколения, вырастающих от него. Строение дендримера представлено на рис.

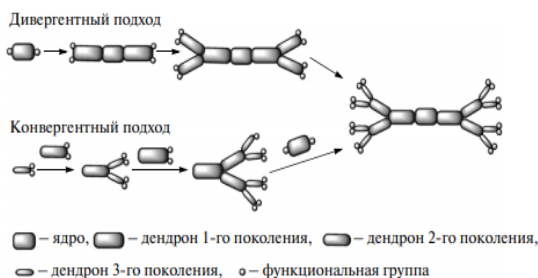


Рис. Строение дендримера

Дендримеры нашли применение в биосенсорах за счет своих свойств. Так как такой полимер имеет огромное количество группировок на поверхности, он обладает высокой степенью адсорбции биополимеров. После адсорбции дендримеры легко осаждаются на рабочую поверхность биосенсора, так как они ограниченно растворимы в воде и иных полярных жидкостях. Осаждением формируется биочувствительный слой сенсора.

Неоспоримым достоинством применения дендримеров в качестве добавок к биосенсорам является повышение чувствительности сигнала и более высокая стабильность отклика.

Литература

1. Евтюгин, Г. А. Электрохимические биосенсоры на основе дендримеров / Г. А. Евтюгин, Е. Е. Стойкова // Журнал аналитической химии. – 2015. – Т. 70, № 5. – С. 451–469.

ТЕРМОСТОЙКАЯ КОРДИЕРИТСОДЕРЖАЩАЯ КЕРАМИКА НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНОГО ПРИРОДНОГО МАГНИЙСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

Студент 9 гр. 5 к. Самсонова А. С.

Кандидат техн. наук, доцент Попов Р. Ю.

Белорусский государственный технологический университет

Получение термостойких кордиеритсодержащих изделий традиционно основано на применении огнеупорных глинистых компонентов (высококачественные глины и каолины), глиноземсодержащего (технический глинозем, электрокорунд гидраты алюминия), а также магнийсодержащего (талек, оливин, хризотил-асбест и др.) сырья. Также, в состав масс для интенсификации процессов кордиеритообразования и снижения температурного коэффициента линейного расширения вводятся различные минерализующие добавки. Истощение месторождения талька, расширение сферы его применения в медицинских, фармацевтических, косметологических сферах приводит к сокращению ресурсной базы керамической отрасли, что предполагает изыскание иных источников магнийсодержащего сырья для производства технических материалов.

На основании патентных источников литературы, представленных в аналитическом обзоре, для изготовления кордиеритовой керамики в работе предлагается использовать следующие сырьевые компоненты: глина «Керамик-Веско», технический глинозем, талек онотский, дунит и серпентинит, в качестве добавки – карбонат лития.

Массы на основе указанного сырья измельчались и усреднялись в планетарную мельницу фирмы RetschPM-100 в течение 20 мин. Приготовленная смесь увлажнялась до влажности 6–8 %, затем готовый пресс-порошок вылеживался в течение 1 сут. для усреднения по составу и влажности. Формование образцов осуществлялось на гидравлическом прессе при давлении 35–40 МПа. Далее производилась сушка образцов в сушильном шкафу при температуре 100 ± 10 °С, после чего осуществлялся однократный обжиг в электрической печи при 1100–1200 °С. Образец керамики оптимального состава характеризуется указанными показателями свойств: открытой пористостью 34,2 %, водопоглощением 19,5 %, кажущейся плотностью 1751 кг/м^3 , ТКЛР $0,12 \cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$ в интервале температур (50–300) °С, механической прочностью при сжатии 30,8 МПа.

Рентгенофазовый анализ показал, что качественный фазовый состав образца оптимального состава, обожженного при температуре 1200 °С, представлен кордиеритом и сподуменом, в незначительном количестве форстеритом и шпинелью.

Отмечается, что введение добавки диоксида лития, в виде Li_2CO_3 , в количестве 4,5 мас. % способствует снижению температурного коэффициента линейного расширения, но при этом несколько увеличиваются показания пористости и водопоглощения.

УДК 621.311.69

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛЮКОЗЫ В КАЧЕСТВЕ ЕДИНСТВЕННОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

Студент гр. 11310116 Татура П. О.

Ассистент Люцко К. С.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучение возможности использования глюкозы в качестве единственного источника энергии микроконтроллера.

Конечной целью создания имплантируемых медицинских устройств, является разработка мехатронных имплантируемых искусственных органов, таких как искусственная поджелудочная железа.

Идеальный мехатронный имплантируемый искусственный орган должен работать автономно и самостоятельно. Это возможно с развитием медицинских устройств на основе биотопливных элементов, таких как датчики глюкозы с автономным питанием. Одним из вариантов реализации таких устройств является использование принципа биоконденсатора.

Биоконденсатор состоит из трех основных элементов. Первый элемент представляет собой ферментный топливный элемент, в котором ферменты окисляют или восстанавливают субстрат для выработки электроэнергии. Второй элемент представляет собой цепь подкачки заряда, которая повышает напряжение от ферментных топливных элементов. Третьим элементом является конденсатор, который хранит усиленную электроэнергию.

Микроконтроллер со сверхнизким энергопотреблением в ходе выполнения программы использует энергию конденсатора, после чего переходит в спящий режим, и потребляемый ток составляет приблизительно 0,7 мкА. Когда микроконтроллер находится в режиме ожидания, конденсатор перезаряжается. Через заданные промежутки времени микроконтроллер выходит из спящего режима и повторяет выполнение программы.

Исследования в данной области доказывают возможность реализации имплантируемых автономных искусственных органов с автономным приводом, таких как мехатронная искусственная поджелудочная железа [1].

Литература

1. Inyoung, L. Continuous operation of an ultra-low-power microcontroller using glucose as the sole energy source / L. Inyoung, S. Takashi, L. Noya, T. Wakako, R. Christopher, S. Koji // *Biosensors and Bioelectronics*, 2017, vol. 93, pp. 335–339.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ СУШКИ НА МОРФОЛОГИЮ МИКРОЧАСТИЦ КУРКУМИНА

Магистрант Радюкевич Д. Л.

Доктор техн. наук, профессор Чижик С. А.,

кандидат техн. наук, доцент Мельникова Г. Б.

Белорусский национальный технический университет

Куркумин является биологически активным веществом, обладающим антиоксидантными, антибиотическими, противовирусными и другими фармакологическими свойствами. Малая биодоступность куркумина связана с его низкой растворимостью в воде. Повысить ее можно изменяя структурные и размерные характеристики частиц. Одним из перспективных методов получения микрочастиц из растворов и суспензий является метод распылительной сушки, позволяющий формировать частицы заданного размера и формы.

Целью данной работы оценить влияние параметров распылительной сушки на морфологию микрочастиц куркумина из растворов ацетона и этилового спирта.

Для получения микрочастиц использовали растворы куркумина в этиловом спирте и в ацетоне. Процесс распылительной сушки проводили на установке LU-222 Advanced (LU-222 Advanced, Labultima, Индия), параметры процесса сушки: уровень вакуума – (-1700) Па, температура осушающего воздуха 80 °С для раствора куркумина в этиловом спирте и 90 °С для раствора куркумина в ацетоне, давление распыления жидкости 4 кг/см². Полученные микрочастицы на кремниевых подложках исследовали методами оптической (MICRO-200) и сканирующей электронной микроскопии (JCM-6000Plus).

В результате проведенных исследований показано, что для полученных микрочастиц куркумина из разных растворителей характерна сферическая форма. Средний диаметр составляет 1–3 мкм. В образцах микрочастиц, сформированных из раствора этилового спирта, установлено наличие пленки на поверхности подложки. Пленка образуется в результате оседания частиц на подложку, содержащих остаточное количество растворителя, и последующую их агрегацию. В результате чего выход микрочастиц был крайне мал. Из раствора ацетона было получено 11,9 мас. % микрочастиц от исходного количества вещества. Исходя из морфологии поверхности установлено незначительное количество разрушенных частиц, что указывает на полное испарение растворителя из продукта.

Уменьшение размера частиц куркумина позволило увеличить их растворимость в воде, что в дальнейшем может найти применение для получения продуктов фармацевтической и пищевой промышленности.

ИЗМЕНЕНИЕ ЕМКОСТИ ГРЕБЕНЧАТОГО ПРИВОДА С УМЕНЬШЕНИЕМ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ГРЕБЕНКАМИ В ПРИСУТСТВИИ ВОДЫ

Студент гр. 11310116 Стецкий А. Н.

Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.,

ст. преподаватель Лапицкая В. А.

Белорусский национальный технический университет

Для всех микромеханических гироскопов общим является принцип возбуждения колебаний чувствительной массы (или масс) и измерения ее перемещений, порождаемых силами Кориолиса при наличии измеряемой угловой скорости. Наиболее распространенными являются МЭМС-гироскопы емкостного типа с гребенчатыми приводами благодаря более низкой стоимости, небольшому размеру, меньшей мощности, высокой производительности, что делает их широко применяемыми в аэрокосмической, автомобильной, бытовой электронике, робототехнике и биомедицине [1]. Основным параметром, определяющим чувствительность таких гироскопов, является емкость. Чтобы увеличить чувствительность, следует уменьшить расстояние между гребенками. Однако, при малых расстояниях между гребенками начинают отрицательно сказываться процессы конденсации влаги на поверхности гребенок.

Цель данной работы – расчет изменения емкости гребенчатого МЭМС-гироскопа при изменении расстояния между гребенками в присутствии паров воды, либо воды.

На рис. представлена зависимость емкости при изменении расстояния между гребенками на величину Δy . Как следует из графика, происходит увеличение емкости между подвижной и первой неподвижной гребенками $C(y1)$ при увеличении расстояния между гребенками на величину Δy . Однако, одновременно с этим, происходит уменьшение емкости между подвижной и второй неподвижной гребенками $C(y2)$.

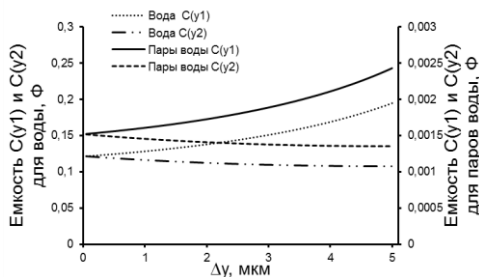


Рис. Зависимость емкости C от изменения расстояния между гребенками Δy гироскопа

Литература

1. Liu, H. Analysis on the Detection Capacitance of Comb Micro-Machined Gyroscope / H. Liu, S. Gao, L. Jin // Applied Mechanics and Materials, 2012, vol. 121–126, pp. 33–37.

УДК 621.395.61

МЕХАНИЧЕСКАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ МЭМС-МИКРОФОНА С ГОФРИРОВАННОЙ МЕМБРАНОЙ

Студент гр. 11310116 Савончик С. Н.

Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.,

ст. преподаватель Лапицкая В. А.

Белорусский национальный технический университет

Микрофоны, произведенные по технологии МЭМС, уже в течение многих лет успешно применяются в мобильных устройствах, слуховых аппаратах. Они имеют ряд преимуществ – очень малый размер, низкое энергопотребление, стабильность работы при изменении температуры и др. [1]. МЭМС-микрофон с гофрированной мембраной благодаря наличию гофра имеет меньшие механические напряжения в мембране, сводит к минимуму риск повреждения мембраны при вибрации и ударах. Такие микрофоны более устойчивы к электромагнитным помехам, могут выдержать более высокую температуру работы в сравнении с классическим микрофоном [1]. Такой параметр как механическая чувствительность определяет «податливость» мембраны микрофона, и чем она больше, тем более чувствительным будет микрофон [1]. Гофры в мембране позволяют существенно снизить уровень остаточных напряжений в центральной области мембраны за счет изгибной деформации гофра, при этом значительно возрастает и чувствительность мембраны.

Целью работы было определение механической чувствительности МЭМС-микрофона в зависимости от геометрии гофры мембраны и от механических напряжений в самой мембране.

По результатам расчетов установлено: чем выше гофры, тем больший изгиб они смогут принять и, следовательно, тем чувствительнее будет микрофон. Толщина мембраны также влияет на характеристики микрофона: чем толще мембрана, тем меньше ее гибкость и, следовательно, чувствительность микрофона ниже. Расчет позволяет оценить оптимальные характеристики соотношение высоты гофра и толщины мембраны для изготовления МЭМС-микрофона с гофрированной мембраной.

Литература

1. Льюис, Д. Новые МЭМС-Микрофоны Analog Devices – рекордно низкий собственный шум / Д. Льюис, П. Шрэйер // Электроника, 2013. – № 1. – С. 210–211.

МЭМС-СЕНСОРЫ ДАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ

Студент гр. 11310116 Татура П. О.

Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.,

ст. преподаватель Лапицкая В. А.

Белорусский национальный технический университет

Конструкция пьезорезистивного датчика давления состоит из диафрагмы, чаще всего, изготовленной из кремния и пьезорезистивного элемента, размещенного на верхней части диафрагмы [1]. Основные преимущества использования монокристаллических кремниевых мембран перед металлами заключаются в том, что кремниевые мембраны проявляют меньшую ползучесть и усталость от гистерезиса, обеспечивают стабильные измерения в течение длительных периодов времени, пригодны к серийному изготовлению и легко взаимодействуют с электронными схемами. Помимо монокристаллического кремния, для изготовления МЭМС сенсора давления применяются различные пьезорезистивные материалы [1].

Цель работы – определение зависимости величины смещения диафрагмы пьезорезистивного датчика давления от прикладываемого давления.

В качестве материалов были выбраны: монокристаллический кремний, кремний на сапфире, карбид кремния и кремний. Расчет смещения диафрагмы проводили по формуле, зависящей от модуля Юнга материала диафрагмы, её толщины и коэффициента Пуассона [1]. Установлено, наиболее чувствительным к изменению давления является монокристаллический кремний (рис.). Смещение диафрагмы линейно зависит от прикладываемого давления. Изготовление сенсоров с толщиной диафрагмы свыше 200 нм нецелесообразно, ввиду резкого падения величины смещения диафрагмы, а, следовательно, и чувствительности сенсора.

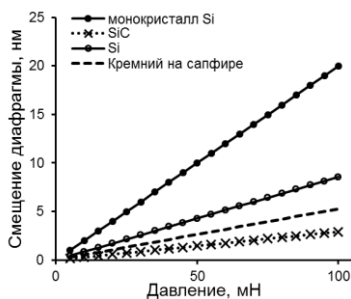


Рис. Смещение диафрагмы от прикладываемого давления в МЭМС-сенсорах давления

Литература

1. Shwetha, M. MEMS Piezoresistive Pressure Sensor: A Survey / M. Shwetha, B. B. Kirankumar, B. G. Sheeparmatti // Journal of Engineering Research and Applications, 2016, no. 1, pp. 23–31.

УДК 620.178.169

ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ВАКУУМНО-ДУГОВЫМ МЕТОДОМ, В УСЛОВИЯХ МИКРОКОНТАКТА

Студент гр. 11310115 Трухан Р. Э.¹

Ст. преподаватель Лапицкая В. А.¹,

кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.¹,

кандидат техн. наук Куприн А. С.²

¹Белорусский национальный технический университет

²ННЦ Харьковский физико-технический институт НАН Украины

Никелевые покрытия давно применяются для повышения функциональных свойств (коррозионная стойкость, и износостойкость) деталей из конструкционных сталей, а также применяются в дисках с магнитной записью [1].

Никелевые покрытия, содержащие фосфор, наносятся химическим, электрохимическим и вакуумным методами. Покрытия, полученные химическим и электрохимическим методом, широко применяются, но их пористость и неоднородность в некоторых случаях неприемлема. Таких недостатков при использовании вакуумных методов не наблюдается, но высокая стоимость и сложность методов ограничивает их применение.

В данной работе исследовалось никелевое покрытие, легированное фосфором, нанесённое на подложку из нержавеющей стали. Оно формировалось вакуумно-дуговым методом с использованием никель-фосфорного катода из спечённой мишени, содержащей 6 % фосфора.

Исследование триботехнических свойств покрытия производилось с помощью атомно-силового микроскопа Dimension FastScan на микроуровне при скоростях сканирования 0,5–4 Гц (0,99–7,96 мкм/с) и нагрузке 3,45 мкН.

По результатам исследования было определено, что с увеличением скорости среднее значение коэффициента трения и силы трения возрастает с 0,12 до 0,34 и с 339,78 до 541,88 нН соответственно.

Определение удельного объёмного износа дало следующие результаты: с увеличением скорости до 4 мкм/с происходит увеличение износа (с $4,7 \cdot 10^{-11}$ м³/Н·м до $5,71 \cdot 10^{-11}$ м³/Н·м), после чего происходит его медленное уменьшение (до $5,62 \cdot 10^{-11}$ м³/Н·м).

Литература

1. Yoon, J. S. Amorphous Nickel Phosphide Alloy Coatings Obtained by Magnetron Sputtering Methods for Magnetic Recording Disk / J. S. Yoon, H. J. Doerr, C. V. Deshpande, R. F. Bunshah // J. Electrochem. Soc., 1989, vol. 136, no. 11, pp. 3513–3517.

УДК 004.832.34 + 620.178.162.4

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НИКЕЛЕВОГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВАНИИ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Студент гр. 11310115 Трухан Р. Э.
Ст. преподаватель Лапицкая В. А.,
кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.
Белорусский национальный технический университет

Для уменьшения расходов и увеличения желаемых характеристик производится оптимизация процесса. Оптимизация проводится на основе экспериментальных данных, зависящих от условий процесса. Оптимизация заключается в нахождении наилучшего варианта.

В заданной работе проводили оптимизацию режимов эксплуатации никелевого покрытия в качестве поверхности трения.

Оптимизация проводилась на основе триботехнических свойств покрытия, полученных в режиме возвратно-поступательного движения без смазки. Покрытие представляет собой слой никеля, толщиной 2 мкм легированного фосфором, нанесённого вакуумно-дуговым методом. Триботехнические характеристики (коэффициент трения и удельный объёмный износ) были получены при разных значениях скорости (от 1 до 30 Гц) и нагрузки (от 0,2 до 2 Н) в ходе 25 экспериментов.

Для проведения оптимизации был применён серый реляционный анализ. Данный анализ применяется в тех случаях, когда необходима многоцелевая оптимизация процесса и состоит из следующих этапов:

1. Нормализация экспериментальных данных в интервале $[0; 1]$ по одному из условий: больше – лучше, меньше – лучше, номинально – лучше.
2. Определение серого реляционного коэффициента.
3. Проведение серой реляционной оценки.
4. Выбор оптимального параметра процесса [1].

Проведение серой реляционной оценки было осуществлено с помощью пакета Fuzzy Logic Toolbox в среде Mathcad.

В результате анализа было установлено, что оптимальными значениями параметров процесса, при условии минимизации коэффициента трения ($K_{тр}$) и удельного объёмного износа (w), являются следующие: скорость 4 Гц и нагрузка 0,2 Н. Триботехнические характеристики, соответствующие данному уровню параметров соответственно равны: $K_{тр} = 0,05$ и $w = 1,13 \cdot 10^{-19}$ ($\text{м}^3/\text{Н}\cdot\text{м}$).

Литература

1. Mukhopadhyay, A. Tribological performance optimization of electroless Ni-B coating under lubricated condition using hybrid grey fuzzy logic / A. Mukhopadhyay and oth. // J. Inst. Eng. India Series D: Springer, 2015, pp. 215–231.

УДК 541

СОВРЕМЕННЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА

Студент гр. 11310118 Баранов Р. А.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучение современных тенденций при разработке химических источников тока.

Химический источник тока – устройство для непосредственного преобразования химической энергии активных веществ в электрическую энергию. Процесс перехода химической энергии в электрическую, или разрядка источника тока, происходит при замыкании внешней электрической цепи на омическое сопротивление в результате одновременного протекания двух электродных реакций, электроокислительной (анодной) с освобождением, или генерированием, электронов и электровосстановительной (катодной) с поглощением электронов [1]. В работе произведён обзор литературы в области разработки химических источников тока.

В современное время химические источники тока используются в транспорте, переносных устройствах, космической технике, оборудовании научных исследований, медицинских приборах, батарейках и аккумуляторах. Особое внимание в работе уделено изучению и анализу литиевых источников тока.

Лучшим материалом для создания химических источников тока является литий, который обладает самым отрицательным электродным потенциалом (-3,045 В в водном растворе), самой высокой удельной энергией (11,8 Вт ч/г) и высокой удельной (3,86 А×ч/г) ёмкостью. Свойства лития такие, как широкий температурный интервал работоспособности (от -70 до +70°C), долгое хранение заряда (10 лет и более), наивысшие массовые (600 Вт×ч/кг) и объёмные (1100 Вт ч/л) характеристики, дают литию недостижимые преимущества по сравнению с другими химическими источниками тока [2].

Литература

1. Варыпаев, В. Н. Химические источники тока: Учеб. Пособие для хим.-технол. спец. вузов / В. Н. Варыпаев, М. А. Дасоян, В. А. Никольский; под ред. В. Н. Варыпаева. – Москва: Высш. шк. 1990. – 240 с.

2. Львов, А. Л. Соросовский образовательный журнал: в 8 т. / Литиевые химические источники тока / А. Л. Львов. – 2001. – Т. 7, № 3. – С. 45–51.

ФОРМИРОВАНИЕ БИОАНАЛИЗИРУЕМЫХ СЛОЕВ НА ПОВЕРХНОСТИ СЕНСОРНЫХ УСТРОЙСТВ

Магистрант Люцко К. С.

Кандидат техн. наук, доцент Реутская О. Г.

Белорусский национальный технический университет

Методика измерения выходного сигнала сенсорным устройством для определения наличия биоорганизмов на его поверхности зависит от целого ряда факторов. К таким определяющим параметрам следует отнести подготовку поверхности биоанализатора, наличие и состав иммобилизирующего слоя, форму детектирующих элементов устройства, температуру окружающей среды и т. д.

Разработанная конструкция сенсорного устройства включает набор электродов, шириной 7 мкм и расстоянием между ними – 3 мкм, толщиной – 0,5 мкм. Так как рабочий диапазон температур сенсора соответствует значению окружающей среды, то в качестве материала для электродов был выбран никель. Для определения сигнала сенсорных устройств измерения проводились емкостным методом. Биоанализируемым материалом в данной серии экспериментов являются грамположительные бактерии *Bacillus megatherium* и грамотрицательные бактерии *Escherichia coli* B. Результаты измерений представлены в табл.

Таблица

Результаты измерения выходных характеристик сенсорных устройств
для определения биоанализируемых слоев

Степень разведения анализируемого раствора, количество раз	Наименование культуры	Величина детектируемого сигнала С, пФ
10 ³	<i>Escherichia coli</i> B	28,53
	<i>Bacillus megatherium</i>	36,40
10 ²	<i>Escherichia coli</i> B	34,42
	<i>Bacillus megatherium</i>	39,08
10	<i>Escherichia coli</i> B	53,03
	<i>Bacillus megatherium</i>	24,05

Для формирования биоанализируемых слоев использовалась структура одного сенсорного устройства в серии экспериментов. Чтобы обеспечить необходимую степень очистки поверхности сенсора была разработана методика подготовки поверхности биоанализатора.

Работа выполнена в рамках Государственной программы научных исследований «Конвергенция – 2020» по заданию 3.04.

ЕМКОСТНЫЕ БИОСЕНСОРНЫЕ УСТРОЙСТВА

Магистрант Люцко К. С.

Доктор техн. наук, профессор Плескачевский Ю. М.
Белорусский национальный технический университет

Для определения заболеваний на ранних стадиях, контроля пищевой продукции, обнаружения и ликвидации бактериологических угроз первостепенное значение имеет оперативный анализ состава биологических сред. В связи с этим большое внимание уделяется разработке портативных биосенсорных систем, а также улучшению характеристик существующих. В последние годы широкое распространение получили биоанализаторы на основе встречно-штыревых электродов, имеющие такие преимущества, как отсутствие необходимости предварительной обработки проб при анализе, а также минимальная подверженность воздействию факторов окружающей среды.

Для биосенсоров, которые используют систему на основе встречно-штыревых электродов, применяют два наиболее распространенных метода определения выходного сигнала: емкостной и резистивный.

Так как для создания биосенсоров широко используют измерения электроемкости чувствительных элементов под влиянием факторов, которые надо контролировать, рассмотрим в данной работе емкостной биосенсор.

Емкостные биосенсоры относятся к подкатегории импедансных биосенсоров, они измеряют изменение диэлектрических свойств и/или толщины диэлектрического слоя на границе раздела электролит-электрод, когда аналит взаимодействует с рецептором, который иммобилизован на изолирующем диэлектрическом слое.

Если рассмотреть нижеприведенную формулу (1), становится понятно, что изменение любой величины в правой части приведет к изменению емкости и таким образом может быть зафиксировано.

$$C = \varepsilon \varepsilon_0 S / d, \quad (1)$$

где S – площадь пластин; d – расстояние между ними; ε – диэлектрическая проницаемость материала между электродами, ε_0 – диэлектрическая постоянная.

Обеспечение эффективной работы биоанализатора в данном случае предоставляет диэлектрическая проницаемость материала, которая зависит от нанесенной поверх электродов пленки, а именно от ее структуры и состава. Предварительная калибровка системы позволит определять, какие именно вещества будут избирательно в ней сорбироваться, и как при этом будет меняться ее диэлектрическая проницаемость.

ВЛИЯНИЕ ДВОЙНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СЛОЯ НА ВЫХОДНЫЕ СИГНАЛЫ БИОСЕНСОРОВ

Магистрант Люцко К. С.

Кандидат техн. наук, доцент Реутская О. Г.

Белорусский национальный технический университет

В биосенсорах на основе системы встречно-штыревых электродов применяются два наиболее распространенных метода определения выходного сигнала: резистивный и емкостной. Для определения выходных характеристик данного эксперимента был выбран способ определения емкости [1].

Известно, что живые клетки, как и биологические макромолекулы обладают избыточным отрицательным электрическим зарядом, обусловленным строением клеточной мембраны для обеспечения своей жизнедеятельности [2]. В проведенной серии экспериментов были выбраны клетки пекарских и винных дрожжей, характеризующихся тем, что вокруг клеточной мембраны находится двойной электрический слой (далее – ДЭС) имеющий свойство «легкого» смещения в электрическом поле, для которых характерно наличие ДЭС. В связи со стремлением наведенных электрических зарядов минимизировать различия в электрических зарядах клетки и окружающей среды, при помещении клеток в однородное электрическое поле с постоянными знаками электродов происходит деформация ДЭС и как следствие численное значение емкости достигает своего максимума при уменьшении данных различий. Взятые образцы можно рассматривать как гетерогенную систему, состоящую из слоя клеток находящегося в электролите. В роли диэлектрика выступает клеточная мембрана, а любые нарушения, либо разрушение клеточной оболочки, вызывают изменения электропроводности и как следствие снижение значения емкости. В ходе эксперимента было установлено, что время и значения емкостей при измерении сигнала биосенсора для выбранных видов дрожжей несколько отличается при одинаковых внешних условиях и может свидетельствовать о различии концентраций ионов в цитоплазме и толщине клеточной стенки различных видов.

Литература

1. Плескачевский, Ю. М. Исследование емкостных характеристик биоанализаторов на основе электродных биосенсорных устройств / Ю. М. Плескачевский, О. Г. Реутская, К. С. Люцко, А. Г. Песнякевич, И. А. Таратын // Материалы 12 МНТК «Приборостроение–2019» / под ред. О. К. Гусева [и др.]. – Мн.: БНТУ, 2019. – С. 30–32.
2. Ошевенский, Н. А. Электрофоретическая подвижность эритроцитов: метод. пособие. Н. Новгород: ННГУ, 2005. – 20 с.

СИНТЕЗ СЕГНЕТОКЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ТИТАНАТОВ БАРИЯ И ВИСМУТА

Магистрант Шабура М. А.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является выбор составов для синтеза сегнетокерамического материала на основе твердых растворов.

Анализ диаграмм состояния двухкомпонентных систем “BaO-TiO₂” и “Bi₂O₃-TiO₂” позволил выбрать область составов, синтез которых обеспечивает получение химических соединений BaTiO₃ и Bi₄Ti₃O₁₂ с сегнетоэлектрическими свойствами.

Для синтеза BaTiO₃ в качестве исходного сырья, в соответствии с результатами термодинамического расчета, выбран оксид титана и карбонат бария. В качестве минерализаторов для интенсификации процесса обжига выбраны MgO, CaO и SrO.

Для синтеза Bi₄Ti₃O₁₂ сырьевыми материалами являются оксид титана и оксид висмута. В качестве модификаторов выбраны оксид натрия Na₂O и оксид калия K₂O.

Оксидные сырьевые материалы имеют преимущество по сравнению с карбонатными соединениями, состоящее в том, что при синтезе материалов не выделяются газообразные продукты и не разрыхляют структуру образцов. Кроме того, оксиды являются синтетическими веществами с минимальным количеством примесей (квалификация «ХЧ» – химически чистый), они имеют тонкодисперсный состав и не требуют измельчения и просеивания. От качества исходных компонентов существенно зависят свойства используемых материалов.

В работе проведен расчет шихты в соответствии с химическим составом. Синтезированы опытные образцы. Изучены основные электрофизические свойства оптимальных составов. Установлено влияние температуры спекания на структуру и свойства материалов.

Дальнейшие исследования будут проводиться в направлении синтеза твердых растворов BaTiO₃-Bi₄Ti₃O₁₂ на основе двух рассмотренных систем.

Сегнетокерамические материалы на основе твердых растворов благодаря своим оптимальным свойствам и возможности их варьирования при добавлении модификаторов, находят широкое применение в электронной технике.

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ ГАЗА N_2 В КАМЕРЕ НА МОРФОЛОГИЮ ПОКРЫТИЙ VN

Магистрант Хабарова А. В.

Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.¹,

ст. преподаватель Лапицкая В. А.¹, кандидат техн. наук Куприн А. С.²

¹Белорусский национальный технический университет

²ННЦ Харьковский физико-технический институт НАН Украины

Поскольку верхний слой покрытий на режущих инструментах обычно подвергается термическому разложению при износе, для автоматических линий требуются высококачественные и самосмазывающиеся покрытия. Нитрид ванадия (VN) является перспективным соединением, в ряду других нитридов переходных металлов для защиты поверхности различных инструментов и механизмов от износа и коррозии. В данных применениях наибольшее значение имеет морфология поверхности покрытий.

Целью данной работы являлось изучение влияния давления газа N_2 в камере при осаждении покрытия на морфологию поверхности VN.

Покрытие VN наносилось вакуумно-дуговым осаждением на полированные подложки из быстрорежущей стали Р6М5.

Для нанесения покрытия VN различной толщины (3,5 и 5,7 мкм) изменялось давление газа N_2 в камере: 0,2 и 3 Па.

Исследования морфологии покрытий (рис.) проводились на атомно-силовом микроскопе Dimension FastScan (Bruker, США) в режиме PeakForce QNM с использованием кремниевых кантилеверов MPP-12120-10 (Bruker, США): радиус закругления острия 10 нм, жесткость консоли 4,8 Н/м.

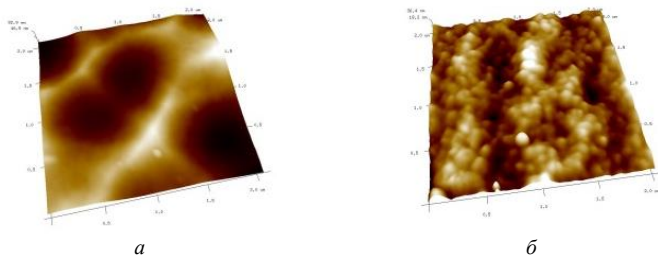


Рис. АСМ-изображения поверхности покрытий VN, полученных при различной скорости потока N_2 (2x2 мкм): $P_{N_2} = 0,2$ Па (а), $P_{N_2} = 3$ Па (б)

Установлено, что с увеличением давления газа N_2 в камере ячеистая структура изменяется на структуру с зернами размером от 30 до 150 нм. Шероховатость поверхности уменьшается от 15,2 до 6,28 нм.

ЗАВИСИМОСТЬ МИКРОТВЕРДОСТИ И МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ VN ОТ ИЗМЕНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ НА ПОДЛОЖКЕ ПРИ НАНЕСЕНИИ

Магистрант Хабарова А. В.

Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.¹,
кандидат техн. наук Куприн А. С.²

¹Белорусский национальный технический университет

²ННЦ Харьковский физико-технический институт НАН Украины

Покрытия из нитридов переходных металлов широко используются в промышленности для увеличения эксплуатационного срока деталей из-за их особых свойств, таких как высокая твердость, низкий износ, высокая теплопроводность и химическая инертность. Среди таких покрытий в недостаточной мере изучен нитрид ванадия (VN), который применяют как диффузионный барьер в микроэлектронных устройствах, износостойкие покрытия на режущих инструментах и защитные покрытия на хирургическом оборудовании.

Целью данной работы являлось изучение зависимости микротвердости и модуля упругости износостойких покрытий VN от изменения напряжения на подложке при нанесении.

Покрытие VN наносилось вакуумно-дуговым осаждением на полированные подложки из быстрорежущей стали Р6М5 при изменении напряжених смещения на подложке (от -300 до -50 В).

Количественную оценку механических свойств (модуля упругости и микротвердости, рис.) покрытий проводили путем внедрения алмазной пирамиды Берковича с непрерывной регистрацией деформационных кривых на наноинденторе 750 Ubi (Hysitron, США). Радиус кривизны острия алмазного индентора около 150 нм.

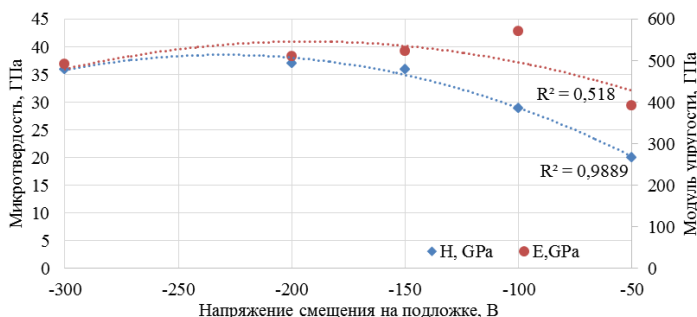


Рис. Зависимость микротвердости и модуля упругости от напряжения смещения на подложке

Установлено, что с увеличением напряжения смещения на подложке микротвердость и модуль упругости снижаются от 36 до 20 ГПа и от 492 до 391 ГПа соответственно.

УДК 544.638.2

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ СЕЧЕНИЯ КАНАЛА НА ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ДЛЯ МИКРОФЛЮИДНОГО УСТРОЙСТВА

Студент гр. 11310116 Ширяева В. Д.
Кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.,
ст. преподаватель Лапицкая В. А.
Белорусский национальный технический университет

Микрофлюидика – это область, которая изучает поведение жидкостей в каналах диаметром несколько микрометров. Для решения таких задач микрофлюидики: формирование наночастиц, выделение клеток и прочее, могут быть использованы специальные микрочипы. Способ управления движением потоков жидкости в таких чипах определяет его топологию и конструкцию [1, 2]. Существенное влияние оказывают также вязкость жидкости и геометрические параметры каналов микрофлюидных чипов.

Цель работы – определение влияния геометрических параметров, формы каналов и вида жидкости на гидравлическое сопротивление канала микрофлюидного чипа.

В качестве модельных жидкостей были выбраны анилин, ацетон, хлороформ. Каждая жидкость имеет свою динамическую вязкость. Расчет гидравлического сопротивления проводили для каналов разных сечений: прямоугольного, треугольного, круглого и квадратного:

Установлено, что наибольшие значения гидравлического сопротивления наблюдаются при прохождении анилина и ртути через прямоугольное сечение, ацетона и хлороформа – через треугольное сечение. Наименьшие значения сопротивления всех трех жидкостей наблюдается при прохождении через квадратное сечение канала. С ростом длины канала гидравлическое сопротивление увеличивается и наибольшее значение получено у анилина. Можно сделать следующий вывод, что при изменении длины канала наименьшее гидравлическое сопротивление при прохождении через него жидкости будет наблюдаться при квадратном сечении, а наибольшее – при треугольном или прямоугольном. Значения сопротивления будут зависеть от вида жидкости и её вязкости.

Литература

1. De Jong J., Lammertink R. G. H., Wessling M. Lab on a Chip, 2006, vol. 6, no. 9, pp. 1125–1139.
2. Hoang H. T., Segers-Nolten I.M., Berenschot J.W. et al. J. Micromech. Microeng, 2009, vol. 19, no. 065017, 10 с.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ ДЛЯ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Студент гр. 11310118 Галацевич В. В.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет

Целью работы является изучение особенностей использования коллоидной химии для очистки окружающей среды.

В работе изучены поверхностные явления, которые являются предметом изучения науки под названием коллоидная химия. Реальные объекты и материалы, часто представляют собой дисперсные системы, то есть содержат в себе частицы небольшого размера, волокна с выраженными поверхностными разделами [1].

В работе проведён обзор литературных источников в области формирования и разрушения коллоидных систем. Известно много способов создания дисперсных структур, но не менее важны и методы их разрушения. Особое внимание в данной работе уделено изучению возможности применения законов коллоидной химии для защиты окружающей среды, которая является актуальной проблемой общества. Рассмотрено практическое значение коллоидной химии в области техносферной безопасности. Во всех странах мира в настоящее время ведется борьба с дымом и пылью на предприятиях. Эти мероприятия основываются на применении разных методов. Несмотря на их многообразие, в них практически всегда можно выделить две стадии: выявление дисперсных частиц и последующее отделение их от дисперсионной среды, предотвращение возможности повторного попадания частиц в дисперсионную среду. Для этого нужно, во-первых, обеспечить перемещение частиц относительно газа на определенное расстояние, вплоть до поверхности некоторого тела, которое носит название коллектор, и, во-вторых, обеспечить прочную фиксацию частиц на этой поверхности. Последняя стадия в случае гидрозолей, которые часто агрегативно устойчивы, является определяющей – это порождает необходимость применения коагулянтов [2]. Таким образом установлено, что для разрушения коллоидных систем необходимо нарушение их агрегативной и седиментационной устойчивости. Получение чистых технологических сред особенно актуально при производстве материалов электронной техники.

Литература

1. Савицкая, Т. А. Коллоидная химия: вопросы, ответы и упражнения / Т. А. Савицкая, Д. А. Котиков. – Минск: БГУ, 2009. – 140 с.
2. Курс коллоидной химии / Д. А. Фридрихсберг – Ленинград: Химия, 1984. – 330 с.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ВНУТРЕННИХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ЗАКАЛКЕ СТЕКЛА

Студент гр. 11310117 Бородин А. Н.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной научной работы послужило изучение и анализ литературы по термической обработке стекла, особое внимание уделялось взаимовлиянию внешних и внутренних напряжений.

Закалка стекла – это термическая обработка, при которой в стекле образуются постоянные внутренние напряжения за счет ускоренного охлаждения стекла от температуры, превышающей температуру стеклования.

Одним из основных требований при получении данного стекла в условиях его термодинамической неустойчивости является выбор таких температур осаждения, когда скоростью твердофазного превращения можно контролируемо управлять. Значение таких температур определяется величиной активационных барьеров фазового превращения, на которые, в свою очередь, могут влиять плотность дислокаций, точечных дефектов, дефектов упаковки [1].

Примером явлением закалки стекла служат Ботавские слёзки. Ботавские слёзки (капли Руперта) – это застывшие капли закаленного стекла которые обладают очень высокими внутренними механическими напряжениями.

Свойства капель необычны и на первый взгляд парадоксальны, они являются как очень прочными, так и невероятно хрупкими одновременно. «Головка» капли может выдержать нагрузку гидравлического пресса в 40 тонн (это обуславливается тем, что именно в этой части капли скопились все внутренние напряжения), но если приложить небольшое механическое усилие к задней части капли, так называемому «хвостику», то это вызовет высвобождение всего накопленного напряжения и капля разрушится [2].

Закаленные стекла применяются в вакуумных установках, они механически прочные, термостойчивые, способны выдерживать давление и слабо преломляют свет.

Литература

1. Таиров, Ю. М. Технологии полупроводниковых и диэлектрических материалов / Ю. М. Таиров, В. Ф. Цветков.– СПб: Лань, 2002. – 424 с.
2. Танковский С. Ботавские слёзки / Наука и жизнь. – 2006. – № 2.

АККУМУЛЯТОРЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГРАФЕНА

Студент гр. 11304116 Бускис К. П.

Кандидат техн. наук, доцент Ковалевская А. В.

Белорусский национальный технический университет

В 2017 году представители компании Samsung заявили о том, что в их подразделении Samsung Advanced Institute of Technology смогли синтезировать элементы из графена, получившие название «графеновые шарики» («graphene balls»), которые положительно сказываются на работе литий-ионных батарей, повышая их емкость примерно на 45 %, а скорость зарядки увеличивается до пяти раз, т. к. графен является более хорошим проводником электрического тока, чем медь.

Затем эти «графеновые шарики» инженеры поместили на катод и анод литиево-ионной батареи, что позволило улучшить её рабочие параметры. Компания запатентовала эту новую технологию в Южной Корее и США.

С помощью графеновых элементов удалось добиться более быстрой зарядки аккумуляторов: для зарядки от 0 % до 100 % потребовалось всего 12 минут. Обычные литиево-ионные аккумуляторы схожей ёмкости полностью заряжаются за 1–2 часа (примерно 3000–5000 мАч).

Литий-ионные аккумуляторы с применением графена обладают следующими отличиями, по сравнению с обычными литий-ионными аккумуляторами:

- меньшие размеры чем у обычных аналогов;
- определенный уровень гибкости, что является полезным свойством при проектировании складных, либо гибких устройств.

Инженеры компании Samsung считают, что применение аккумуляторов с добавлением графена позволит увеличить ёмкость батарей мобильных устройств примерно на 45 %.

Литература

1. Graphene balls for lithium rechargeable batteries with fast charging and high volumetric energy densities [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.nature.com/articles/s41467-017-01823-7.pdf>.

2. Компания Samsung будет использовать графеновые батареи в своих смартфонах уже в 2021 году [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/news/t/463661>.

ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Студент гр. 11310116 Корениха Н. А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучение технологий формирования преобразователей для солнечных элементов, анализ конструкций устройств для ее осуществления, рассмотрение области применения. В работе изучены виды материалов, из которых изготавливаются преобразователи для солнечных элементов, их свойства, классификация и способы изготовления. Преобразователи для солнечных элементов представляют собой полупроводниковые приборы, преобразующие солнечное излучение в электрическую энергию.

Основными этапами технологии формирования преобразователей для солнечных элементов являются химическая обработка, образование $p-n$ -перехода с помощью диффузии, плазмохимическое травление, нанесение антиотражающего покрытия и контактная металлизация. В качестве основного этапа выделяют плазмохимическое травление, которое является одним из видов сухого изотропного травления. Установка для плазмохимического травления представлена на рис. [1].

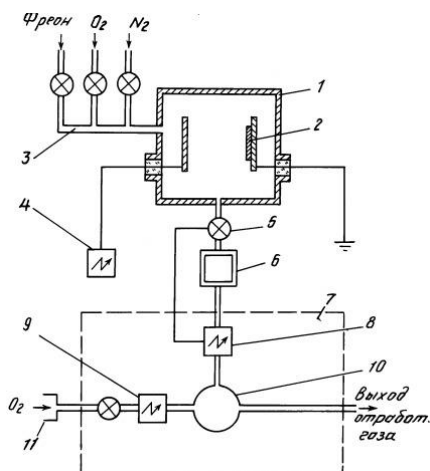


Рис. Схема установки для плазмохимического травления: 1 – реакционная камера;

2 – пластина; 3 – смеситель; 4 – СВЧ генератор; 5 – вакуумный агрегат;

6 – заслонка; 8, 9 – ВЧ генераторы; 10 – камера

Литература

1. Установка для плазмохимического травления: пат. 2051441 Российская Федерация, МПК H01L21/302 С. Б. Гоминюк; патентообладатель Гоминюк Сергей Борисович; заявл. 26. 03. 1991; опубл. 27. 12. 1995, Бюл. № 18. – С. 6.

УДК 621.386.8

ПЛЕНОЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ВИДИМОЕ

Студент гр. 11310116 Василевский Д. А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучение пленочных преобразователей рентгеновского излучения и их структуры.

Для детектирования рентгеновского излучения, его преобразования и получения изображений используются радиографические пленки высокой чувствительности. Они представляют из себя прозрачную пленочную основу из полистирола или ацетата целлюлозы – 1, на которой нанесены два фоточувствительных слоя – фотоэмульсия. Фотоэмульсия состоит из желатиновой матрицы – 2, в которой равномерно расположены частицы галогенида серебра с диаметром около 1 мкм. Между пленочной основой и фоточувствительным слоем расположен адгезионный слой – 3. Для защиты от истирания слоя фотоэмульсии используется защитный слой – 4.

Рентгенографические пленки подразделяются на двухслойные (рис. а) и однослойные (рис. б) [1].

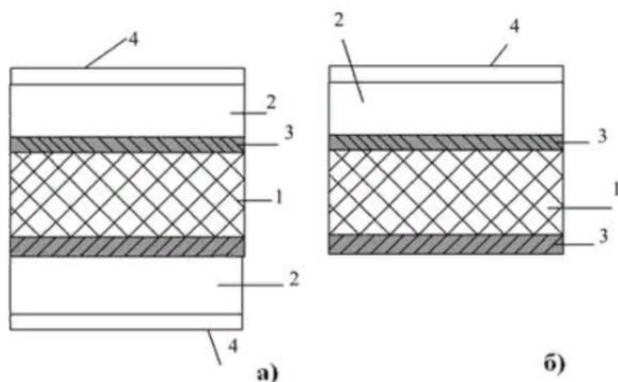


Рис. Структура радиографической пленки: а – двухслойная пленка; б – однослойная пленка

Для увеличения разрешающей способности рентгенографических пленок их используют совместно с усиливающими экранами, которые выбираются в зависимости от просвечиваемого объекта: металлические, флюоресцентные, флюорометаллические.

Литература

1. Источники рентгеновского излучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://studopedia.ru/16_61960_istochniki-rentgenovskogo-izlucheniya.html

УДК 621.794.61

ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ НА ОСНОВЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО КРЕМНИЯ

Студент гр. 1131016 Мишкович Н. С.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Целью работы является изучение технологий формирования светоизлучающих диодов на основе наноструктурированного кремния, рассмотрение областей применения данной технологии. В данной работе мной был произведен анализ литературы по наноструктурированному пористому кремнию, а также обсуждения практических применений светодиодов на основе наноструктурированного пористого кремния.

Полупроводниковый светодиод представляет собой излучающий полупроводниковый прибор с одним или несколькими $p-n$ -переходами. При прохождении через него прямого тока в нем осуществляется преобразование электрической энергии в энергию некогерентного светового излучения. Принцип работы светодиода основывается на люминесценции избыточных носителей заряда, инжектируемых в его активную область вследствие рекомбинации. Для светодиодов характерны различные механизмы рекомбинации в зависимости от типа полупроводников:

- в прямозонных полупроводниках: межзонная рекомбинация свободных электронов и дырок;
- в непрямозонных полупроводниках: рекомбинация электронов и дырок в составе экситонов, связанных с примесными изоэлектронными центрами.

Существуют светодиоды переменного цвета свечения с двумя светоизлучающими переходами, один из которых имеет максимум спектральной характеристики в красной части спектра, а другой – в зеленой. Цвет свечения такого диода зависит от соотношения токов через переходы [1]. Монокристаллический кремний не получил широкого распространения в оптоэлектронике, но удалось обнаружить эффективное излучения света в видимом диапазоне из наноструктурированного кремния [2].

В ходе данной работы рассмотрен технологический процесс получения светоизлучающих диодов на основе наноструктурированного кремния, произведен выбор оборудования, необходимого для его проведения.

Литература

1. Пасынков, В. В., Чиркин, Л. К. Полупроводниковые приборы: Учеб. для вузов по спец. «Полупроводники и диэлектрики» и «Полупроводниковые и микроэлектронные приборы» – 4-е изд., пераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1987. – 479 с.
2. L. Canham. Appl. Phys. Lett. 57, 1046, 1990.

УДК 628.316

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ СИСТЕМ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Студент гр. 11310116 Савончик С. Н.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучение технологии формирования фотокаталитически активных покрытий для систем очистки воды, фотокатализа, фотокатализаторов на основе оксидных полупроводников, области применения этой технологии. В работе проведен литературный обзор в области фотокатализа. Более подробно изучено использование ZnO и TiO_2 в качестве фотокатализаторов.

Фотокатализ определяют как «изменение скорости или возбуждение химических реакций под действием света в присутствии веществ (фотокатализаторов), которые поглощают кванты света и участвуют в химических превращениях участников реакции [1].

Для достижения данных целей может быть использован метод магнетронного реактивного распыления. Этот метод имеет следующие преимущества: высокая скорость осаждения, высокая адгезия покрытия, высокая чистота химического состава наносимых покрытий и другие.

Схема установки магнетронного распылителя изображена на рис.

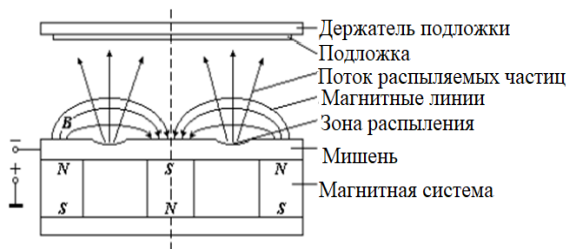


Рис. Схема системы магнетронного распылителя

В ходе данной работы разработан технологический процесс получения фотокаталитически активных покрытий для систем очистки воды. Произведен выбор оборудования, необходимого для его осуществления.

Литература

1. Артемьев, Ю. М. Введение в гетерогенный фотокатализ: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 1999. – С. 10.

УДК 542.87

ПОРИСТЫЙ КРЕМНИЙ И ЕГО ОСОБЕННОСТИ

Студент гр. 11310116 Предко П. А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.
Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является анализ технологического процесса получения пористой структуры кремния и изучение особенностей полученной структуры. В ходе выполнения работы был проведен анализ литературы, рассмотрены различные методы получения пористого кремния и изучены влияния параметров технологического процесса на размер пор.

Пористый кремний, или ПК, был впервые получен в результате ошибки в эксперименте А. Улира в 1956 году в ходе исследования процесса электрохимической полировки пластин кремния. Несмотря на это, интерес к ПК появился лишь после открытия в нем свойств люминесценции в 1990 году. ПК излучает свет в видимой области спектра в красно-оранжевой области при облучении его лазером. Эта способность дает возможность внедрения ПК в микроэлектронику в качестве светоизлучающих устройств. Получение пористого кремния чаще всего происходит электрохимическим методом, который характеризуется относительной простотой и дешевизной. Для его осуществления применяется электрохимическая ячейка с электролитом, состав которого ходит плавиковая кислота HF (рис.).

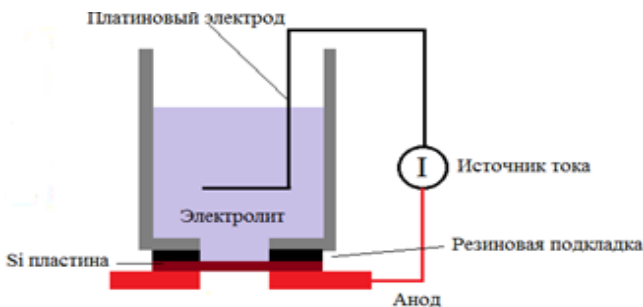


Рис. Электролитическая ячейка для получения ПК

Основной проблемой в данном ТП является краевой эффект, заключающийся в нарушении однородности пористого слоя. Варьируя такими параметрами, как напряжение, состав электролита, размеры окон в ячейке можно получать структуры с необходимыми размерами пор [1].

Литература

1. Трегулов, В. В. Пористый кремний: технология, свойства, применение: моногр. / В. В. Трегулов; Ряз. гос. ун-т им. С. А. Есенина. – Рязань, 2011. – 124 с.

УДК 537.9

ОДНОЭЛЕКТРОННЫЙ ТРАНЗИСТОР

Студент гр. 11310116 Мергурьев И. С.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Одноэлектронный транзистор состоит из «островка», окруженного со всех сторон диэлектриком. Островом является наночастица размером около 10 нм, отделённая от электродов непроводящими прослойками, через которые при определённых условиях может происходить движение электрона. Электрический потенциал острова регулируется напряжением на затворе (рис. *a*) [1]. При приложении напряжения между истоком и стоком ток будет протекать только тогда, когда потенциал на затворе возрастёт до определённого значения при котором, кулоновская блокада будет прорвана. Ток в цепи будет протекать скачкообразно, соответственно переходу единичных электронов (рис. *б*).

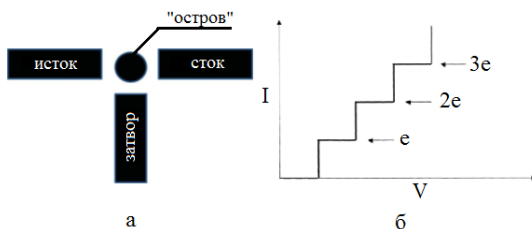


Рис. *a* – Схема одноэлектронного транзистора, *б* – ВАХ одноэлектронного транзистора

Одноэлектронный транзистор имеет сверхнизкое энергопотребление, малый размер и уникальную функциональность, вместе с тем, производство «островков» размером около 10 нм. крайне сложная технологическая задача [2]. Также необходимо минимизировать влияние тепловых флуктуаций (охладить до 10 К), в противном случае их шум будет сильнее сигнала транзистора.

Литература

1. Изучение одноэлектронных транзисторов навело физиков на открытие нового эффекта // МФТИ URL: <https://mipt.ru/newsblog/lenta/singleelectrontransistor> (дата обращения: 11.03.2020).

2. Manoranjan Acharya Development of room temperature operating single electron transistor using FIB etching and deposition technology : Ph.D Electrical Engineering – Michigan, 2009.

УДК 621.791

ТЕХНОЛОГИЯ МИКРОСВАРКИ

Студентка гр. 11310116 Ширяева В. Д.¹

Доктор физ.-мат наук, профессор Маркевич М. И.²,
кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.¹

¹Белорусский национальный технический университет

²Физико-технический институт НАН Беларуси

Целью данной работы является изучение технологий микросварки, анализ конструкций устройств для ее осуществления, рассмотрение области применения, а также способов контроля качества сварных соединений. В работе проведен литературный обзор в области микросварки. Изучены виды материалов, из которых изготавливаются инструменты сварки, их свойства и способы получения.

Микросварка – сварка изделий из цветных и черных металлов малой толщины ($< 0,5$ мм) и сечений (< 100 мм²), а также изделий с полупроводниковыми кристаллами [1].

Выделяют 4 основных метода присоединения микропроводников являются: термокомпрессионная сварка; сварка косвенным импульсным нагревом; электроконтактная сварка; ультразвуковая сварка (УЗС).

Самым распространенным методом является УЗС. Он имеет ряд преимуществ: высокая скорость сварки, простота конструкции установки для УЗС (рис.) и другие.

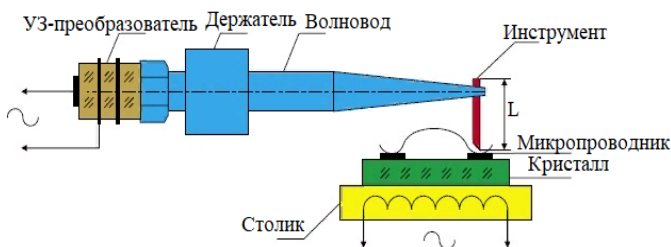


Рис. Схема установки УЗ микросварки

В ходе данной работы разработан технологический процесс получения изделий с помощью УЗС. Произведен выбор оборудования, необходимого для его осуществления.

Литература

1.Энциклопедический словарь по металлургии. Справочное издание в 2-х т. / Под ред. Н. П. Лякишев и др. – М.: «Интермет Инжиниринг», 2000.

УДК 621.794.61

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ АЛЮМООКСИДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Студент гр. 1131016 Назарович А. Д.¹

Доктор физ.-мат наук, профессор Маркевич М. И.²,
кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.¹

¹Белорусский национальный технический университет

²Физико-технический институт НАН Беларуси

Целью работы является изучение электрохимической алюмооксидной технологии, рассмотрение областей применения данной технологии.

В работе проведен анализ литературы по электрохимической алюмооксидной технологии, рассмотрен технологический процесс проведения анодирования алюминия. Изучены виды веществ, используемых в электрохимической алюмооксидной технологии, а также рассмотрены их свойства.

Электрохимическая алюмооксидная технология (ЭЛАТ) основана на использовании процесса анодного окисления (анодирования) вентильных металлов, преимущественно алюминия. Анодирование алюминия – это электрохимический процесс превращения исходного металла в его оксид [1].

Процесс анодирования проводится в ванне с электролитом, куда помещается алюминиевая пластина, к которой подводится положительный потенциал от источника питания. Отрицательный потенциал подается ко второму электроду, в качестве которого используют нержавеющую сталь, никель, уголь и др., после прохождения заряда между электродами, находящимися в электролите, происходит рост оксида на аноде.

При анодировании алюминия возможен рост пористых и плотных пленок, в зависимости от вещества, используемого в качестве электролита.

Для выращивания плотных пленок используют электролит, который плохо растворяет оксид алюминия, например, водные растворы лимонной, борной или винной кислот. При выращивании пористой пленки чаще всего используют разбавленную серную кислоту, так же можно использовать фосфорную и щавелевую кислоты.

Электрохимическая алюмооксидная технология используется при создании различных приборов СВЧ-электроники, трехмерных стэков памяти, микромеханических устройств. Так же данная технология широко применяется в светодиодной отрасли и области силовой электроники.

Литература

1. Шиманович, Д. Л. Электрохимическая алюмооксидная технология для приборов силовой электроники / Д. Л. Шиманович, В. А. Яковцева // Доклады БГУИР. – 2019. – Т. 121, № 3. – С. 5–11.

УДК 621.3

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ НАТУРАЛЬНОЙ КОЖИ ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Буйницкая А. С.²

Доктор физ.-мат наук, профессор Маркевич М. И.²

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.¹

¹Белорусский национальный технический университет

²Физико-технический институт НАН Беларуси

Натуральные изделия из кожи пользуются большой популярностью и спросом, что связано с высокой гигроскопичностью, биологической совместимостью, износостойкостью, и индивидуальностью натуральной кожи.

Несмотря на большие достижения в области физических процессов, которые происходят при выделке кожи, совершенно не изученными остаются вопросы при лазерной обработке на натуральную кожу в двухимпульсном режиме обработки.

Преимущества методов лазерной обработки материалов из натуральной кожи, снижающие себестоимость процесса и улучшающие качество изделий:

- высокая скорость процесса;
- отсутствие деформации материала вне зоны обработки;
- обработка малой площади поверхности;
- отсутствие искажений материала из-за бесконтактной обработки;
- стерильность воздействия.

Актуальность исследования данных проблем связана, прежде всего, с важными практическими применениями, кроме того изучение этих вопросов носит и фундаментальный характер.

Для исследования использовались некрашенные хромовые отходы кож, со следующими физико-химическими показателями (в %): влажность – 52,4; зола общая – 4,8; жировые вещества – 3,2; гольевое вещество 76,83; окись хрома – 5,2; и гидротермическая деструкция 92,0 °С.

Исследование морфологии поверхности кожи производилось с использованием растрового электронного микроскопа MIRA-3 (Чехия) с системой микроанализаторов фирмы Oxford Instruments (Великобритания).

Обнаружено, что лазерное воздействие (вложенная энергия 40 Дж, время воздействия 40 сек) приводит к незначительному увеличению размера пор и разрыхлению ее структуры.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МНОГООСТРОВКОВОГО ОДНОЭЛЕКТРОННОГО ТРАНЗИСТОРА

Студент гр. 11310116 Анискевич В. Э.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.
Белорусский национальный технический университет

Цель работы: изучить технологию изготовления многоостровкового одноэлектронного транзистора.

В работе проведен литературный обзор в области технологий одноэлектроники (изучены виды транзисторных одноэлектронных структур, их характеристики, методы получения, используемые установки, способы применения). Особое внимание уделено планарной технологии изготовления многоостровковых одноэлектронных транзисторов.

Основными составляющими одноэлектронных транзисторных структур являются остров или несколько островов, разделенных туннельными переходами с электродами стока и истока, а также управляющие электроды затвора, влияющие на остров через емкостную связь. Для формирования одноэлектронных транзисторов применяются два общих подхода: использование иглы СТМ и планарная реализация, совместимая со стандартной технологией изготовления микросхем.

При создании одноэлектронных структур для практических применений возникают существенные экономические и технологические ограничения. В работе [1] представлен многоостровковый одноэлектронный транзистор (рис.), работающий при комнатной температуре, который может подойти для практического использования.

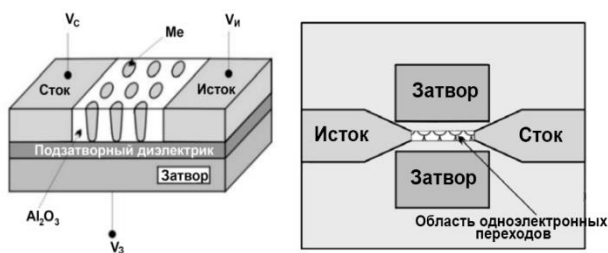


Рис. Конструкция многоостровкового одноэлектронного транзистора [1]

Литература

1. Сокол, В. А. Электрохимическая технология микро- и нанoeлектронных устройств / В. А. Сокол, С. А. Костюченко // Доклады БГУИР. – 2014. – № 2 (80). – С. 19–21.

ТЕХНОЛОГИЯ МИКРОПАЙКИ

Студент гр. 11310116 Татура П. О.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.
Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является исследование технологий и особенностей микропайки, разработка технологического процесса сборки интегральных микросхем с использованием микропайки, а также выбор оборудования.

Пайка - это процесс получения неразъемного соединения нагретых материалов с помощью расплавленного припоя, который, взаимодействуя с ними, после кристаллизации образует паяный шов.

Образование паяного соединения происходит в результате возникновения химических связей в контакте основной металл – расплав припоя, и приводит к формированию четырех разновидностей спаев: бездиффузионного, растворно-диффузионного, контактно-реакционного и диспергированного.

Возможность изготовления сложных по конфигурации узлов, соединение в одном узле деталей из различных по природе материалов, относительно недорогое оборудование и оснастка позволили пайке получить широкое распространение в полупроводниковом производстве.

Методы пайки, в зависимости от источников теплоты и оборудования, подразделяются на: пайка в печах, пайка сопротивлением, пайка нагретым инструментом, пайка погружением, радиационная пайка [1].

Для получения надежных паяных соединений припой должен эффективно смачивать поверхности, заполнять зазоры между соединяемыми элементами, создавать стабильные структуры, свободные от раковин-пузырей и посторонних включений.

Для смачивания в условиях химического равновесия необходимо исключить массоперенос через межфазную границу. Это достигается применением систем с отсутствием взаимной растворимости, например, Fe+Pb или применением твердых и жидких фаз, имеющих равновесные составы C_1^p и C_2^p при температуре смачивания T_1 .

В зависимости от протекающих физико-химических процессов выделяют следующие способы пайки: капиллярная, контактно-реактивная, адгезионная, реактивно-флюсовая, диффузионная, некапиллярная и композиционная [2].

Литература

1. Сычик, В. А. Технология сборки интегральных схем / В. А. Сычик. – Минск: БНТУ, 2014. – 306 с.
2. Аллас, А. А. Лазерная пайка в производстве радиоэлектронной аппаратуры / А. А. Аллас. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2007. – 134 с.

СОЗДАНИЕ ФОРМ И ОТЛИВКА ДЕТАЛЕЙ НА ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКЕ

Студент гр. 11310116 Кот С. И.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.
Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучение технологии производства пластмассовых деталей и силиконовых форм методом вакуумной заливки, анализ технологического процесса, а также рассмотрение области применения данной технологии.

Для рассмотрения процесса вакуумного литья была выбрана установка МКV1 (рис.).

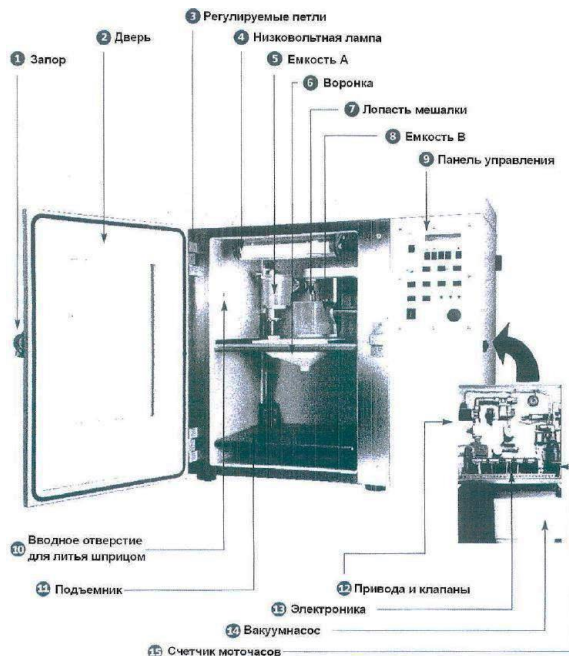


Рис. Устройство вакуумной заливочной установки (ВЗУ)

Вакуумное литье позволяет получать опытные образцы и небольшие партии деталей любой сложности и габаритов без изготовления стандартной оснастки, проверить собираемость и работоспособность конструкций, а также оценить дизайн изделия.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ EXCEL ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ БНТУ

Студент гр. 11310119 Козуля А. А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.
Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы являлось освоение работы с макросами в редакторе электронных таблиц Microsoft Excel, который является одной из самых популярных программ для работы с большим количеством данных. Макрос (сокращенное от «макрокоманда») представляет собой программу, выполняющую запрограммированные операции автоматически либо требованию пользователя. Их использование позволяет работать с большими объемами данных и выполнять однообразные действия по обработке информации.

Составление расписания представляет собой трудоемкий процесс, полная автоматизация которого невозможна, так как необходимо учитывать большое количество меняющихся входных параметров – загрузку аудиторий, необходимость проведения занятий в определенных лабораториях, загрузку преподавателей, их отпуска, изменения в учебных планах групп, распределение нагрузки по преподавателям и т. д.

Однако некоторые трудоемкие операции могут быть выполнены с помощью макросов в течение нескольких минут, в то время как ранее эти же операции занимали несколько часов. Примером является составление извещений для преподавателей (рис.).

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ							
Заочное отделение приборостроительного факультета							
Доцент Иванов И.И.							
ИЗВЕЩЕНИЕ							
Дата	День недели	Время	Предмет*	Группа	Аудитория	Корпус	Вид нагрузки
20.01.20	понедельник	11 ⁴⁰ -13 ¹⁵	Метрология	31310119	512	17	Уст.Лекция

Рис. Часть извещения для преподавателя, составленного с использованием макроса

На составление извещений вручную в среднем приходилось тратить 1 час на одну учебную группу при двухнедельной лабораторно-экзаменационной сессии и 1,5 часа при трехнедельной, то есть во время зимней сессии 2019–2020 учебного года, когда количество групп 1–2 курса составляло

10, а старших курсов – 13, необходимо было бы затратить примерно 30 часов. Использование макросов позволяет составить извещения для всех курсов при таком количестве групп за 5–6 минут.

Благодарим заместителя декана по заочной форме получения образования машиностроительного факультета Романчука С. А. за предоставленные макросы и консультации по их использованию.

УДК 621.785.369

МОРФОЛОГИЯ ПРОЦЕССА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКСИДА МЕДИ НА ПОВЕРХНОСТИ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Аспирант Аль Камали М. Ф. С. Х.

Кандидат техн. наук Алексеенко А. А.

Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого

В рамках проводимых исследований рассматривалось решение технологической задачи по процессу создания функциональных материалов на основе высокопористых неорганических веществ особой степени чистоты. Исследуемые вещества синтезировались прямым восстановлением оксидов металлов до их элементного состояния в восстановительной среде водорода. Исследования проводились с целью получения гибридных материалов в виде композиционных микропорошков, обладающих высокой сорбционной способностью и избирательностью воздействия на микроорганизмы различного типа. Особенности локализации фазы металла на поверхности химически инертной диэлектрической матрицы (на примере оксида алюминия) представлены на рис.

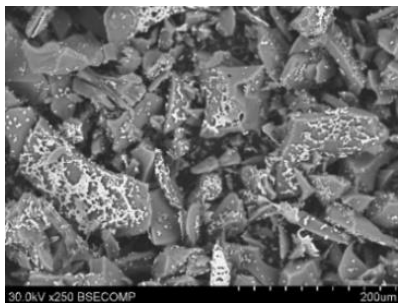


Рис. РЭМ-изображение поверхности микропорошка состава $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Cu}^\circ$, сформированного термообработкой в водороде при $T = 800^\circ\text{C}$ (время выдержки – 1ч) исходного микропорошка состава $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{CuO}$

Элементный анализ, проведенный методом EDX (EDS) показал, что синтезированный микропорошок состоит из: O (40,74 ат. %); Al (27,72 ат. %); Cu (31,54 ат. %). Видно (см. рис.), что медь распределяется по поверхности основной матрицы в виде неупорядоченной «сетчатой» структуры, что может положительно влиять на предполагаемые каталитические свойства синтезированных материалов.

УДК 621

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛЕНОК ТИТАНАТА БАРИЯ ПО МЕТОДУ «ФЛЭШ»

Студент гр. 11304116 Добровольский Р. В.

Кандидат техн. наук, доцент Ковалевская А. В.

Белорусский национальный технический университет

Титанат бария является неорганическим составом с химической формулой $BaTiO_3$. Он представляет собой белый порошок, который состоит из бесцветных кристаллов. Он является сегнетоэлектрическим керамическим материалом с фотопреломляющим эффектом и пьезоэлектрическими свойствами. $BaTiO_3$ имеет высокие значения диэлектрической проницаемости. На основе $BaTiO_3$ разработано несколько типов сегнетоэлектрической керамики, которые используются для создания конденсаторов, пьезоэлектрических датчиков, позисторов

$BaTiO_3$ обладает большой механической прочностью и влагостойкостью. Титанат бария обладает сегнетоэлектрическими свойствами в широком интервале температур [1].

Получение тонких пленок титаната бария вакуумным испарением порошка титаната бария так называемым флэш-методом. Этот метод подразумевает нагрев порошка с максимальной скоростью, для избегания разложения титаната бария в результате долгого воздействия высоких температур. В этом методе в качестве испарителя используется иридиевый тигель (вместо вольфрамового, загрязняющего пленку окислами вольфрама и бариевой солью вольфрамовой кислоты). Для получения сегнетоэлектрических свойств пленки титаната бария спекаются в течение 15–20 ч при 200 °С [2].

Литература

1. Общая и неорганическая химия. Учебное пособие для вузов / Сост. М. Х. Караветьянец, С. Н. Дракин. – М.: Химия, 1981, 632 с., ил.
2. Справочник по электротехническим материалам: в 3 т. Под ред. Ю. В. Коричко и др. Изд. 2-е, перераб. М., «Энергия», 1974.

ЗАВИСИМОСТЬ ДЕФЕКТНОСТИ ЭПИТАКСИАЛЬНОГО СЛОЯ ОТ СПОСОБА ЕГО ЛЕГИРОВАНИЯ

Студент гр. 11312116 Климко В. В.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Шадурская Л. И.
Белорусский национальный технический университет

Эпитаксиальные слои кремния выращивались хлоридным методом на кремниевой подложке. В процессе выращивания эпитаксиальные слои легировались фосфором, мышьяком и сурьмой. В эпитаксиальный реактор подавалась газовая смесь, содержащая легирующие примеси в виде разнообразных гидридов соответствующих элементов. Газообразные гидриды легирующих элементов получали с использованием лазерного излучения и газового разряда в атмосфере водорода. Совершенство выращенных эпитаксиальных плёнок контролировалось с помощью двухканальной схемы рентгеновской дифракции.

Для измерения интенсивности, падающих на детектор рентгеновских лучей, отражённых от плоскости $\langle 111 \rangle$, исследуемой эпитаксиальной пленки, в зависимости от угла поворота кристалла ΔQ , т. е. профиля линии рентгеновского спектра использовался дифракто-метр «Дрон-3». Установлено, что рассматриваемые зависимости заметно отличаются друг от друга, а это свидетельствует о влиянии вида примеси и способа легирования эпитаксиальной плёнки на степень её совершенства. Кривые, полученные для краев пластин, уширяются как со стороны $\Delta Q < 0$, так и со стороны $\Delta Q > 0$, это свидетельствует об образовании у краёв пластины точечных и протяжённых дефектов.

Проведение исследования показали, что эпитаксиальные слои кремния, легированные газоразрядным методом фосфором и мышьяком содержат примерно столько же дефектов, как и слои легированные мышьяком и сурьмой с использованием лазерного излучения. Слои, легированные фосфором с использованием лазерного излучения, содержат несколько больше дефектов среди исследованных структур, а наиболее совершенными являлись слои, выращенные по традиционной технологии.

МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Студент гр. 11304118 Калковская А. С.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучение молекулярно-кинетических и свойств дисперсных систем.

В данной работе проведен обзор литературы и его анализ в области формирования дисперсных систем. Дисперсная система всегда содержит поверхность раздела между составными частями, которыми являются дисперсная фаза и дисперсионная среда. Молекулы дисперсионной среды (жидкости или газа) сталкиваются с частицей дисперсной фазы. Основной коллоидно-химической характеристикой является дисперсность, т. е. раздробленность вещества. У дисперсионных систем выделяют структурно-механические, оптические, молекулярно-кинетические и другие важные свойства. В данной работе подробно изучены молекулярно-кинетические свойства, а именно: диффузия, Броуновское движение, осмотическое давление, диффузионно-седиментационное равновесие [1].

Особое внимание уделено изучению процесса седиментации.

Седиментация протекает под действием сил тяжести, что позволяет зафиксировать отдельные фракции дисперсной системы. Более крупные и тяжелые частицы осаждаются в первую очередь. В качестве дисперсной фазы выбран материал тальк. Дисперсной средой являлась вода. Тальк распускался в воде до коллоидного состояния при нагревании на водяной бане. В работе использовался лабораторный седиментометр.

В результате опыта была получена суспензия, которая и подвергалась седиментационному анализу с целью изучения гранулометрического состава.

В работе была рассчитана константа Стокса. По результатам эксперимента построена седиментационная кривая и определены характеристики дисперсной системы (дисперсность, радиус частиц, скорость оседания частиц, масса каждой фракции). Экспериментальные и расчетные данные были обработаны и представлены в виде интегральной и дифференциальной кривых распределения частиц по размерам

В результате проведения научной работы изучены основные свойства суспензий и подтверждена эффективность седиментационного анализа для определения дисперсности.

Литература

1. Фридрихсберг, Д. А. Курс коллоидной химии / Д. А. Фридрихсберг. – Лань: Химия, 1984. – 276 с.

ОРГАНИЧЕСКИЕ СВЕТОДИОДЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Студент гр. 11304118 Полюх Д. М.

Кандидат техн. наук Балохонов Д. В.

Белорусский национальный технический университет

Цель работы: рассмотреть строение и принцип работы органических светодиодов.

Органический светоизлучающий диод (OLED) это светоизлучающий диод (LED), эмиссионный электролюминесцентный слой которого состоит из пленки органических соединений. Этот слой органического полупроводникового материала расположен между двумя электродами хотя бы один из которых прозрачный.

OLED имеет ряд преимуществ перед обычными жидкокристаллическими экранами: OLED-экран не требует подсветки для работы, благодаря этому он тоньше и легче. Также естественным образом они достигают более высоких коэффициентов контрастности. OLED не содержит токсичных и радиоактивных веществ, их легко перерабатывать. Это позволяет создавать из OLED менее энергозатратные и контрастные экраны для телевизоров, мониторов, смартфонов, умных часов и т. п. Если поместить OLED-экран на металлическую фольгу или легко гнущуюся пластиковую поверхность, то поверхность становится прочной и гибкой что позволяет создавать изогнутые экраны для смарт-устройств и мониторов.

Однако OLED имеют и недостатки: меньшее время жизни по сравнению с жидкокристаллическими экранами и неравномерная деградация. Материалы, используемые для создания голубых OLED, деградируют быстрее других и вызывает изменение общей цветопередачи. OLED восприимчивы к воде, и при попадании воды на поверхность OLED он повреждается. При использовании светодиодной подсветки энергопотребление изделия с OLED возрастает в три раза [1].

Из вышеперечисленного следует, что OLED можно использовать в качестве экранов в смартфонах с изогнутым экраном, умных часах, широкоформатных мониторах и телевизорах, но не в ответственных или высоконадежных компонентах, т. к. время жизни OLED-экрана меньше, чем такого же ЖК-экрана, а деградация свойств может привести к неожиданному отказу изделия.

Литература

1. Organic Light Emitting Diodes (OLED) / R. Chikker // Hochschule Bremen City University of Applied Sciences. [Electronic resource]. – 2016. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/308332988_Organic_Light_Emitting_Diodes_OLED. – Date of access: 20.02.2020.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОТЕКАНИЯ АДсорбЦИИ НА ПОРИСТЫХ АДсорбЕНТАХ

Студент гр. 1130418 Предко А. К.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучение адсорбционных явлений, адсорбции жидкостей на однородной твердой поверхности. В работе проведен обзор литературы в области поверхностных явлений на границе раздела фаз. Адсорбция – не только теоретическое, но и практическое физико-химическое явление. Поглощение паров древесным углем было впервые описано К. Шееле в 1773 г. и аббатом Ф. Фонтана в 1777 г. К настоящему времени известны многочисленные области применения адсорбции, среди которых важнейшими являются: очистка газов от примесей, извлечение и рекуперация веществ и т. п. [1].

В процессе проведения литературного обзора изучены виды сорбционных процессов. Особенность физической адсорбции обусловлена действием физических сил притяжения Ван-дер-Ваальса, поэтому она. Особенностью химической адсорбции является то, что она происходит за счет образования химических связей между частицами адсорбата и адсорбента. Такая адсорбция обычно необратима и является локализованной. И. Ленгмюр и М. Поляни одновременно и независимо друг от друга создали две совершенно разные теории, раскрывающие механизм протекания сорбционных процессов при разных давлениях адсорбата.

Особое внимание в работе уделено изучению закономерностей протекания адсорбции на микро и макропористых адсорбентах. Микропористые активные угли относятся к микрогетерогенным адсорбентам. Они представляют собой конгломераты кристаллитов диаметром 1–3 нм, с порами щелевидной формы [2]. При данном исследовании в качестве адсорбента использовался активированный уголь, в качестве адсорбата – водный раствор уксусной кислоты различной концентрации. По результатам эксперимента определены равновесные концентрации кислоты до и после адсорбции. Установлено уменьшение концентрации в 2 раза, что свидетельствует об активном протекании адсорбции. При помощи графического метода были получены константы Фрейндлиха по изотерме адсорбции.

Литература

1. Адсорбция. Официальный сайт «Большая российская энциклопедия». <https://bigenc.ru/chemistry/text/1801545>.
2. Толмачев, А. М. Термодинамика адсорбции газов, паров и растворов (спецкурс). Учебно-методическое пособие / А. М. Толмачев, М.: МГУ, 2012. – 240 с.

ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВИБРИРУЮЩЕЙ КРЕМНИЕВОЙ СТРУНЫ

Студент гр. 11310116 Ширяева В. Д.

Кандидат техн. наук, доцент Таратын И. А.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучение датчика давления на основе вибрирующей струны. В данной работе проведен литературный обзор в области датчиков давления. Изучены виды датчиков давления, методы преобразования давления и область применения.

Датчик давления – измерительный преобразователь давления жидкости или газа в механический электрический сигнал.

В основе датчика давления на вибрирующей кремниевой струне лежит частотно-резонансный принцип. Конструкция струнного чувствительного элемента изображена на рис. Одним из условий для создания таких датчиков является выполнение датчика и актюатора в виде одного и того же элемента [1].

Преимущество таких датчиков: высокая добротность, точность измерения, стабильность характеристик. Недостатками являются: не возможность проведения измерений в агрессивных средах, индивидуальная характеристика преобразования давления, значительное время отклика.

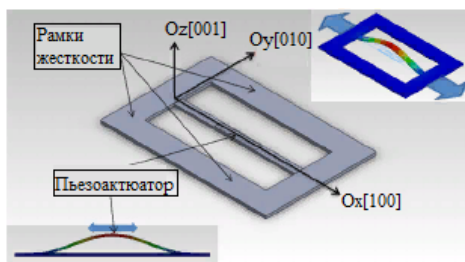


Рис. Базовая (принципиальная) конструкция струнного чувствительного элемента из монокристаллического кремния [1]

В ходе данной работы описан принцип работы датчика давления на основе вибрирующей кремниевой струны.

Литература

1. Кучумов, Е. В. Струнный автогенераторный измерительный преобразователь на основе пьезоструктуры / Е. В. Кучумов, И. Н. Баринов, В. С. Волков // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2014. – № 2 (8). – С. 58–65.

ТЕРМОДИНАМИКА ОБРАЗОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ГЕЛЕЙ

Студент гр. 11304118 Зубелик Д. Т.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический Университет

Целью работы является изучение полимерных гелей и термодинамика их образования. В данной работе проведен литературный обзор в области формирования полимерных гелей. Полимерные гели – это система полимерных растворителей. Такая система аналогична пространственной сетке из макромолекул и способна удерживать намного большее количество растворителя, чем количество самого полимера. Они отличаются от полимерных растворов и сохраняют свою форму под действием собственного веса [1].

В результате анализа литературных источников установлено, что полимерные гели бывают термонеобратимые и термообратимые. Особое внимание в данной работе уделено изучению термодинамических условий образования гелей. Гели первого типа (химические) представляют собой полимеры, которые имеют пространственную структуру с ковалентными связями. Набухание происходит в большом количестве растворителя, это один из распространенных методов получения таких полимерных гелей. Существуют и другие методы, например, полимеризация или поликонденсация. Сравнительный анализ методов демонстрирует, что свойства и структура гелей в этих методах существенно различаются [2]. Термодинамика образования гелей второго типа (физических) также может быть различной. Гели могут представлять собой однофазные или двухфазные системы. Физические гели могут иметь верхнюю или нижнюю критической температурой растворения, т. е. растворение может происходить при нагревании или охлаждении соответственно. Встречаются также системы с незавершенным расслоением [1]. В работе изучено влияние температуры на свойства полимерных гелей. Узлы сетки обратимо возникают и разрушаются при изменении температуры, т. е. физические гели всегда термообратимые. Полимерные гели находят применение в качестве компонентов оптических устройств, в качестве подложек для клеточной инженерии.

Литература

1. Роговина, Л. З. К определению понятия «Полимерный гель» / Высокомолекулярные соединения. – 2008. – № 1. – С. 1397–1406.

2. Роговина, Л. З., Васильев В. Г. Многообразие полимерных гелей и основные факторы, определяющие свойства самих гелей и получаемых из них твердых полимеров / Высокомолекулярные соединения, 2010. – Том 52. – № 11. – С. 1975–1987.

**PLASMON METAL NANOSTRUCTURES FORMATION
IN PIEZOCOMPOSITE MATERIAL CONTROLLABLE
IN MICROMETRIC LEVEL FOR DETECTION AND SENSING
CELL-BIOLOGICAL PARTICLES**

Tomas Janusas (PHD student), Arvydas Palevicius, Giedrius Janusas
Kaunas university of technology, Lithuania

The molecular interactions and cell-biological mechanisms behind the adhesive behaviour of a cell are not properly understood till now. In the last decades, the development of nanocomposite materials and the hope for elaboration of successful bacteria/virus or other particle detection accelerated the search for appropriate materials and conditions which may help to keep particles functioning and detect them on artificial surfaces [1].

One of solutions to detect those particles in biologically active medium is insertion of metal nanoparticles in polymer matrix. Designed metal/polymer based nanocomposites with microperiodic structures are like small sensing chips based on plasmonic effect and works like a lacmus paper – nanocomposite surface with metal nanoparticles is covered with investigated biologically active medium, antigen and antibody interaction appears. Bacteria/virus or other particles existing in observed medium are automatically attracted by metal nanoparticles to the surface of nanocomposite.

Nanocomposite materials having piezoelectric properties are a field of investigations, because of their scientific significance and technological implications. From both scientific and technological points of view, it is highly desirable to pattern piezoelectric nanocomposite films with feature size down to micro- or nanometer scale.

The microperiodic structure on nanocomposite surface couples the light of a He-Ne laser at a given resonance angle into the waveguide layer. This incoupling angle is very sensitive to the presence of adsorbed particles and to any change of refractive index of the medium covering the surface of the nanocomposite. By precise measurement of the incoupling angle, the adsorbed particles can be determined with ultrahigh sensitivity.

When sensing chip (microperiodic structure on nanocomposite layer) is in contact with biologically active medium (liquid (i.e. blood) or gas (i.e. CO₂)), it is essential that particles in that medium would be attracted to the surface of nanocomposite in order to detect them.

But because of too high concentration of investigated medium or too big size of particles in that medium, metal nanoparticles are not able automatically to attract them to nanocomposite surface.

Because of the properties of piezocomposite material controllable in micrometric level by ultrahigh frequency excitation the mathematical model of the system is developed. This model allows to analyse the mechanical parameters of the system which enable to control motion of cell-biological mechanisms in bio suspension and to force them to be attracted by designed microperiodic structure on nanocomposite layer in order to be prepared for analysing them using single molecule analytical tools.

The optical, electrical and mechanical characteristics of created piezocomposite material controllable in micrometric level and the design and functionality of the microperiodic structure on nanocomposite layer to be used for single molecule analysis methodology are presented.

References

1. Single-molecule biosensors: Recent advances and applications. Namik Akkilić, Stefan Geschwindner *Biosensors and Bioelectronics* (2020).

Acknowledgement. This research was funded by a Grant S-MIP-19-49 from the Research Council of Lithuania.

СЕКЦИЯ 4. ОПТОЭЛЕКТРОНИКА, ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 0681.7.01 (075.3)

ПРИБОР УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ

Студент гр. 11311215 Альхимович М. А.

Студент гр. 11311116 Климчук Д. Э.

Доктор техн. наук, профессор Козерук А. С.

Белорусский национальный технический университет

Прибор управления тепловизионный (ПУТ) представляет собой оптико-электронный прибор, конструктивно и функционально объединяющий в себе: канал тепловизионный, лазерный канал управления (ЛКУ) и визирный (оптический) канал.

Работа тепловизионного канала построена на принципе регистрации тепловизионной микроболометрической матрицей теплового излучения от наблюдаемых объектов. Объектив канала, пропускающий излучение в области 8...12 мкм, проецирует изображение на высокочувствительную микроболометрическую матрицу. Каждый элемент матрицы формирует электрический сигнал, пропорциональный уровню падающей на него тепловой энергии. Электрические сигналы обрабатываются комплектом электронных плат, размещенных в корпусе тепловизионного канала, и передаются дальше на микродисплей, находящийся в визирном канале. Изображение, формируемое на экране микродисплея, с помощью объектива и подвижной призмы визирного канала передается в плоскость формирования прицельной сетки ПУТ.

Для предохранения от загрязнения и повреждения в межэксплуатационные периоды тепловизионный объектив закрывается крышкой. Для точной фокусировки тепловизионного объектива в зависимости от дистанции до объекта и температуры служит фокусирующее кольцо.

Принцип работы ЛКУ основан на формировании лазерного информационного поля наведения ракеты в структурированном лазерном луче. При этом центр структурированного лазерного луча совпадает с линией визирования цели. Структурированный лазерный луч формируется при модуляции лазерного излучения вращающимся модулирующим стеклянным диском с нанесенным на него рисунком в виде раstra с прозрачными и непрозрачными секторами.

Оптическая система ЛКУ построена таким образом, что она передает изображение рисунка раstra в плоскость фотоприемного устройства (ФУ), расположенного в хвостовой части ракеты. Электрические сигналы с ФУ после дешифрирования используются для управления приводами воздушных рулей ракеты.

НЕПРЕРЫВНЫЙ ЛАЗЕР НА ОСНОВЕ КРИСТАЛЛА Er,Yb:YMGb₅O₁₀Студент гр. 11311117 Судников Г. А.¹Кандидат физ.-мат. наук Горбаченя К. Н.¹Кандидат физ.-мат. наук Кисель В. Э.¹, доктор физ.-мат. наук Кулешов Н. В.¹,
доктор хим. наук Мальцев В. В.², доктор хим. наук Леонюк Н. И.²¹Белорусский национальный технический университет²Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

Лазерное излучение с длиной волны 1,5–1,6 мкм имеет ряд достоинств, интересных для широкого практического применения в лазерной дальнометрии, медицине, системах оптической локации и лазерно-искровой эмиссионной спектрометрии. Монокристаллы Er³⁺, Yb³⁺:ReMgB₅O₁₀ (Re=Y, Gd) являются перспективными активными средами для лазеров с высокой средней мощностью, работающих в спектральной области 1,5–1,6 мкм, благодаря сочетанию необходимых для получения эффективной лазерной генерации спектроскопических свойств и высокой теплопроводности.

В работе проведено исследование основных спектрально-люми-несцентных свойств и генерационных характеристик кристаллов Er,Yb:YMGb₅O₁₀ (YMGBO). Определены спектры сечений поглощения в спектральных областях 800–1100 нм (рис. 1) и 1400–1600 нм, зарегистрированы спектры люминесценции в области 1,5 мкм, изучены кинетики затухания люминесценции активных ионов, определена эффективность переноса энергии от ионов иттербия на ионы эрбия, рассчитаны спектры сечений стимулированного испускания. Для исследования генерационных характеристик в качестве активного элемента использовался кристалл Er(1,5 ат.%), Yb(12 ат.%):YMGBO. В результате получена лазерная генерация в непрерывном режиме. Зависимость выходной мощности лазера от поглощенной мощности накачки показана на рис. 2. Максимальная выходная мощность достигала 200 мВт на длине волны 1570 нм при дифференциальной эффективности генерации 8 % и поглощенной мощности накачки 4,7 Вт.

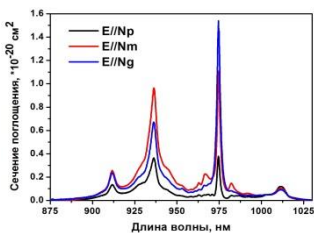


Рис. 1. Спектр сечений поглощения в области 1 мкм

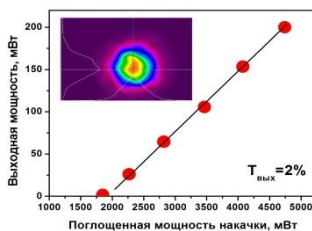


Рис. 2. Выходные характеристики Er,Yb:YMGBO лазера

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОДЛОЖЕК ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА, ОБРАБОТАННЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ АЛМАЗНОГО ТОЧЕНИЯ, ДЛЯ СОЗДАНИЯ УСТРОЙСТВ ОПТО- И МИКРОСИСТЕМНОЙ ТЕХНИКИ

Архипов И. В., Кашуба Н. М.

НИУ «Институт прикладных физических проблем имени А. Н. Севченко» Белорусского государственного университета

Анализ технического состояния различных отраслей промышленности, связанных с использованием современных конструкционных композиционных материалов, керамики, цветных металлов и сплавов для изготовления суперточных изделий показывает, что наиболее эффективным способом обработки является технология алмазного точения, когда отклонения по форме и шероховатости обрабатываемой поверхности должны находиться в пределах нанометрового диапазона (≤ 5 нм).

Целью настоящей работы является исследование технологических процессов по алмазной лезвийной наноразмерной обработке подложек из алюминиевых сплавов для создания устройств опто- и микросистемной техники.

Проведены исследования базовых технологических операций по наноразмерной лезвийной обработке алюминиевых сплавов для изготовления зеркал-отражателей с высокой лучевой прочностью и подложек для получения пористого анодного оксида алюминия. Рассмотрены основные технологические факторы, влияющие на качество поверхности алюминиевых подложек, обработанных по технологии алмазного точения. Показано доминирующее влияние на формирование шероховатости оказывают форма и состояние лезвийного алмазного инструмента, скорость подачи и амплитуда радиальных биений между инструментом и заготовкой.

Изготовлены экспериментальные образцы подложек для зеркал-отражателей из алюминиевого сплава АМг-2 с высокой лучевой прочностью диаметром 100 мм. Полученное методом АСМ усредненное среднеарифметическое значение шероховатости профиля на площади 10×10 мкм по 5-ти измерениям в различных областях составило $R_a = 1,44$ нм, а среднеквадратичное $R_q = 1,99$ нм. Приводятся результаты испытаний зеркал-отражателей по параметрам шероховатость, класс чистоты, неплоскостность и лучевая прочность. Испытания зеркал по параметру лучевая прочность показали, что пороговая плотность энергии импульса лазера с длиной волны 1,06 мкм и длительностью 20 нс по полуширине, при которой начинается разрушение поверхности зеркала, составляет порядка 2,5 Дж/см². Предварительная оценка качества зеркал по параметру неплоскостность

говорит о высоком оптическом качестве обработанных поверхностей. Общая ошибка на длине волны 0,628 мкм не превышала 0,948 мкм (1,5 λ), а местная ошибка была не хуже ≤ 0.063 мкм (0,1 λ).

УДК 504.064: 681.785

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЛАЗЕРНОГО МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД АНТИБИОТИКАМИ

Аспирант Буранов Д. Н.

Кандидат техн. наук Усольцев В. П.

Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Для того, чтобы идентифицировать лекарственные препараты, антибиотики, присутствующие в очень низких концентрациях в стоках или питьевой воде, не обойтись без таких дорогостоящих методов, как высокоэффективная газожидкостная хроматография и масс-спектрометрия. Для выявления же некоторых препаратов необходимы комплексные исследования с привлечением дорогостоящих фармакологических, биологических и молекулярно-биологических подходов [1].

Существование корреляционных связей между оптической плотностью и другими параметрами, характеризующими содержание и виды загрязнений антибиотиками, является предпосылкой разработки аппаратуры для контроля загрязнения сточных вод.

Для проведения эксперимента была разработана система оптико-электронного мониторинга жидкости, которая в отличие от других разработок позволяет проводить измерения в режиме реального времени.

Работа системы оптико-электронного контроля показала наличие четко прослеживаемой тенденции к снижению оптической плотности с увеличением концентрации антибиотика в исследуемой жидкости [2].

Литература

1. Алексеев, В. А., Усольцев, В. П., Юран, С. И., Уразманова, О. И. Оптико-электронный контроль загрязнения сточных вод антибиотиками // «Экология родного края: проблемы и пути их решения». Сборник материалов XIII Всероссийской научно-практической конференции (Киров, 23–24 апреля 2018 г.). – Киров: Издательство Вятский государственный университет, 2018. – С. 57–62.

2. Алексеев, В. А., Усольцев, В. П., Юран, С. И., Шульмин, Д. Н., Буранов, Д. Н. Контроль загрязнений в процессе рециклинга нефтезагрязненных отходов // «Утилизация отходов производства и потребления: инновационные подходы и технологии». Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Книга 1. (Киров, 4 декабря 2019 г.). – Киров: Издательство Вятский государственный университет, 2019. – С. 92–96.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ

Магистрант гр. ПБ-92мп Карпушева А. Г.

Кандидат техн. наук, доцент Терещенко М. Ф.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

В основу работы автоматизированной системы лазерной терапии (АСЛТ) заложен принцип генерации лазерного излучения полупроводниковыми лазерными модулями в рукоятках «ВРВ 50», «ВРВ 250М» и контроль параметров мощности излучения через блок контроля оптической мощности (БКОМ) [1]. БКОМ имеет встроенные фотоприёмники и измеритель параметров мощности излучения, обеспечивающие достоверный контроль с дальнейшим выводом излучения через оптические разъемы на рукоятки и непосредственно к месту проведения процедуры [2]. Функциональная схема АСЛТ отображена на рис.

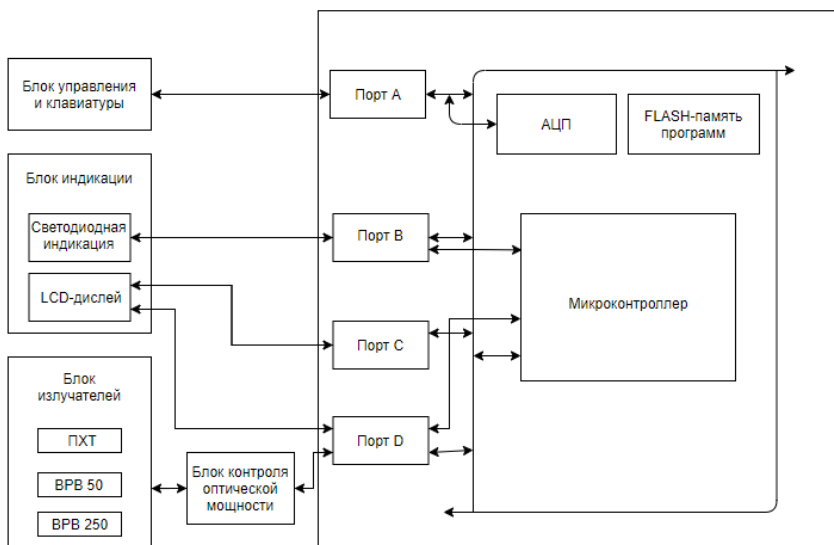


Рис. Схема функциональная АСЛТ

Автоматизированная система лазерной терапии обеспечивает поддержание нормированных значений мощности лазерного излучения в течении всей процедуры лечения и при превышении допустимых границ происходит ее юстировка [3].

Литература

1. Карпушева, А. Г. Аппарат полихроматической и лазерной терапии / А. Г. Карпушева, Н. Ф. Терещенко // Материалы 12-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студ. / Минск, БНТУ, 2019. – С. 260–261.
2. 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.
3. Патент Украины №137211 Аппарат лазерной и полихроматической терапии / Терещенко М. Ф., Карпушева А. Г., Шмендель О. Г., Чухраев М. В. – Оpub. Бюл. № 19. 10.10.2019.

УДК 0681.783.25

ЭРБИЕВЫЙ ЛАЗЕР С ПРОДОЛЬНОЙ ДИОДНОЙ НАКАЧКОЙ В РЕЖИМЕ ПАССИВНОЙ МОДУЛЯЦИИ ДОБРОТНОСТИ

Кузьмин В. И.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Кисель В. Э.,
доктор физ.-мат. наук, профессор Кулешов Н. В.

Научно-исследовательский центр оптических материалов и технологий
филиала БНТУ «Научно-исследовательский политехнический институт»

В настоящее время заметно выражен переход от источников излучения в области 1 мкм в полуторамикронный диапазон. Данный переход связан с рядом особенностей данного диапазона:

- спектральная область около 1,5 мкм характеризуется минимальными потерями при прохождении через атмосферу (меньшее влияние аэрозольного ослабления по сравнению со спектральной областью около 1 мкм);
- излучение сравнительно безопасно для глаз (плотность энергии излучения спектрального диапазона 1,5–1,6 мкм воздействующего на роговицу глаза, на пять порядков превышает соответствующие значения для излучения диапазона 0,4–1,1 мкм);
- отсутствие проблем с детектированием излучения в области 1,5 мкм ввиду высокой чувствительности широко распространенных германиевых и InGaAs-фотоприемников;
- кварцевые волокна, являющиеся основой современных сетей оптической связи, характеризуются низкими значениями дисперсии и поглощения в данной спектральной области, что дает возможность передачи импульсов излучения с длиной волны 1,5–1,6 мкм посредством таких волокон на большие расстояния с минимальными искажениями.

Наиболее часто в дальномерных системах используются твердотельные лазеры в режиме модуляции добротности, как с ламповой, так и с диодной накачкой, что обусловлено простотой и надежностью их конструкции.

С точки зрения снижения энергопотребления и снижения влияния дальности на функционирование других систем прибора, в частности улучшение электромагнитной совместимости, значительный интерес представляют твердотельные лазеры, работающие в режиме пассивной модуляции добротности с продольной диодной накачкой. Источники лазерного излучения, реализованные по данной схеме накачки, не имеют на сегодняшний день конкурентов, что делает востребованным их разработку.

Внешний вид твердотельного лазера в области 1,5 мкм, разработанного в НИЦ ОМТ БНТУ, представлен на рис. 1. Габаритные размеры излучателя Д×Ш×В равны 89×24×20 мм.

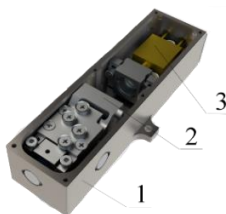


Рис. Конструкция лазера

Здесь 1 – корпус лазера, 2 – резонатор лазера (разработанный в НИЦ ОМТ БНТУ [1]), 3 – система фокусировки излучения накачки в активный элемент, которая состоит из лазерного диода и асферической линзы. Энергетические характеристики лазера в зависимости от тока накачки диода приведены в табл.

Таблица

Энергетические характеристики лазера

№ эксперимента	Средняя энергия в импульсе, мДж	Длительность импульса, нс	Ток накачки, А
1	0,63	21,4	11
2	0,70	19,3	12
3	0,78	18,1	13
4	0,84	16,6	14
5	0,92	14,2	15
6	1,03	13,8	16

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. // Приборостроение-2018 11-й Международной научно-технической конференции (14–16 ноября 2018 г.) / пред. редкол. О. К. Гусев. – Минск: БНТУ, 2018. – С. 384–386.

ВЛИЯНИЕ КЛИНОВИДНОСТИ ИНТЕРФЕРОМЕТРА ФАБРИ-ПЕРО НА РЕЗКОСТЬ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОЙ КАРТИНЫ

Студент Дорофейчик А. В.

Кандидат физ.-мат. наук Купреев А. Г.

Белорусский государственный университет

При прохождении коллимированных пучков от удаленного наблюдаемого объекта через интерферометр Фабри-Перо (ИФП) и изображающую систему на детекторе формируется изображение объекта, составленное из интерференционных полос. Наклоном ИФП к оптической оси системы обеспечивается локализация периферической части интерференционного паттерна, в которой полосы уже и расположены более равномерно. Единственное изображение содержит пространственно-спектральную информацию о наблюдаемом объекте [1].

Отклонения от идеальной модели приводят к изменению характеристик системы, в частности, клиновидное расположение зеркал ИФП увеличивает смещение интерферирующих пучков и разность фаз между ними, приводя к искажениям интерференционной картины. Для оценки искажений были проведены теоретические расчеты и моделирование в программе для оптического дизайна Zemax®. Для ИФП с пустотелым резонатором длиной 20 мкм (коэффициент отражения зеркал 0.95), наклоненным на 60° к оптической оси, резкость картины изменяется от ≈ 40 при относительном наклоне пластин $\gamma \leq 0.001^\circ$ до <10 при $\gamma \leq 0.01^\circ$. Это соответствует результатам, полученным при теоретическом расчете согласно [2], а также данным из литературы. Таким образом, для сохранения достаточной резкости картины необходимо ограничить непараллельность зеркал ИФП величиной $\gamma \leq 0.001^\circ$, что достижимо при использовании промышленно производимых оптических элементов. В то же время, предлагаемый подход технически прост и позволяет конструировать малогабаритные системы для спектроскопии с пространственным разрешением. Потенциальные области применения – регистрация спектрально-пространственного распределения излучения лазеров, плазмы и других источников с узкополосными спектрами.

Литература

1. Гулис, И. М., Купреев, А. Г. Интерферометрическая спектрально-пространственная селекция в спектроскопии с пространственным разрешением / И.М. Гулис, А. Г. Купреев // Приборостроение: материалы 12-й Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 13–15 нояб. 2019 г. – Минск: БНТУ, 2019. – С. 392–394.
2. Hassan, M. Theory of the Fabry-Perot interferometer with nonparallel reflectors / M. Hassan // Soviet Physics Journal, 1967, vol. 10, no. 9, pp. 41–44.

СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ МАГНИТНО-ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ

Магистрант гр. ПБ-392мп Левчук А. Д.

Кандидат техн. наук, доцент Шевченко В. В.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

В последнее время увеличиваются заболевания, при лечении которых используется магнито-лазерная терапия, что дает позитивный эффект, который раньше не достигался традиционной терапией. Однако отмечается появление ряда «отрицательных реакций» на проведение стандартных методик магнито-лазерной терапии, что рассматривается в виде ограничений и применений магнито-лазерной терапии [1].

Во избежание негативных реакций при магнито-лазерной терапии необходимо использовать комплексную методику, которая позволит во время проведения процедуры получать информацию о состоянии физиологических параметров организма пациента, что даст возможность контролировать дозировку, наблюдая за кровообращением внутренних органов непосредственно во время сеанса [1].

Для повышения эффективности магнито-лазерной терапии предлагается способ управления на основе анализа структурных и спектральных характеристик фотоплетизмограммы, что позволит с высокой степенью точности определить уровень лазерной чувствительности пациента.

В результате анализа фотоплетимографического сигнала установлено, что, при извлечении из него информативных знаков, целесообразно использовать структурные методы анализа, как в сроки, так и в частотных зонах. На основе статистических исследований фотоплетизмосигналов и их спектров выбранное отверстие наблюдения фотоплесмосигналов и частоты их частоты выборки.

Применения фотоплетизмографии даст возможность получить достоверную информацию по нескольким параметрам, самыми важными из которых являются: тонус периферийных сосудов, частота сердечных сокращений, ударный объем крови.

Литература

1. Загускин, С. Л. Лазерная и биоуправляемая квантовая терапия / С. Л. Загускин, С. С. Загускина. – М.: Квантовая медицина, 2005. – 220с.

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ

Студент гр. Б08-321-1 Меркулова А. А.,
аспирант Вершинин М. Н.
Ст. преподаватель Зарипов М. Р.,
доктор техн. наук, профессор Юран С. И.
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

В существующих исследованиях [1] показано, что наиболее подходящим лазерным источником для предпосевной обработки семян является He-Ne лазер ($\lambda = 632,8$ нм). Авторами предлагается лабораторный стенд для предпосевной обработки семян пшеницы излучением полупроводниковых лазеров на длинах волн 405, 450, 520, 635 и 980 нм (рис.).

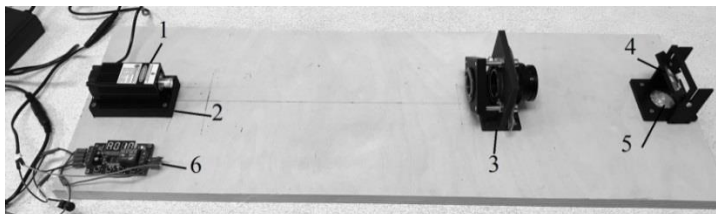


Рис. Общий вид лабораторного стенда

Поясним принцип действия рассматриваемого стенда. Полупроводниковый лазер 1, формирующий излучение, установлен на платформе 2, которая обеспечивает замену лазерных источников. Излучение поступает на систему изменения мощности 3, представляющую собой два поляризатора, установленных соосно друг к другу. Один из поляризаторов неподвижен, а другой для изменения мощности излучения поворачивается в пределах от 0 до 90 градусов. После этого излучение отражается от наклонного зеркала 4 и поступает на отсек 5 диаметром 30 мм, в котором размещаются семена. Для установки длительности воздействия излучения на семена применяется таймер 6, отключающий лазер через заданное время с точностью до 1 секунды. Стенд обеспечивает изменение мощности падающего на семена излучения в пределах от 5 мВт до 700 мВт и длительности воздействия от 5 с до 10 мин.

Литература

1. Гаджимусиева, Н. Т. Эффект воздействия инфракрасного и лазерного излучения на всхожесть семян пшеницы / Н. Т. Гаджимусиева, Т. А. Асварова, А. С. Абдулаева // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 11. – С. 1939–1943.

СИСТЕМА ИЗМЕНЕНИЯ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ АДАПТИВНЫХ ФАР

Студент гр. Б08-321-1 Романова А. Ю.

Ст. преподаватель Зарипов М. Р.

Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Известны различные способы построения адаптивных фар, например, устройство, приведенное в [1]. В настоящей работе предлагается схема с массивом светодиодов, связанным с оптической системой, обеспечивающей перенаправление их излучения. Схема предлагаемого конструктивного решения и суммарная диаграмма направленности излучения фары приведены на рисунке.

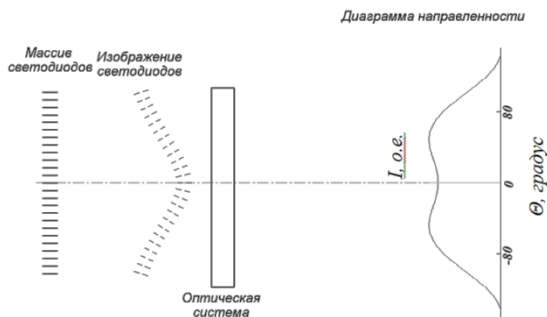


Рис. Схема системы и ее диаграмма направленности

Оптическая система обеспечивает формирование мнимого изображения источников, направленность излучения которых формирует равномерное распределение интенсивности всей системы в пространстве.

Рассматривались варианты размещения изображений светодиодов и их направленность. Были рассмотрены такие варианты размещения: по сферической поверхности, по параболической поверхности и по эллипсоидной поверхности. Лучший результат был получен при размещении изображений светодиодов по параболической поверхности. При этом формирование определенной суммарной диаграммы направленности фар, использующих данную оптическую систему, обеспечивается за счет изменения яркости каждого из светодиодов по отдельности.

Литература

1. Патент РФ №2656976 на изобретение, МПК: В60Q 1/14. – Адаптивная система головного освещения / Мосин В. П., Ларкин С. Е., Ашанин В. Н. Оpubл. 07.06.2018. Бюл. № 16.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА УРОВНЯ ЭКСПОЗИЦИОННОЙ ДОЗЫ В РЕНТГЕНДИАГНОСТИКЕ И ТЕРАПИИ

Студент гр. БП-61 Рудой А. Д.

Кандидат техн. наук, доцент Терещенко Н. Ф.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Рентгенологические обследования (РО) являются одними из наиболее распространенных в современной медицине. Рентгеновское излучение используется для получения теневого изображения внутренних органов, профилактических обследований в флюорографии, срезов в компьютерной томографии, сосудистой сетки в ангиографии. До 70 % всех уточненных медицинских диагнозов ставят или подтверждают, в основном, при помощи рентгена. РО помогает не просто правильно диагностировать болезнь, а также определить точные размеры и расположение пораженных ею участков, стадию заболевания и уровень серьезность патологии [1].

Так как рентгеновское излучение опасно в высоких дозах то необходимо строго контролировать дозу облучения и частоту проведения процедур. В законодательстве большинства стран Европы прописаны нормативы защиты человека во время проведения медицинской диагностики и терапии. Запрещается ввозить, производить и вводить в эксплуатацию рентгеновские диагностические аппараты (РДА) без устройства для автоматического контроля экспозиции и дозы. Доза облучения, полученная пациентом при медицинском вмешательстве должна храниться в архивах медицинских учреждений на протяжении 50 лет [2].

При проведении рентгеновских исследований пациент попадает под радиационное излучение. Значение установленной дозы облучения на пульте управления РДА и фактического значения поглощенной дозы может не совпадать из-за не правильной или не своевременной калибровки генератора высокого напряжения. Важно именно реальное значение дозы, которую получил человек и для этого используется дополнительная система дозиметрического контроля. Структурная схема комплексной модифицированной системы в составе комплекса ультразвукового исследования и рентгенодиагностики с использованием дозиметров приведена ниже на рис.

Такая система позволяет существенно уменьшить дозовые нагрузки с ростом диагностических возможностей. Для обеспечения мониторинга и повышения точности поддержания заданных значений энергетических и радиационных параметров ионизирующего излучения во время диагностической или терапевтической процедуры с обеспечением необходимого уровня

безопасности тканей введен контроль энергетических и радиационных параметров ионизирующего излучения. Для этой цели используется датчики контроля энергетических и радиационных параметров и измерители энергетических и радиационных характеристик.

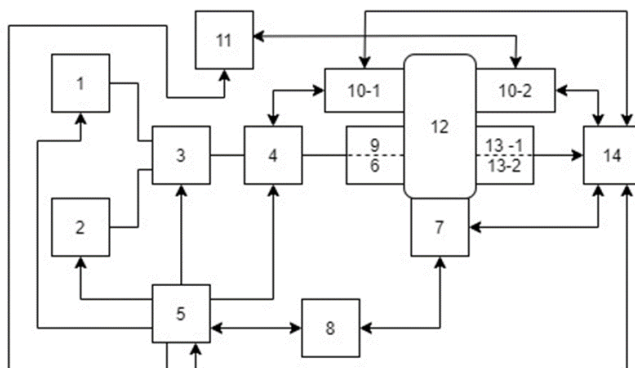


Рис. Комплексная система диагностики и терапии: 1, 2 – высокочастотный и низкочастотный генераторы; 3 – модулятор; 4 – усилитель мощности; 5 – блок управления; 6 – ультразвуковой излучатель; 7 – датчик температур; 8 – блок температурного контроля; 9 – датчик ультразвукового исследования; 10 – система лучевой диагностики; 11 – монитор; 12 – исследуемый объект; 13 – датчики контроля энергетических и радиационных параметров; 14 – измерители энергетических и радиационных характеристик

Зарегистрированные значения энергетических и радиационных параметров ионизирующего излучения датчиками (13) передаются в измерители энергетических и радиационных характеристик (14). С измерителей (14) текущие данные энергетических параметров U_a , I_a и радиационных J_n , D_n , P , D_{int} , $Декв$ передаются в блок управления (5), где сравниваются с заданными и нормированными их значениями. При несоответствии текущих значений нормированным происходит регулирование параметров лучевого излучателя (10-1). Измерители энергетических и радиационных характеристик (14) соединены с блоками управления (5), температурного контроля (7), лучевого излучателя (10-1) и приемников теневого изображения (10-2) и датчиков контроля энергетических и радиационных параметров (13) [3].

Литература.

1. Терещенко, Н. Ф. Влияние ионизирующего излучения на человека и его использование в медицине / Н. Ф. Терещенко, П. А. Усачев, Е. Ю. Григорьева // Оптико-электронные информационно-энергетичные технологии. – 2009. – Т. 17, № 1(1). – С. 154–159.

2. Терещенко, Н. Ф. Моделирование минимального напряжения на рентгеновской трубке / Н. Ф. Терещенко, А. В. Христовой // Вестник НТТУ «КПИ». Серия ПРИБОРОСТРОЕНИЕ. – 2012. – № 43. – С. 80–87.

3. Заявка на патент Украины u202001644. Способ мониторингу при диагностике та терапии заболеваний молочной железы / Н. Ф. Терещенко, А. Д. Рудой, И. А. Яковенко.

УДК 535.317

ИМПУЛЬСНЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ ИСТОЧНИК НА КОЛЬЦЕВОЙ ЗЕРКАЛЬНО-ПРИЗМЕННОЙ ЗАДЕРЖКЕ

Магистрант гр. М04-321-1 Ситникова Е. А.

Ст. преподаватель Зарипов М. Р.,

доктор техн. наук, профессор Алексеев В. А.

Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Предлагается импульсный лазерный источник излучения с расширением спектрального диапазона его работы по сравнению с системой, рассмотренной в [1]. На рис. представлена схема источника.

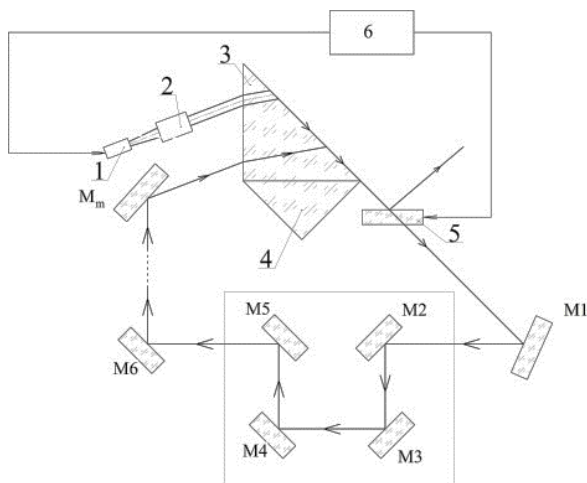


Рис. Структурная схема импульсного лазерного источника

Излучение первого импульса от лазерного источника 1 проходит через систему коллимации 2 для снижения расходимости пучка и поступает на входную грань призмы 3. На отражающую грань этой призмы пучок по-

сле преломления в призме должен поступить под критическим углом полного внутреннего отражения для формирования поверхностной электромагнитной волны. Компенсационная призма 4 обеспечивает сохранение направления распространения пучка. Наклонные зеркала $M1...M_m$ определяют дальнейший обход излучения в системе. Последнее зеркало направляет излучение на входную грань под углом как у входного пучка. Периодический вывод из системы излучения с накопленной энергией происходит с помощью дефлектора 5 по сигналу с блока управления 6.

Литература

1. Алексеев, В. А. Повышение пиковой мощности импульсного источника лазерного излучения с применением кольцевой волоконной линии задержки / В. А. Алексеев, М. Р. Зарипов, А. С. Перминов, Е. А. Ситникова, В. П. Усольцев, С. И. Юран // Приборы и методы измерений. – 2019. – Т. 10, № 2. – С. 151–159.

УДК 681.327.68

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЕ ДИНАМИЧЕСКОЕ ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО С ОПТИЧЕСКОЙ РЕГЕНЕРАЦИЕЙ

Студент гр. 8 Смягликова А. И.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Поляков А. В.
Белорусский государственный университет

При высокоскоростной лазерной передаче информации для космического, а особенно для наземного сегмента спутниковых систем связи, необходимо использовать специализированные быстродействующие буферные запоминающие устройства, позволяющие избежать потерь оптической информации при ее доставке конечному потребителю. Одним из перспективных направлений решения подобных задач является использование волоконно-оптических динамических запоминающих устройств (ВОДЗУ). Достоинством ВОДЗУ является то, что запись информационного потока в них осуществляется в реальном масштабе времени, а хранение данных в цифровой и аналоговой форме возможно в течение времени, необходимого для их последующей обработки. Кроме того, в таких оптоволоконных системах существует возможность организации по одному световоду одновременно нескольких информационных каналов, используя *DWDM*-технологии.

Нами разработана архитектура цифровой волоконно–оптической динамической памяти со спектральным уплотнением информационных каналов, позволяющая значительно расширить информационные характеристики оптопроцессорных систем. Для увеличения времени хранения информации

предложено в оптическом диапазоне реализовать 2R-регенерацию циркулирующих импульсных сигналов (по амплитуде, форме и длительности) с помощью нелинейного оптического кольцевого зеркала (НОКЗ), работающего как интерферометр.

На основе предложенной математической модели распространения сигналов в ВОДЗУ выявлены параметры НОКЗ (коэффициент усиления волоконно-оптического эрбиевого усилителя и длина нелинейного оптоволокна), которые обеспечивают периодическое восстановление сигналов до исходных значений по длительности и мощности импульсов. Предложенный способ регенерации позволил более чем на два порядка увеличить время хранения данных в ВОДЗУ для скорости информационного потока до 10 Гбит/с при условии, что величина ошибки при регистрации информационных импульсов на входе решающего устройства не превышала значения $BER=10^{-9}$.

УДК 621.3.038.825.2

СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛА ИТРИЕВОГО ОРТОВАНАДАТА, АКТИВИРОВАННОГО ИОНАМИ ДИСПРОЗИЯ

Магистрант Юхновская А. В.,
мл. научный сотрудник Вилейшикова Е. В.
Доктор физ.-мат. наук, профессор Юмашев К. В.
Белорусский национальный технический университет

Ортованадат иттрия – важный оптический оксидный материал для различных приложений. В частности, кристаллы ортованадатов $REVO_4$, активированные ионами Nd^{3+} частично коммерциализованы как лазерные активные среды ближней ИК области спектра, их спектрально-люминесцентные свойства детально исследованы. В настоящей работе приводятся результаты исследования спектроскопических характеристик $Dy^{3+}:YVO_4$ (рис.). В спектрах люминесценции кристаллов $Dy:YVO_4$, возбуждаемой на длине волны 457 нм наблюдаются широкие неоднородно уширенные полосы со спектральным положением 480, 575, 661, 753 и 830 нм, связанные с переходами иона Dy^{3+} ${}^4F_{9/2} \rightarrow {}^6H_{15/2}$, ${}^4F_{9/2} \rightarrow {}^6H_{13/2}$, ${}^4F_{9/2} \rightarrow {}^6H_{11/2}$, ${}^4F_{9/2} \rightarrow {}^6H_{9/2} + {}^6F_{11/2}$ и ${}^4F_{9/2} \rightarrow {}^6H_{7/2} + {}^6F_{7/2}$, соответственно. Все полосы люминесценции поляризованы, при этом наибольшие значения пиковой интенсивности достигаются для поляризации $E||c$. Максимальное значение коэффициента ветвления $B_{J'}$ наблюдается для люминесценции в канале ${}^4F_{9/2} \rightarrow {}^6H_{13/2}$, $B_{J'} \sim 70\%$, при этом наблюдается существенное немонотонное тушение видимой люминесценции из этого состояния.

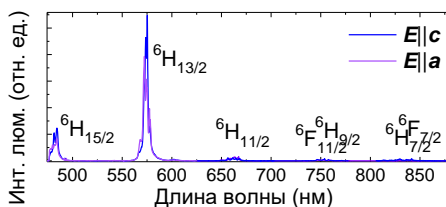


Рис. Спектр поляризованной люминесценции кристалла $\text{Dy}^{3+}:\text{YVO}_4$

Максимум интенсивности для данной полосы наблюдается на длине волны 575,6 нм с FWHM ~ 5 нм. Полосы люминесценции, соответствующие переходам ${}^4\text{F}_{9/2} \rightarrow {}^6\text{H}_{11/2}$ и ${}^4\text{F}_{9/2} \rightarrow {}^6\text{H}_{9/2} + {}^6\text{F}_{11/2}$ имеют максимумы при 667 нм (FWHM ~ 14 нм) для поляризации $E||a$ и 753 нм (FWHM ~ 12 нм) для поляризации $E||c$, соответственно.

УДК 0681.7.01 (075.3)

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ДАЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНЫХ ДАЛЬНОМЕРОВ

Студенты гр. 11311117 Мандик Н. С., Богданович 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 готовно-

сти 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 535.8

МАЛОГАБОРИТНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ПРИЦЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ СНАЙПЕРОВ

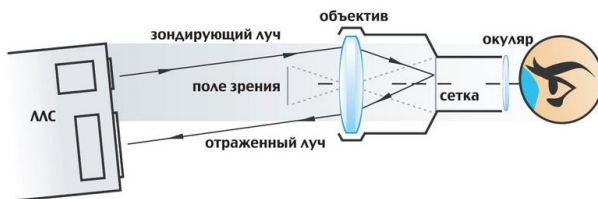
Магистрант Кузьмин А. В.

Кандидат техн. наук, доцент Фёдорцев Р. В.

Белорусский национальный технический университет

Американские военные подразделения для обнаружения оптических снайперских систем активно используют пассивные акустические системы (ПАС). Одним из существенных преимуществ таких систем является высокая точность обнаружения объекта наблюдения на открытых пространствах и территориях, однако это становится возможным только после осуществления первого выстрела, что в ряде случаев становится критичным для цели при высокой квалификации стрелка. В условиях городской инфраструктуры такой метод определения снайпера становится малоэффективным, поскольку звуковая волна испытывает многократные переотражения от зданий и сооружений вызывая вторичную интерференцию.

Вторым эффективным методом обнаружения оптических снайперских систем является зондирование сектора пространства многоканальными приборами со встроенным приёмо-передающим инфракрасным лазерным модулем, в которых зондирующий луч фокусируется телеобъективом снайперского прицела в плоскости прицельной сетки и отразившись от неё регистрируется в приёмном канале прибора обнаружения (ЛЛС) эффект световозвращения или «обратный блик» (см. рис.) [1].



По этому принципу построена целая линейка современных наблюдательных приборов: «Антиснайпер», «Луч-1», «Мираж-1200», «МИФ-350», «Призрак-М», «Самурай» и др.

На сегодня актуальной задачей для таких оптических приборов становится разработка эффективного встроенного программного обеспечения, обеспечивающего устойчивое формирование полезного сигнала на основе работы адаптивных алгоритмов фильтрации на фоне шумов.

Литература

1. Прибор обнаружения оптики «Антиснайпер», ООО НПЦ «Транскрипт» Москва. <http://www.anti-systems.ru/extrainfo/AntisniperM75%20Ru.pdf>.

УДК 621

ПОДБОР РЕЖИМОВ ДЛЯ ГРАВИРОВКИ КОРПУСА С-8 НА УСТАНОВКЕ КВАНТ-60

Студент гр. Б08-321-1 Мингараев К. Р.

Корнеева И. Н.

Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

В работе предложена, исследована и реализована технология лазерной гравировки корпуса С-8. В настоящий момент на предприятии надпись наносится ручным клеймением с большой погрешностью нанесения и возможностью порчи изделия. Актуальность выбранной темы заключается в необходимости точного нанесения номера изделия, с установленной глубиной, технология которой на предприятии отсутствует. Достоинство лазерной гравировки заключается в отсутствии физического воздействия на материал, в скорости процесса и точности позиционирования.

Было проведено сравнение теоретических расчетов оптимальной длины волны и длины волны фактически имеющейся установки. Установлено, что длина волны рассматриваемой установки оптимальна. Исследования проводились на установке «Квант-60» с мощностью 16 Вт, с длиной волны 1064 нм, длительностью импульса 7 мкс, диаметром сфокусированного

пучка на материале 50 мкм. Проведен ряд экспериментов с последовательным изменением основных параметров лазерной установки. Из режимов гравировки подобран вариант №4, при котором обеспечивается наиболее оптимальное время и глубина маркировки.

Таблица

Режимы гравировки

№	Сила тока (I), А	Скорость передвижения луча (V), мм/мин.	Частота (ν), Гц
1	27	60	6000
2	27	20	3000
3	28	40	4500
4	28	30	2500
5	29	60	2500

Практическая ценность дипломной работы заключается в том, что разработанный проект готов к использованию, технология внедряется на предприятии.

Литература

1. Внедрение технологии лазерной маркировки в сборочном производстве // Научное сообщество студентов XXI столетия. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: сб. ст. по мат. XV междунар. студ. науч.-практ. конф. № 15. Кузьмина Т.А.

2. Лазерная маркировка материалов. В. А. Валиулин, С. Горный, Ю. Гречко, М. Патров, К. Юдин, В. Юревич, 2007.

УДК 621.3.032.26(075.8)

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

Магистрант гр. 816001 Недабой Т. Д.

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

Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники

Для увеличения эффективности системы управления элементами лазерного комплекса, была модернизирована структурная схема системы подготовки управляющих программ [1, 2]. В рамках предложенных решений стало возможным модернизировать процесс автоматического выбора рациональных режимов обработки на основе методов принятия решений.

Для доказательства преимуществ процесса автоматизации выбора режимов обработки предлагаются модели принятия решений и процедура сравнения при использовании традиционных методов экспериментов и методов с использованием средств автоматизации процесса выбора режимов обработки, как альтернативы произвольному числу экспериментов. Алгоритм принятия оптимальных решений, согласно схеме на рис. а, представляет со-

бой итерационный процесс, с корректировкой первичных сведений на каждом пробном цикле, причем количество итераций напрямую зависит от субъективных параметров источника запроса, от наличия и объема статистических данных, накопленных в предыдущих экспериментах. При этом необходимость процесса корректировки запросов возникает либо по причине получения неполной информации (правая ветвь корректировки запроса на рис. а, либо по причине получения неадекватной информации (левая ветвь корректировки). Такая процедура имеет низкую эффективность реализации выбора рациональных режимов лазерной обработки.

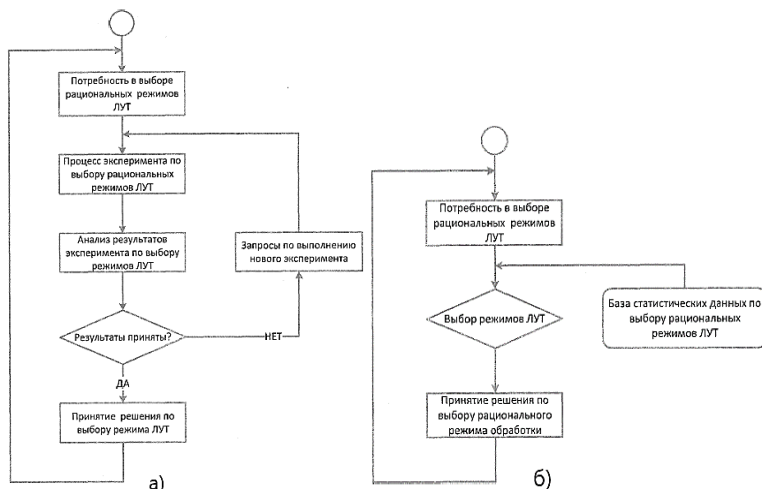


Рис. Блок-схема реализации традиционного способа принятия решений при контроле параметров процесса: с участием человека (а); без участия человека (б)

Применение подсистемы, представленной на рис. б, предполагает принятие решений по выбору режимов обработки самой подсистемой, без участия человека. Такую модель принятия решений можно отобразить в виде выражения (1):

$$P: Qj \rightarrow Rj, j = 1, 2 \dots m, \quad (1)$$

где P – цель принятия решения; Q – некоторое множество попыток на эксперимент; Rj – некоторое множество результатов эксперимента.

Анализ модели показывает, что применение автоматизированной подсистемы управления выбором рациональных режимов с помощью автоматизированной подсистемы практически исключает итерационный процесс, упрощает процедуру принятия решений, что делает ее более эффективной.

Функциональность, специфичная для лазерного обрабатывающего центра, определяется видом интерполятора, обеспечивающего основные функции управления выбором режимов и движением по заданной траектории:

1. Управляющая программа в коде ISO-7bit поступает на вход интерпретатора, который решает задачу синтаксического анализа кадров программы и задачу эквидистантной коррекции, а также выполняет различные преобразования координат. Интерпретатор генерирует порцию команд по подбору параметров и движения, передавая их интерполятору.

2. Интерполятор извлекает команду подбора и движения из сгенерированного списка, анализирует ее и генерирует данные о приращениях координат в течение заданного времени движения (учитывая требуемые параметры).

3. Приращения координат передаются в модуль ввода-вывода, который затем напрямую или после необходимых преобразований отправляет их приводам движений.

Литература

1. Новые направления развития приборостроения: Материалы 12-й Междунар. научно-технической конференции. Минск, 17 апреля 2019 г. – С. 275–276.

2. Система управления технологическим процессом лазерной обработки Приборостроение –2019: материалы 12-й Междунар. НТК, Минск, 13–15 нояб. 2019 г., БНТУ. – Минск, 2019. – С. 459–461.

3. Мартинова, Л. И., Мартинов, Г. М. Организация межмодульного взаимодействия в распределенных системах ЧПУ. Модели и алгоритмы реализации // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2010. – № 11. – С. 50–55.

УДК 681.7.067.2

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОБЪЕКТИВОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

Студент гр. 11311116 Шанчук В. А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время используется множество различных типов объективов: фотографические, киносъёмочные, аэрофотосъёмочные, телевизионные, репродукционные, проекционные, флюорографические, астрофотографические. Также существуют объективы для невидимых областей спектра: инфракрасные и ультрафиолетовые.

Также они делятся на различные категории по типу конструкции (монокль, перископ, триплет и др.), по виду применяемой абберрационной коррекции (ахромат, апланат, апохромат и др.), по диапазону значений фокусного расстояния (трансфокатор, объективы с постоянным фокусным расстоянием).

янием), по способу фокусировки (объективы с ручным фокусом и автофокусом), по угловому полю (объективы с нормальным полем зрения, широкоугольные объективы, портретные объективы и др.).

Объективы типа триплет и перископ, объективы с ручным фокусом и автофокусом используются в качестве фотообъективов. Объективы типа монокль используются фотографами в качестве мягкорисующего объектива для съёмки натюрмортов. Объективы – ахроматы, – апохроматы нашли своё применение в зрительных трубах и телескопах из-за хорошего исправления хроматической и сферической аберраций. Трансфокаторы нашли своё применение в оптических прицелах и объективах, предназначенных для съёмки (объективы с цифровым и оптическим зумом). Панкратические объективы широко используются в оптических прицелах (панкратический объектив – это трансфокатор, в котором фокусное расстояние изменяется не ступенчато, а плавно). Портретные объективы используются для фото – и киносъёмки. Широкоугольные объективы широко применяются для дистанционного зондирования Земли, а также используются в зеркальных и дальномерных фотоаппаратах, кинокамерах с зеркальным обтюратором.

Благодаря множеству существующих вариаций, объективы стали практически неотъемлемой частью любой оптической системы.

Литература

1. Русинов М. М. Композиция оптических систем. Изд. 2-е. – М.: Книжный дом «ЛИБРКОМ», 2011. – 384 с. (Классика инженерной мысли: оптика и её приложения).

УДК 681.786.2

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОРОТКОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 405 нм НА ЖИВОТНЫЕ И РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

Магистрант Вяжевич Г. И.

Кандидат техн. наук, доцент Фёдорцев Р. В.

Белорусский национальный технический университет

Влияние излучения определённой длины волны на клетки живых организмов было замечено ещё в начале 20-го века [1], задолго до изобретения лазера. С развитием медицины и лазерной техники было доказано, что для эффективного лечебного, антибактериального или восстановительного воздействия необходимы оптимальные, а не максимальные энергетические параметры лазерного излучения [2]. К этим параметрам относятся мощность, экспозиция и длина волны излучения.

С целью исследования влияния лазерного излучения с длиной волны 405 нм на животные и растительные ткани, то для проведения необходимых экспериментов, а также мониторинга всего протекающего процесса необходим стенд для наблюдения и регулирования параметров лазерного излучения, которые были представлены выше. Главным элементом стенда является лазерный диод с длиной волны 405 нм и предельной мощностью в 500 мВт. Для его питания был разработан линейный стабилизатор тока. Из-за особенностей поставленной задачи система управления лазера включает в себя так же импульсный драйвер с цифровым управлением, который необходим для регулировки экспозиции лазерного излучения и частоты световых импульсов. Таким образом, происходит стабилизация питающего тока в импульсе лазерного диода, а так же регулировка экспозиции и частоты световых импульсов.

Для удобства управления и ведения результатов измерений в схеме предусмотрен дисплей и цифровой выход для подключения к компьютеру. В качестве устройства наблюдения используется внешняя камера, которая так же подключается к компьютеру для возможности ведения записи либо сравнения результатов исследований с предыдущими.

Литература

1. Finsen N. R. Ueber Die Bedeutung Der Chemischen Strahlen Des Lichtes Für Medicin Und Biologie: Drei Abhandlungen. – Leipzig, Verlag von F.C.W. Vogel, 1899. – 91 p.

2. Irradiation parameters, dose response, and devices // Handbook of Photomedicine / Edited by M. R. Hamblin, Y.-Y. Huang. – Boca Raton – London – New York: CRC Press, 2016. – P. 563–567.

УДК 681.785.6

СТЕНД ДЛЯ ПРОВЕРКИ ПАРАМЕТРОВ ЛАЗЕРНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

Студент гр. 11311215 Кузнецов А. В.^{1,2}

Кандидат техн. наук, доцент Фёдорцев Р. В.¹

Инженер-конструктор 1 кат. ОАО «Пеленг» Музыкачка О. В.²

¹Белорусский национальный технический университет

²ОАО «Пеленг»

Основными выходными параметрами лазерных излучателей являются длина волны и частота излучения, энергия и мощность импульса, спектральные и временные характеристики, а также состояния поляризации и когерентности излучения. Существующее контрольно-измерительное оборудование различных производителей позволяет одновременно оценить три, четыре указанных параметра. Для расширения технологических возможностей и повышения эффективности работы ОАО «Пеленг» предложен стенд

(рисунок) для оценки выходных оптических характеристик лазеров на кристалле $\text{KGd}(\text{WO}_4)_2$, работающих в импульсном режиме ($\sim 0,33$ Гц) с активной или пассивной модуляцией добротности (табл.). Выходная апертура пучка $\sim 1,2$ мм.

Таблица

Наименование параметра	He-Ne лазер модификация 1	He-Ne лазер модификация 2
Энергия в импульсе E , мДж	8 – 10	Не менее 12
Длительность импульса t , нс	18 – 20	5 – 6
Угловая расходимость $\theta_{0,5}$, мрад	4,0 – 4,5	3,0 – 3,5
Габаритные размеры ($L \times B \times H$), мм	64,5×54,5×132	64,5×54,5×151

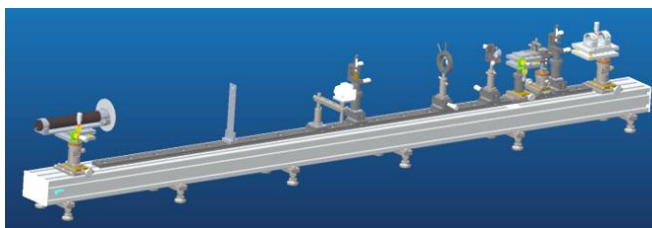


Рис. Внешний вид стенда для проверки параметров лазерных излучателей

Функционально стенд включает модули: блок оптический, измеритель энергии Laser Star Dual Channel, датчики энергии PE25BF-C и 3A-P, детектор лазерного излучения VRC4, осциллограф АКПП-4119/4, стойку, подставку, пластину, пульт питания высоковольтный, комплект кабелей и разъемов, экран, дистанционный пульт управления и прочие узлы.

УДК 621.3.038.825.2

ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СТЕКЛОВОЛОКНЕ МЕТОДОМ ЛИЭС

Студент гр. 11311215 Шор Р. В.^{1,2}

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Ясюкевич А. С.¹

Начальник сектора атомно-эмиссионных аналитических приборов
ООО «СОЛ инструментс» Дубовский В. Л.²

¹Белорусский национальный технический университет,

²ООО «СОЛ инструментс»

Стекловолоконно широко используется во многих отраслях промышленности. Контроль состава исходного материала для производства стекловолокна может производиться различными методами, такими как рентгенофлуоресцентный анализ (РФА), атомно-эмиссионный анализ (АЭА),

лазерно-искровая эмиссионная спектрометрия (ЛИЭС). Метод ЛИЭС обладает некоторыми преимуществами перед методами РФА и АЭА. Так, например, РФА имеет значительные сложности, в отличие от метода ЛИЭС, при определении содержания химических элементов, стоящих в периодической таблице перед углеродом. Эти элементы, такие как литий, бериллий и бор применяются для изготовления некоторых видов стекла и стекловолокна.

В данной работе был проведен количественный химический анализ состава алюмоборосиликатного стекла (АБСС) методом ЛИЭС на приборе LEA-S500 (solinstruments.com) (см. табл. 1) и установлен оптимальный режим работы прибора (см. табл. 2).

Таблица 1

Массовый элементный состав АБСС

	B	Ca	Al	Zr	Fe	Mg	Ti	Na	F	K	Si
Результат, %	10.09	20.56	13.76	0.034	0.068	2.26	0.034	0.35	0.43	0.02	52.46
Погрешность, %	0.325	0.36	0.14	0.002	0.001	0.04	0.001	0.07	0.03	0.001	0.34

Таблица 2

Параметры режима измерения

Тип режима	Двухимпульсный
Задержка между лазерными импульсами, мкс	7
Пары лазерных импульсов для очистки поверхности	10
Пары регистрационных лазерных импульсов	20
Зона анализа, мкм	300

В результате выполнения работы впервые реализован метод контроля алюмоборосиликатного стекла методом ЛИЭС на стадии производства стекловолокна. Продемонстрирована высокая чувствительность данного метода при анализе состава стекла и его экономическая эффективность.

УДК 681.786.2

ЛАЗЕРНАЯ ДАЛЬНОМЕТРИЯ

Студент гр. 11311215 Юшевич Д. О.

Доктор физ.-мат. наук, профессор Кулешов Н. В.

Белорусский национальный технический университет

Задача измерения расстояния была актуальна всегда и в настоящее время обладает высокой значимостью, что обусловлено необходимостью точного позиционирования объектов. Данную задачу выполняют лазерные дальномеры, которые позволяют быстро определить расстояние с высокой точностью.

Находящийся на вооружении лазерный дальномер ДЛ-20 позволяет определять расстояние до 20 км (рис.). Его главной особенностью является совместное применение с оптическим визиром, который позволяет использовать прибор в качестве выносного модуля. Принцип действия прибора основан на измерении времени прохождения импульса, излученного передатчиком лазерного дальномерного модуля, до цели и обратно.

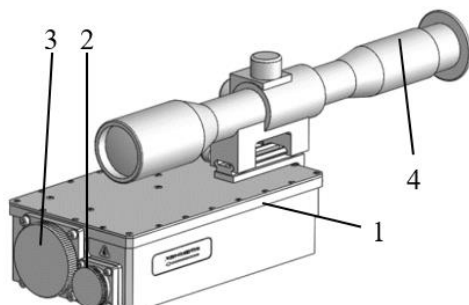


Рис. Внешний вид ДЛ-20: 1 – модуль приемо-передающий; 2 – передающий канал с защитной крышкой; 3 – приёмный канал с защитной крышкой; 4 – визир оптический

Рассмотрим применение дальномера ДЛ-20. Функционально лазерный дальномер включает в себя два канала: передающий и приемный. Излучатель передающего канала формирует импульс длиной волны 1064 нм, длительностью 14 нс и энергией до 60 мДж. Зондирующий импульс, отражается от объекта, расположенный в поле зрения передающего канала. Отраженный импульс поступает на входной объектив приемного канала и детектируется лавинным фотодиодом (ЛФД). Электрические сигналы ЛФД являются «Стоповыми» для измерителя временных интервалов (ИВИ). Часть энергии зондирующего импульса излучателя передающего канала отводится через волокно на ЛФД приемного канала и является «Стартовым» импульсом для измерителя временных интервалов (ИВИ). Дальность до целей определяется по времени задержки «Стопового» сигнала, отраженного от цели, относительно зондирующего импульса – «Старт» сигнала.

Результаты расчета центральное процессорное устройство лазерного дальномера передает внешнему устройству управления, выводя его на дисплей.

ДВУХКАНАЛЬНЫЙ КОМПАКТНЫЙ МОНОКУЛЯР-ДАЛЬНОМЕР

Магистрант Муравьев Д. С.^{1,2}

Кандидат техн. наук, доцент Фёдорцев Р. В.¹,
инженер-исследователь 1 кат. Свибович И. В.²

¹Белорусский национальный технический университет

²УП «НТЦ «ЛЭМТ»

Комбинированный монокуляр модели TN-KS/2 предназначен для обнаружения/распознавания объектов типа человек на расстоянии 600/300 м по тепловизионному каналу и 250/100 м по ночному каналу. Монокуляр обеспечивает эффективную работу в спектральном диапазоне 8–12 мкм и видимой области. Тепловизионный модуль построен на базе неохлаждаемого микробалометра с разрешением 284×288 пикс. В ночном канале используется ЭОП поколения 2+. Проверку минимальной рабочей освещённости для ночного канала прибора проводили на стенде DT 1200 по тест-объекту USAF-1951 с использованием программы TCB Control.

Система автоматической регулировки яркости обеспечивает постоянный уровень яркости экрана ЭОП даже при значительных колебаниях освещённости на местности. Каналы объединены с помощью куб-призмы. Угловое поле зрения для тепловизионного канала составляет $(23,53 \times 18,1) \pm 1$ град. и для ночного канала 38 ± 1 град. Переключение между каналами «Т/Н» выполняется посредством специальной рукоятки. Отображение информации о дальности цели осуществляется на OLED микродисплее с разрешением 800×600 пикс и в окулярном блоке с небольшой диоптрийной подстройкой в пределах ± 2 диоптр (рис.).

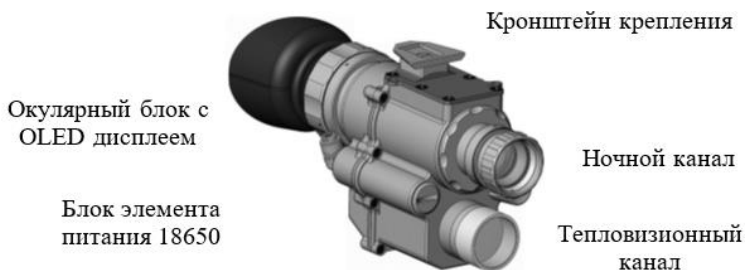


Рис. Внешний вид комбинированного монокуляра

Проведенные предварительные испытания прибора показали его устойчивость к воздействию синусоидальных вибраций в диапазоне частот от 15 до 80 Гц с амплитудой ускорения $39,2 \text{ м/с}^2$ (4g).

ЛИНЗОВЫЙ ИНФРАКРАСНЫЙ ОБЪЕКТИВ С АХРОМАТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИЕЙ

Магистрант Чернавчиц Д. А.

Доктор техн. наук, профессор Артюхина Н. К.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время широкое распространение приобрела различная аппаратура, работающая в инфракрасном (ИК) диапазоне спектра, применяемая в промышленности и научных исследованиях. Приборы наведения применяются в различных сферах деятельности, начиная от метеорологии (определения типа облаков и их движения) и заканчивая приборами военной техники. При рассмотрении оптических систем, работающих в ИК области спектра, предпочтение очень часто отдают зеркальной оптике в связи с трудностями подбора линзовых материалов, прозрачных в этой области [1, 2]. К линзовым системам предъявляются жёсткие требования по весу и габаритным характеристикам, технологии и стоимости их изготовления.

В работе рассматриваются методики расчетаахроматических линзовых объективов, применяемых в приемных каналах приборов наведения.

Условиеахроматизации является выражение: $ds' = \sum \frac{\Phi}{v} = 0$, где Φ – оптическая сила линзы, входящей в склейку, которые определены выражениями:

$$\Phi_1 = \frac{v_1}{v_1 - v_2}; \quad \Phi_2 = 1 - \Phi_1,$$

где v_1 и v_2 – коэффициенты дисперсии материалов линз склеенного объектива, при этом используют оптические стёкла различных марок [3].

Перспективы проведенной работы состоят в дальнейшем усовершенствовании прибора наведения в части модернизации приемного канала. Развитие работ по разработке данного прибора позволит создать конкурентоспособный образец прибора на отечественном и международном рынках.

Литература

1. Тарасов, В. В. Инфракрасные системы 3-го поколения / В. В. Тарасов, И. П. Торшина, Ю. Г. Якушенко. – М.: Логос, 2011. – 240 с.
2. Night thermal sight <http://dlib.eastview.com/browse/doc/13113060/2505.11.afqks\mht>.
3. Запругаева, Л. А. Расчет и проектирование оптических систем / Л. А. Запругаева, И. С. Свешникова. – М.: Логос, 2010. – 581 с.

ДЕГРАДАЦИЯ ОДНОВАТТНЫХ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ ФИРМЫ HELIO OPTOELECTRONICS CORP

Студент гр. 10301119 Шупенько А. Г.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Манего С. А.

Белорусский национальный технический университет

Анализ развития изделий оптоэлектронной техники (ИОТ) показывает существенное увеличение долговечности светодиодных устройств, поэтому, все более актуальной становится задача сокращения производственных испытаний на надежность и долговечность. Одним из методов, с помощью которых можно успешно решить данную задачу, является метод ускоренных испытаний, в котором для ускорения процессов старения используются форсированные режимы, т. е. режимы, превышающие нормальные режимы функционирования. При проведении форсированных испытаний необходимо решить задачи выбора воздействующих факторов, которые влияют на скорость процесса старения и возникновения отказа СИД. Оптоэлектронные приборы при номинальных режимах функционирования и номинальной нагрузке имеют запас работоспособности и определенную внутреннюю физическую картину состояния прибора. В случае превышения этих режимов или нагрузки состояние прибора во времени, вызванное процессами деградации и старения, будет меняться интенсивнее.

В работе рассмотрены основные подходы к обнаружению и выявлению ранних признаков деградации одноваттных светоизлучающих диодов (СИД) фирмы HELIO Optoelectronics Corp. (НМНР-ЕІLU). Необходимо отметить, что выбор методики контроля качества СИД в процессе эксплуатации актуален как в научном, так и прикладном аспекте. Известно, что для светодиодных устройств, содержащих n – идентичных компонент, надежность равна: $R(t) = \exp(-\lambda_i * n_i * t_i)$, где $R(t)$ – вероятность того что система будет работать в течении времени t ; λ_i – скорость старения i -ой компоненты; t_i – время работы i -ой компоненты

В качестве показателя надежности СИД выбирают медианный ресурс – время наработки до наступления 20 % уменьшения интенсивности излучения светодиода.

На все светодиоды подавался стабилизированный ток $I_F = 300$ мА. В форсированном режиме температура окружающего воздуха выбиралась, таким образом, чтобы температура активной области СИД не превышала 130 °С. Температура активной области СИД, определялась по сдвигу максимума спектра излучения при двух режимах: при форсированных испытаниях и при импульсной накачке СИД ($I = 100$ мА, $f = 25$ кГц, $\tau = 100$ нс, $T = 297$ °С). Температурный коэффициент ширины запрещенной зоны

InGaN, равен 0,4 мЭВ/К. Периодичность измерения оптических и электрических параметров светодиодов была не реже 2-х в сутки.

Анализ изменения максимума интенсивности от длительности испытаний ($t = 500$ ч.) для различных СИД (НМНР-Е1LU) показал, что для точной оценки длительности процесса старения светодиодов необходимо увеличить точность определения информационных параметров и методики формированных испытаний.

УДК 621.382

ПРИМЕНЕНИЕ СВЕТОДИОДОВ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Студент гр. 10309119 Антонов Н. Г.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Манего С. А.

Белорусский национальный технический университет

За последнее десятилетие в связи с внедрением светодиодов (СД) в автомобильной промышленности существенно изменился дизайн автомобилей. Такой прогресс обусловлен рядом аспектов:

- развитием в области технологии изготовления полупроводниковых многослойных структур и специальных теплоотводящих подложек (сапфир, керамика, карбид кремния и т. д.);
- оптимизацией дизайна, в области вывода света, тепла и эффективности преобразований электрической энергии в световую;
- созданием сверхярких светодиодов, излучающих белый свет;
- уменьшение затрат на производство и, как следствие, удешевление твердотельной светотехнической продукции.

Это обеспечивает существенное улучшение потребительских свойств и повышение конкурентоспособности светодиодных излучателей по сравнению с традиционными источниками света (лампы накаливания, флуоресцентные и галогенные лампы). Известно, что светодиоды – сочетают широкую цветовую гамму, исключительную энергоэффективность, большой срок службы, надежность и дизайн. Использование светодиодных источников света в автомобильных фарах особенно важно с точки зрения безопасности, поскольку они очень быстро реагируют на изменение электрического сигнала. Так, время включения светодиодной лампы меньше, чем у стандартной лампы на миллисекунды, что существенно уменьшает тормозной путь при высокой скорости движения автомобиля [1]. Тенденция применения (СД) показывает, что к 2030 году 20 % передних фар легковых автомобилей будут оснащены светодиодными устройствами, тогда как в 2015 году их было 2 % [2]. Следует также отметить, что светодиодные источники

света эффективно используют в современных технологиях, включая AFS (Advanced Front Lighting System – адаптивное освещение дороги), ADB (Adaptive Driving Beam – неслепящий дальний свет), дальний свет без бликов, автоматическое выравнивание и матричный луч (matrix beam).

Однако при использовании (СД) возникает ряд трудностей. Поэтому для достижения желаемых показателей эффективности при разработке таких систем освещения необходимо учитывать ряд взаимосвязанных параметров, таких как, световой поток, сила тока, падение напряжения на *p-n*-переходе. Следует также отметить очень высокую чувствительность этих параметров к температуре.

Таким образом, повышение эффективности и увеличение срока службы светодиодов по сравнению с обычными осветительными приборами позволяют предполагать, что они скоро полностью вытеснят традиционные источники света.

Литература

1. Özdil, İ. Otomotiv Aydınlatma Sistemlerinde Kullanılan LED'li Elektronik Devre Kartlarının Hesaplamalı Isıl Analizi. Master Thesis, Uludağ University Institute of Science and Technology, Mechanical Engineering, 2015.

2. LED Headlamps: 20% by '30? Driving Vision News (DVN), 2016.

УДК 681.785

ПРИМЕНЕНИЕ РЕФРАКТОМЕТРИИ

Студент гр. 11310116 Мергурьев И. С.

Ассистент Люцко К. С.

Белорусский национальный технический университет

Преломление света, рефракция – изменение направления распространения света при его прохождении через границу раздела двух сред. Термин «рефракция света» чаще используют при описании распространения света в среде с плавно изменяющимся коэффициентом преломления от точки к точке [1].

Рефрактометрия фиксирует зависимость соотношения компонентов в смеси от её показателя преломления (рис.), 1 и 2 на рисунке – разные среды.

$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \quad (1)$$

Преимущества применения рефрактометрического анализа это – быстрота, простота и высокая точность анализа, если необходимы более точные

результаты, то применяют интерферометр. Таким образом, можно исследовать множество разнообразных по составу систем, например, лекарственных препараты. С помощью рефрактометрии обычно исследуют количественное соотношение веществ, но можно провести и качественный анализ, в таком случае показатель преломления (в эксперименте) не будет соответствовать показателю преломления чистого вещества из-за загрязнения. Также можно провести рефрактометрическую идентификацию, для этого проводят измерение физических характеристик: (плотности, температуры кипения и т. д.) и измеряют величину преломления. Эти данные сравнивают со справочными данными и таким образом устанавливают природу веществ.

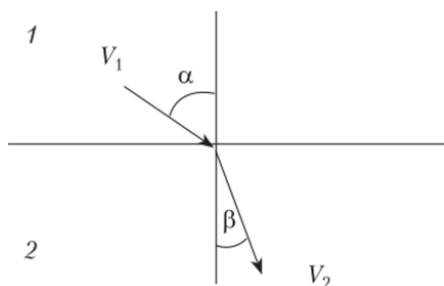


Рис. Схема преломления лучей на границе сред

Литература

1. Латышенко, К. П. Технические измерения и приборы: в 2 т. / К. П. Латышенко – 2 изд. – М.: Юрайт, 2019.– Т. 2.

УДК 621.382

РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ УЛИЧНЫХ ДОРОГ

Студент гр. 11303119 Ахремчик А. А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Манего С. А.

Белорусский национальный технический университет

В последние годы проблема энергосбережения становится все более масштабной и существенной. Что касается Республик Беларусь, эта проблема носит принципиальный характер, так как страна энергозависима от импорта энергоресурсов. Необходимость энергосбережения на предприятии и быту требует, как повышения энергетической эффективности производства, так повсеместного внедрения энергоэффективных устройств в городских хозяйствах и быту.

В данной работе мы рассмотрим мероприятия, которые необходимы для внедрения в г. Минске, эффективного энергосбережения. Для этого, необходим комплекс мер, которые приведут к сокращению расходов энергии. В первую очередь речь идет об использовании современного энергосберегающего оборудования.

Правильно выстроенная структура энергосбережения в городском хозяйстве (ЖРО), позволит добиться значительного повышения эффективности использования энергоресурсов и экономии финансовых средств. Здесь, мы перечислим ряд энергосберегающие мероприятия, которые могут быть реализованы в г. Минске:

- модернизация систем наружного освещения дорог и улиц – установки светодиодных светильников;
- модернизация систем внутреннего освещения – установки светодиодных светильников и датчиков движения;
- реконструкция и капитальный ремонт внутридомовых инженерных систем с использованием энергоэффективного оборудования;
- установка и наладка автоматизированных узлов управления тепло-снабжением с погодозависимой автоматикой;
- установка теплоотражающих экранов за радиаторами;
- установка индивидуальных регуляторов тепла в квартирах, установка энергоэффективных стеклопакетов;
- закрытие теплового контура, утепление оконных и дверных проемов, чердачных и подвальных перекрытий, замена входных дверей и герметизация межпанельных швов;
- замена, ремонт, утепление участков трубопроводов ЦО.

Одним из аспектов эффективного энергосбережения в городе является энергоэффективность осветительных устройств дорог и улиц. Современные проблемы энергоэффективного освещения многогранны и имеют широкий спектр. Так, оценка энергоэффективности светодиодных устройств освещения дороги проводилась при следующих условиях. Был выбран типовой участок автодороги длиной 1 км по 3 полосы в двух направлениях, имеющий 80 светильников, высота опор – 9 м., опоры располагаются по обеим сторонам дороги с шагом 40 м. В качестве осветительных приборов использовались светодиодные уличные светильники FREGAT LED 110 (W) HFD 4000K IK от компании «Световые Технологии». Расчеты показывают, что простой срок окупаемости (T_n) 4,4 года, динамический срок окупаемости (T_d), 4,7 года. Внутренняя норма доходности ($E_{вн}$) более 10 %.

ПРИЦЕЛ ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ

Студент гр. 11311215 Сергиевич Е. К.,
студент гр. 11311216 Бобко А. Н.

Доктор техн. наук, профессор Артюхина Н. К.
Белорусский национальный технический университет

Прицел – оптическое устройство, предназначенное для наведения оружия на цель при стрельбе в любых условиях освещенности: в дневное время, в сумерках и ночью (вместе с ПНВ). Тепловизионный прицел военного назначения служит для точного наведения оружия на цель при стрельбе ночью и днем в условиях плохой видимости (пыль, дым и туман). Работа прицела построена на принципе регистрации теплового излучения от наблюдаемых объектов соответствующими приемниками.

Оптико-электронные системы визуализации невидимых человеческому глазу изображений, создаваемых в инфракрасном (ИК) диапазоне спектра, находят широкое применение в различных областях науки, техники, в том числе и в военной промышленности. Целью визуализации является обеспечение возможности восприятия человеком информации в изображениях [1, 2].

ИК объектив, пропускающий излучение в области 8...14 мкм, проектирует изображение на высокочувствительную тепловизионную микроболометрическую матрицу. Коэффициент пропускания объектива в этой области должен быть не менее 85 %. Каждый элемент матрицы формирует электрический сигнал, пропорциональный уровню падающей на него тепловой энергии. Электрические сигналы обрабатываются комплектом электронных плат, размещенных в корпусе, и передаются дальше в устройство визуализации в формате аналогового телевизионного сигнала. Для точной фокусировки объектива прицела в зависимости от дистанции до объекта служит кольцо фокусировки с рифлением.

Перспективы представленной работы состоят в модернизации тепловизионного прицела в окулярном блоке. Осуществлена диоптрийная наводка окуляра с помощью кольца и разработан наглазник для фиксации глаза стрелка относительно окуляра.

Литература

1. Ллойд, Дж. Системы тепловидения / Дж. Ллойд. – М.: Мир, 1978. – 282 с.
2. Криксунов, Л. З. Тепловизоры / Л. З. Криксунов. – Киев: Техника, 1997. – 287 с.

МИКРОСКОП АВТОКОЛЛИМАЦИОННЫЙ ПЕРЕМЕННОГО УВЕЛИЧЕНИЯ

Студент гр. 11311116 Ёлочкин Е. С.

Доктор техн. наук, профессор Артюхина Н. К.

Белорусский национальный технический университет

Микроскоп – устройство, предназначенное для увеличения изображения объектов изучения для просмотра скрытых для невооруженного глаза деталей их структуры. Обеспечивает увеличение объекта до нескольких тысяч крат, что позволяет проводить исследования, которые невозможно получить, используя любое другое оборудование. Микроскопы широко применяются в медицине и лабораторных исследованиях. В настоящее время с их помощью проводится инициализация опасных микроорганизмов и вирусов с целью определения метода лечения. Конструкции микроскопов постоянно совершенствуются [1, 2].

В основу автоколлимационных методов измерений положено формирование светового пучка в прямом и обратном ходе (посылаемого на измеряемый объект и возвращенного) одним объективом. Автоколлимационные микроскопы применяют со сменными объективами, например, используют для измерения малых радиусов кривизны (от 1 до 100 мм). В настоящей работе приводятся результаты модернизации автоколлимационного микроскопа переменного увеличения, предназначенного для центрировки линз, объективов при сборке, а также решения иных задач. Видимое увеличение микроскопа порядка 118 крат. Используется объектив переменного увеличения, на сетке которого параллельно прорезанному пазу нанесена шкала расстояний для положительных и отрицательных автоколлимационных точек, и цены деления трубки; изображение автоколлимационных точек рассматривается при этом на сетке окуляра или экране монитора (при установленной видеокамере).

Перспективы проведенной работы состоят в дальнейшем усовершенствовании автоколлимационного микроскопа. Развитие работ по разработке данного прибора позволит создать конкурентоспособный образец прибора на отечественном и международном рынке.

Литература

1. Скворцов, Г. Е. Микроскопы / Г. Е. Скворцов и др. – Л.: Машиностроение, 1969. – 511 с.
2. <https://www.microsystemy.ru/info/articles/izmeritelnny-mikroskop>.

КОМПОЗИЦИЯ ИЗ КОНЦЕНТРИЧЕСКИХ ЗЕРКАЛ

Студенты гр. 11311116 Лобаневская А. А., Евстрат Я. В.

Доктор техн. наук, профессор Артюхина Н. К.

Белорусский национальный технический университет

За последнее время в оптическом приборостроении в значительной степени выросла роль зеркальных и зеркально-линзовых систем в связи с развитием инфракрасной техники, растровых электронных микроскопов, микроскопов для микроспектрального локального анализа, ультрафиолетовой микроскопии и т. д.

В работе рассмотрены композиции из концентрических зеркал с четырьмя отражениями, которые имеют высокие оптические характеристики и отличаются простотой конструкции. Зеркальные объективы с четырьмя отражениями разделяют на системы [1]:

- с разнесенными вершинами зеркальных поверхностей;
- с попарно совмещенными вершинами четных и нечетных зеркал;
- из двух компонентов с двумя отражениями от каждого.

Предложенный объектив относится к третьей группе зеркальных систем и формирует изображение в бесконечности. Может использоваться в микроскопах с тубусом «бесконечность»

Применение только сферических зеркал значительно упрощает конструкцию объектива, повышает его технологические возможности по адаптации, уменьшает габариты, и вместе с тем двукратное отражение луча от каждой поверхности обеспечивает более широкие возможности для коррекции аберраций.

Достоинством является также большая величина переднего отрезка, поэтому может использоваться в микроскопах с тубусом «бесконечность».

В объективе хорошее качество изображения (аберрации внеосевой точки базового варианта не превышает одной минуты). Аберрации высших порядков исправлены оптимизацией.

Расчитанный объектив имеет хорошие коррекционные возможности в волновом представлении, представляет практический интерес и может быть использован в ультрафиолетовой микроскопии.

Литература

1. Артюхина, Н. К. Теория, методы проектирования и расчет зеркальных систем: монография / Н. К. Артюхина, БНТУ. – Минск, 2009. – 309 с.

КАНАЛ ИЗЛУЧАТЕЛЯ НЕФЕЛОМЕТРА

Студент гр. 11311115 Бондарович В. В.

Доктор техн. наук, профессор Артюхина Н. К.

Белорусский национальный технический университет

Нефелометр – прибор, относящийся к группе метеоприборов. В настоящее время нефелометры очень часто применяют в аэропортах для прогнозирования погоды, а также для анализа состава воздуха.

В настоящей работе даны результаты по исследованию и модернизации канала излучения нефелометра «Пеленг». Рассмотрен один из аналогов нефелометра – Интегрирующий нефелометр TSI 3563 (производство США). В отличие от нашего образца в качестве источника света там выступает не светодиод, а галогенная лампа (рис.). Исследуемый прибор определяет виды осадков и атмосферных явлений (дождь, снег, туман и др.), т. е. выполняет функцию определения параметров текущей погоды.

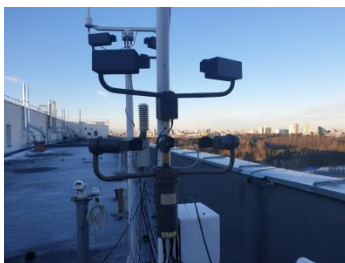


Рис. Нефелометр в рабочей обстановке

Принцип действия исследуемого нефелометра состоит в преобразовании электрических сигналов, возникающих в процессе воздействия светового потока, рассеянного атмосферой на фотоприемник, в информацию о метеорологической оптической дальности (МОД) с последующим ее выводом и сохранением на ПК. Определение МОД базируется на измерении интенсивности светового потока, рассеянного под определенным углом к направлению излучения и вычислении показателя рассеяния. Чем больше рассеивающих частиц в атмосферном воздухе, тем больше показатели рассеивания и ослабления среды, следовательно, меньше МОД.

Измеряемая МОД определяется как $МОД = \frac{3}{\rho_{(45^\circ)}}$, где $\rho(45^\circ)$ – коэффициент рассеяния среды, измеряемый под углом 45° , к направлению излучения, $м^{-1}$.

СЕКЦИЯ 5. ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

UDC 621.914:004.94

MODELING OF TECHNOLOGICAL PROCESSES BY ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Student of PB-61 group Sokolova O. A.
PhD assoc. Prof. Vysloukh S. P.
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Introduction. There is an urgent need for the modern instrumentation to improve the results and reduce the time of process engineering by creating progressive programs to improve the efficiency of instrument manufacturing. That is why the task of modeling, forecasting, finding patterns, algorithmization, planning, organization and performing experiments with simulation models on a computer, machine data processing and analysis of results [1].

The goal of the work. To investigate the effectiveness of the use of artificial neural networks (ANN) for modeling and forecasting of technological parameters in solving various tasks of cutting materials and to determine the optimal structure of the ANN and the algorithm of its training in solving a specific practical problem [2].

Methods and materials. To achieve this goal, the following tasks were solved: determining the importance and necessity of modeling technological parameters in solving the problems of process engineering; overview of ANN implementation tools and selection of the easiest to use; determination of optimal structure of ANN and method of its training in solving the problem of determining the power required for milling of planar surfaces of blanks of corrosion-resistant steel 40X13 end mills with plates of hard alloy BK6M without cooling.

References

1. Соколова, О. А. Моделивання процесу фрезерування деталей із жаростійкої сталі засобами штучних нейронних мереж. / О. А. Соколова, С. П. Вислоух // Збірник наукових праць XV Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ», 10–11 грудня 2019 р. – Київ: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». – 2019. – С. 172–175.

2. Соколова, О. А. Вибір ефективних методів навчання штучних нейронних мереж при прогнозуванні технологічних параметрів. / О. А. Соколова, С. П. Вислоух // Materials of the 20th International Scientific and Technical Seminar “MODERN QUESTIONS OF PRODUCTION AND REPAIR IN INDUSTRY AND IN TRANSPORT”, March 23–29, 2020, Kosice, Tbilisi, Georgia. – С. 180–183.

METHOD TECHNOLOGICAL PROVISION OF DETAIL'S QUALITY PARAMETERS

Assistant Voloshko O. V.
PhD assoc. Prof. Vysloukh S. P.
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

An important feature of the operational reliability of instrument and mechanical engineering products is the provision of the required quality parameters for the surface layer of details. Therefore, the technological process of detail's producing with the choice of rational methods of its machining, which provides the necessary quality parameters of the treated surfaces with its maximum productivity or minimal cost, is brought to the fore.

The target of the work is to create a methodology for determining the rational working conditions of the workpiece that provide the required quality parameters, using modern methods of computer and mathematical modeling.

To achieve this target, we propose to combine mathematical and computer simulation methods. One of these methods of mathematical modeling is to use the finite element method. The advantage of this method is the accuracy of calculations, the clarity of the results obtained and the high flexibility in calculations.

By these means the calculation of the machining modes of the details and the quality parameters of the surface layer of the workpiece, which arose due to temperature and force loads, were performed [1].

It is proposed to perform the results' verification of calculating the parameters for the surface of the workpiece layer by means of computer simulation with the help of FEMAP system, which allows to create a finite element model of a workpiece considering its geometric structure [2].

According to the results of computer simulation, the assignment correctness of the workpiece machining modes is checked and recommendations for their correction are given that provide the necessary quality parameters of the surface layer.

References

1. Волошко, О. В. Визначення пружного стану деталі після механічної обробки / О. В. Волошко, С. П. Вислоух // Збірник наукових праць Х «Процеси механічної обробки, верстати та інструмент» – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2019. – С. 78–79.
2. Voloshko, O. V. Researching of detail's construction with method of final elemental analysis / O. V. Voloshko, S. P. Vysloukh // Перспективні технології та прилади // м. Луцьк, червень 2019. – Луцьк: Луцький НТУ, 2019. – С. 46–51.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ В ПРОГРАММЕ 3D MAX

Студент гр. 11302119 Дегтярёв А. Д.

Кандидат техн. наук, доцент Бокуть Л. В.

Белорусский национальный технический университет

Благодаря популяризации 3D-печати в настоящее время 3D-моделирование перешло на новый уровень и стало очень востребованным.

3D-моделирование используется в промышленной и медицинской сферах, в рекламе и маркетинге, при создании моделей персонажей, при 3D визуализации зданий. 3D-моделирование позволяет осуществлять процесс создания трехмерной модели объекта при помощи специальных компьютерных программ.

Целью работы является получение теоретических и практических навыков в работе с программой 3d max.

Autodesk 3ds max – это профессиональный программный пакет, созданный Autodesk для полноценной работы с 3D-графикой, содержащий мощные инструменты не только для прямого трехмерного моделирования, но и для создания высококачественной анимации. Стандартный пакет включает в себя подсистему визуализации, которая позволяет достигать довольно реалистичных эффектов. Для более реалистичного рендеринга используют более мощные визуализаторы, разработанные специально для Autodesk 3ds max. Моделировать в 3d max можно с помощью «примитивов», которые встроены в библиотеку, или с помощью неоднородных В-сплайнов (отрезков прямых и кривых линий).

При использовании средств трехмерной графики синтез изображения сцены выполняется по алгоритму, который содержит такие этапы, как предварительная подготовка; формирование геометрической модели сцены, включающее промежуточные этапы создания базовых элементов моделей объектов, их преобразования и модификации; подготовка и назначение материалов; настройка освещения и съемочных камер.

В работе выполнена объемная анимация из перенесенного готового 2D-изображения плана квартиры. Для проектирования несущих стен комнат был применен примитив Box и команды Extrude и Convert to Editable Poly.

Контуры дверей и окон обрисованы методом сплайнов. Для придания им объема использовались параметры Select and Move и Select and Squash.

В заключение было настроено освещение. Среда 3dsMax предлагает несколько источников света, которые хорошо работают с помощью стандартного визуализатора. Все они имеют различную эмиссию света и формально отбрасывают тени. Используя их можно смоделировать практически любую схему освещения. При моделировании комнаты использовался стандартный источник света Omni.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ГОТОВНОСТИ ПЕРЕХОДА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ К ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

Студент гр. 10302216 Завацкая Д. С.

Ст. преподаватель Серченя Т. И.

Белорусский национальный технический университет

Определенное представление об уровне развития цифровой экономики в стране дают рейтинги цифровой экономики. В первую очередь это европейский Индекс цифровой экономики и общества (Digital Economy and Society Index – DESI). Сравнение Беларуси со средним по ЕС индексом DESI показывает, что развитие цифровой экономики в нашей стране сопоставимо и превышает по уровню ИКТ-инфраструктуры и развитию человеческого капитала средневропейский, но по уровню использования Интернета населением и бизнесом, Беларусь пока незначительно отстает от среднего по ЕС, например, в Беларуси доля по фиксированному широкополосному доступу в интернет составляет 31,35, а в ЕС – 31,84.

Переход к цифровой экономике необратим. Одной из проблем Беларуси, обладающей высоким ИКТ-потенциалом (32-е место в мире по рейтингу Information Society Report), является нехватка кадров для ИТ-сектора экономики – и не только программистов, но и бизнес-информатиков, ИТ-маркетологов и т. д. Цифровая трансформация в различных видах экономической деятельности осуществляется неравномерно. К «цифровым лидерам» можно отнести все промышленные виды экономической деятельности, а также виды экономической деятельности, финансируемые и регулируемые государством: образование, здравоохранение, научная и техническая деятельность и т. д. Нужно также отметить полную готовность финансовых организаций к процессу цифровой трансформации финансового сектора.

Выводы по результатам исследования готовности экономики Республики Беларусь к процессам цифровой трансформации: 1. Цифровая трансформация является одной из наиболее актуальных задач государственной политики в республике. 2. Минск является крупнейшим в республике центром развития информационных технологий, но имеется недостаточное развитие сектора ИКТ в регионах. 3. В Беларуси двигателем цифровой трансформации экономики стал значительный рост производительности труда в ИТ-секторе, обусловленный развитием информационных технологий и ИКТ-инфраструктуры, увеличением инвестиций в основной капитал в секторе ИКТ, а также спроса на белорусские ИТ-услуги за рубежом.

Литература

1. Цифровая экономика – шанс для Беларуси: моногр. / М. М. Ковалев, Г. Г. Голвенчик. – Минск: Изд. Центр БГУ, 2018.

СОЗДАНИЕ БАЗ ДАННЫХ В СРЕДЕ VISUAL FOXPRO

Студент гр. 11302119 Заказников В. Д.
Кандидат техн. наук, доцент Бокуть Л. В.
Белорусский национальный технический университет

Пакет Visual FoxPro 9.0 является отличным инструментом для создания основанных на базе данных решений любого масштаба благодаря встроенному механизму обработки курсора базы данных, тесной связи между языком и данными и другим мощным функциям.

Объективно-ориентированный язык программирования FoxPro, используемый в этом пакете, ориентирован на работу с данными. Он предлагает гибкие инструменты для создания приложений на основе баз данных для индивидуального использования, для работы в клиент-серверных средах, а также в Интернете.

Целью работы является изучение возможностей Visual FoxPro для создания базы данных.

Visual FoxPro состоит из отдельных компонентов, которые используются для хранения информации, ее отображения и редактирования. В Visual FoxPro вся информация хранится в базе данных, которая состоит из таблиц, отношений между таблицами, индексов, триггеров и хранимых процедур. Каждая таблица имеет уникальное имя и хранится в отдельном файле, имя которого совпадает с именем таблицы. Созданный файл имеет расширение DBF.

Разработанная база данных содержит четыре таблицы, связанные индексами. В таблицах хранятся данные о студентах, преподавателях, предметах и библиотеках. Отношения между таблицами один-ко-многим. На основе двух таблиц о студентах и преподавателях с помощью мастера форм были созданы две формы для краткого информирования о данных, содержащихся в этих таблицах. Для распечатки необходимой информации с помощью мастера отчетов на основе имеющихся шаблонов был создан отчет по третьей таблице об изучаемых предметах.

Главным преимуществом Visual FoxPro является возможность создания составного индекса и работа с курсорами (виртуальными таблицами). Благодаря возможности экспорта/импорта данных в/из XML, Visual FoxPro работает с другими базами данных с использованием драйвера ODBC. К недостаткам можно отнести то, что базы данных, которые сделаны на Visual FoxPro, очень ресурсоемки. Данная программа имеет чрезвычайно слабый конструктор отчетов, что делает разработку приложений чрезвычайно сложной. Visual FoxPro плохо подходит для работы с визуальными компонентами, а также требует поддержки библиотеки, что увеличивает размер поставляемой программы примерно на 4 МБ.

**МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ И АНАЛИЗА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ
ТЕПЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕЖЭЛЕМЕНТНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ В МОЩНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРАХ
РАЗЛИЧНОГО ТИПА МЕТОДОМ ТЕПЛОВОЙ
РЕЛАКСАЦИОННОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ**

Студент гр. 11305119 Кошель И. В.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Бумай Ю. А., Васьков О. С., Нисс В. С.
Белорусский национальный технический университет

Методом тепловой релаксационной дифференциальной спектрометрии исследованы тепловые параметры и определены особенности в структуре теплового сопротивления и профилей растекания теплового потока в образцах транзистора КТД8307, в SOT-223 с посадкой кристалла на клей ХН9889-1 и клей SK70-N и стабилизаторов напряжения 5318EP-015 в корпусе H02.8-1B и KP1181EH5A в КТ-26 (ТО-92). Для сравнения определялась также структура теплового сопротивления биполярных транзисторов КТ817Г в пластмассовом корпусе ТО-252 (DPACK), с посадкой кристалла на припой.

Из анализа полученных спектров теплового сопротивления определена дисперсия внутреннего теплового сопротивления в образцах микросхемы линейных стабилизаторов напряжения в разном конструктивном исполнении. Выявлена тенденция изменения теплового сопротивления для разных групп образцов микросхемы 5318EP-015 в зависимости от качества посадки кристалла. Из временных зависимостей профилей растекания теплового потока в образцах выявлено, что при принудительном обдуве микросхем в металлокерамическом корпусе H02.8-1B в отличие от пластмассового ТО26 существенно уменьшается переходное тепловое сопротивление «корпус – окружающая среда», а также увеличивается площадь рассеяния тепла. На основании исследований структуры теплового сопротивления микросхем линейных стабилизаторов напряжения определено, что для KP1181EH5A характерно рассеяние тепла в окружающую среду через выводы микросхемы, а в 5318EP-015 теплоотвод в основном осуществляется через корпус. Принудительный обдув корпуса микросхемы 5318EP существенно снижает тепловое сопротивление микросхемы в то время как тепловое сопротивление микросхемы KP1181EH5A не изменяется.

Результаты исследований могут быть использованы для совершенствования технологии производства и снижения себестоимости микросхем линейных стабилизаторов напряжения и мощных составных транзисторов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА 3D-ПЕЧАТИ ДЕТАЛЕЙ

Студент гр. ПБ-61 Ярыгин В. А.

Кандидат техн. наук, доцент Выслоух С. П.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Введение. Технология 3D-печати является прогрессивным методом получения деталей при прототипировании, в единичном и мелкосерийном производстве. Однако качество получаемых деталей не всегда соответствует требованиям.

Цель работы. Исследование параметров процесса 3D-печати, которые, влияют на качество получаемых поверхностей деталей.

Результаты исследований. На качество 3D-печати влияет множество факторов – от создания 3D-модели до последующей обработки детали. Поэтому важно использовать оптимальные настройки параметров 3D-модели, слайсера и принтера. Для повышения эффективности постобработки детали, полученной 3D-печатью, проведены исследования влияния параметров настроек слайсера – толщины фронтальных и горизонтальных поверхностей и скорости печати на качество поверхностей и размеры получаемой детали [1]. Входные величины варьировались в диапазоне: толщина горизонтальной поверхности от 0,5 мм до 5 мм; толщина фронтальной поверхности от 0,5 мм до 3 мм; скорость печати от 30 мм/с до 60 мм/с. Установлено, что толщина перекрытия и скорость печати не влияют на усадку пластика, а качество горизонтальной поверхности больше зависит от скорости печати детали, чем от толщины перекрытия [2].

Исследование режимов и настроек 3D-принтера позволяет значительно улучшить качество получения прототипов, изготовленных с помощью технологии 3D-печати. Результаты такого простого исследования позволяют существенно улучшить качество печати и снизить его себестоимость.

Литература

Яригін, В. А. Методологія покращення характеристик міцності деталі, що виготовлена методом 3d друку / В. А. Яригін., С. П. Вислоух // збірник наукових праць X Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю Процеси механічної обробки, верстати та інструмент м. Житомир, 6–9 листопада 2019 р. – С. 209–213.

Яригін, В. А. Реверс-інженерія при прототипуванні в приладобудуванні / В. А. Яригін, С. П. Вислоух // Збірник праць Інтеграція освіти, науки та бізнесу в сучасному середовищі: зимові диспути: тези доп. І Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 6–7 лютого 2020 р. – Дніпро, 2020. – Т. 3. – С. 515–519.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦ EXCEL В ФОРМИРОВАНИИ БАЗ ДАННЫХ

Студент гр. 11302119 Медведева Д. А.

Кандидат техн. наук, доцент Бокуть Л. В.

Белорусский национальный технический университет

Использование баз данных необходимо в любых сферах услуг. В работе или учебе может понадобиться создать список (таблицу БД в Excel), где будут храниться различного рода сведения.

Целью работы является изучение возможностей Microsoft Office Excel в формировании баз данных.

В работе была создана БД об успеваемости студентов факультетов вуза. Она содержит одну основную таблицу с данными о студентах (фамилия, имя, отчество, дата рождения, пол, год поступления, факультет, средний балл) и две дополнительные с их фамилиями и средними баллами.

Были рассмотрены приемы команд в Excel при формировании баз данных, а именно использование «сортировки» БД, «формы», «фильтра» БД, «консолидации», создание графиков, сводных таблиц и применение строки формул и ссылок при создании БД. С помощью моментального заполнения в Excel можно достаточно быстро выводить данные в столбцы таблиц. Благодаря возможности быстрого перехода по листам в Excel сложно «потерять» какой-либо лист (работа содержит 7 листов Excel). При внесении данных в строку можно их перенести в столбец благодаря знаку «Транспонирование». В данной программе существует также функция восстановления несохраненных файлов. Команда «Форма» помогает облегчить ввод данных в большие таблицы, а «Сортировка» – упорядочить информацию в данных по нужным критериям. «Строка формул» подойдет, например, при составлении таблицы из числовых данных, которые вычисляются по определенным критериям. Благодаря «Фильтру» производится специальный отбор только тех записей из списка таблицы, которые удовлетворяют заданному условию. Сводные таблицы позволяют обрабатывать данные, служащие для их обобщения. Используя данный компонент, можно автоматически производить сортировку, расчеты сумм или получать среднее значение из тех данных, которые записаны в электронной таблице, и перемещать их результаты в отдельную таблицу для более простого визуального восприятия.

Excel является одним из доступных и удобных способов при работе с базами данных. Программа позволяет сократить время и проводить дополнительные расчеты благодаря имеющимся функциям. Преимуществом Excel является возможность быстрого изменения таблиц баз данных или определенных коэффициентов в случае допущения ошибок или изменения.

ОБЪЕМНАЯ ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ ТОЛСТОСТЕННЫХ ЦИЛИНДРОВ В ТЕМПЕРАТУРНОМ ПОЛЕ И ПРИ НАЛИЧИИ ЛОКАЛЬНЫХ ДЕФЕКТОВ

Магистрант Подгайская Д. А.

Кандидат физ.-мат. наук Мармыш Д. Е.,
доктор физ.-мат. наук, профессор Щербаков С. С.
Белорусский государственный университет

В современной инженерной практике проектирования и разработки технических объектов, толстостенные цилиндры имеют самое широкое распространение в силу простоты их изготовления любых размеров и практически из любых материалов. Первые подходы к расчету напряженно-деформированного состояния толстостенных цилиндров были предприняты достаточно давно и на данный момент получены некоторые точные решения по расчету напряжений и деформаций в стенке цилиндра.

Многие системы работают в условиях гармонического или случайного (пульсирующего) циклического нагружения силовым и/или температурным полем, напр. газо- и нефтепроводный транспорт, системы жидкостного охлаждения, военная техника, резервуары и проч., поэтому необходимы механико-математические модели, которые способны учитывать условия периодического нагружения систем. В настоящее время предпринимаются активные попытки по разработке прогнозирования предельных состояний и ресурса работы цилиндров. В многом данные подходы построения моделей являются эмпирическими и полумэмпирическими основанными на опыте эксплуатации подобных систем [1–2].

Авторами предлагаются подходы, учитывающие циклическое нагружение толстостенных цилиндров и основанные на модели деформируемого твердого тела с опасным объемом. Рассмотрены задачи вычисления характеристик повреждаемости, для некоторых граничных задач получены аналитические решения определения опасного объема и интегральной повреждаемости участка толстостенной трубы. Проведено конечно-элементное моделирование участка толстостенной трубы при наличии локальных повреждений (трещины, пятна коррозии).

Литература

1. Yang, Y. Damage and fracture mechanism of aluminium alloy thick-walled cylinder under external explosive loading / Y. Yang, Y. Zeng, D. H. Li, M. Li // Material science and engineering: A., 2008, vol. 490, no. 1–2, pp. 378–384.
2. Lvov, G. Effect of material damage on autofrettage of thick-walled cylinder / G. Lvov, O. Kostromitskaya // Universal journal of mechanical engineering, 2014, vol. 2, no. 2, pp. 44–48.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ САХАРОЗЫ И ЛАКТОЗЫ МЕТОДОМ ЕМКОСТНОЙ РЕЛАКСАЦИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ

Студенты гр. 11305119 Сапранкова А. А.¹, Почкаев А. В.², Почкаева Т. В.²

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Бумай Ю. А.¹

¹Белорусский национальный технический университет

²ООО «Когнитивные БиоТехнологии»

В работе исследованы температурные зависимости электрических свойств сахарозы и лактозы), широко используемых в фармакологии (являющихся ярко выраженными диэлектриками). Методика измерений основана на подаче на образец напряжения в виде прямоугольного импульса напряжения (10 мс–100 с) и исследовании переходных процессов с помощью зарядочувствительной схемы [1]. Интерпретация результатов измерений основывается на представлении образца как комбинации комплексных проводимостей, отражающих влияние объема (параллельная $Ro||Co$ цепочка) и поверхности ($RiCi$ цепочки) (рис.).

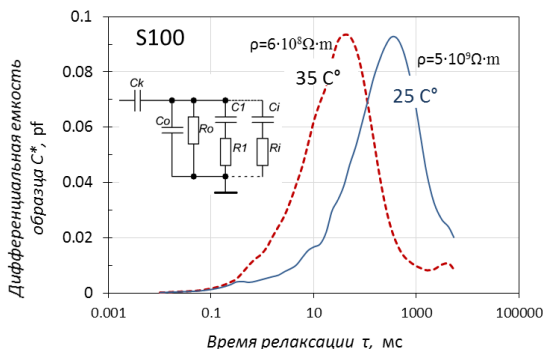


Рис. Емкостной спектр сахарозы при разных температурах

Установлено, что температурная зависимость удельного сопротивления как сахарозы, так и лактозы носит активационный характер, подчиняется зависимости Аррениуса с энергиями активации 3,19 и 3.25 эВ.

Литература

1. Бумай, Ю. А. Исследование проводимости сахарозы методом низкочастотной дифференциальной релаксационной спектрометрии / Ю. А. Бумай, О. С. Васьюков, А. В. Почкаев, Т. В. Почкаева // Приборостроение – 2019: материалы 12 Межд. науч.-техн. конф., Минск, 13–15 ноября 2019 г. / БНТУ; редкол.: О. К. Гусев (предс.) [и др.]. – Минск: БНТУ, 2019. – С. 137–138.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АНИМАЦИИ СРЕДСТВАМИ MACROMEDIA FLASH

Студент гр. 11302119 Сопиженков С. В.

Кандидат техн. наук, доцент Бокуть Л. В.

Белорусский национальный технический университет

Программа Macromedia Flash прошла путь от простого аниматора до самостоятельного средства разработки мультимедийных продуктов. Сегодня трудно представить Интернет без Flash. На сегодняшний момент существует множество Web-сайтов, построенных с использованием технологии Flash, а также множество программ, использующих Flash-графику.

Целью работы является изучение программы Macromedia Flash Professional 8 для создания поздравительных открыток.

Macromedia Flash 8 – очень мощное, простое в использовании, средство создания анимированных проектов на основе векторной графики с встроенной поддержкой интерактивности. Flash является идеальным рабочим инструментом для веб-художников и дизайнеров, позволяющим создавать разнообразные веб-проекты со звуковой анимацией.

Flash-технологии или технологии интерактивной веб-анимации были разработаны компанией Macromedia и объединили в себе множество мощных технологических решений в области мультимедийного представления информации. Ориентация на векторную графику в качестве основного инструмента разработки Flash-программ позволила реализовать все базовые элементы мультимедиа: движение, звук и интерактивность объектов. При этом размер получающихся программ минимален и результат их работы не зависит от разрешения экрана у пользователя – а это одно из основных требований, предъявляемых к веб-сайтам.

С помощью программы Flash в работе создана анимация поздравительной открытки. Для создания этой открытки использовались инструменты «Перо» (чтобы запустить эскиз), «Пипетка» (чтобы отклонировать цвет для объектов на открытке) и добавлена мелодия, скаченная в формате Wav. С помощью Flash-анимации было создано движение и эффекты тела, такие как изменение размера тела, изменение цвета. Использовались анимация движения и вращения. Для создания анимации в программном обеспечении Adobe Flash использована техника Motion Tween, при помощи которой можно перемещать символы из одной позиции в другую.

Программа Flash обладает рядом достоинств. Она позволяет без наличия специальных навыков создавать простые анимацию и программные продукты, а затем усложнять их. Нет проблем совместимости браузера. Данные загружаются без проблем в любой браузер.

К недостаткам программы относится необходимость установки на ПК AdobeFlashplayer для просмотра флеш-анимации в браузерах.

РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ТЕОРИИ ϕ^4 ПРИ НАЛИЧИИ ЗАТУХАНИЯ

Студент гр. 11303118 Точило П. М.
Доктор физ.-мат. наук, доцент Князев М. А.
Белорусский национальный технический университет

Представляя модель практически любой физической системы, нельзя забывать о такой важной её характеристике как возможные потери энергии вследствие различных диссипативных процессов. Теория ϕ^4 относится к числу наиболее распространенных моделей, используемых для описания физических процессов в широчайшем круге как фундаментальных, так и прикладных задач. Уравнение движения этой теории является существенно нелинейным и имеет вид:

$$\phi \ddot{\phi} - \phi \phi \phi = \phi - \phi^3.$$

Вследствие существенно нелинейного характера не удастся учесть влияние нелинейности, используя теорию возмущений. Решение данного уравнения известно. Это так называемый кинк:

=

Здесь v – скорость движения кинка, x_0 – начальный сдвиг по фазе. Решение в виде кинка представляет собой уединенную волну, движущуюся без изменения формы и имеющую фиксированное значение энергии.

Обобщением уравнения движения теории ϕ^4 на случай учета затухания является уравнение следующего вида:

$$\phi \ddot{\phi} + \gamma \dot{\phi} - \phi \phi \phi = \phi - \phi^3.$$

В данном уравнении γ – коэффициент затухания, который характеризует потери энергии (например, в результате трения). Чтобы решить уравнение, учитывающее наличие затухания, нами был использован прямой метод Хироты решения нелинейных уравнений в частных производных. В результате было построено решение вида

$$\phi = \frac{\sigma k}{2} \left[1 + \tanh \left(\frac{kx - \omega t + \eta_0}{2} \right) \right],$$

где параметры решения σ , k , ω и η_0 удалось определить точно. Полученное решение имеет важное значение для понимания многих конкретных явлений в науке и технических приложениях, поскольку в практически всех реальных процессах имеет место диссипация энергии системы.

ANALYSIS AND DEVELOPMENT PROSPECTS OF 3D-PRINTING WITH METAL POWDERS

Student gr. PB - 61 Tretyak E. V.

PhD, Assoc. Prof., Stelmakh N. V.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

3D metal powder 3d printing technology improved and affordable daily. 3D-printers themselves, as well as materials used for printing, are being improved. Naturally, the cost of printing with metal is quite high – approximately 50 times more expensive than plastic printing. However, the cost is justified, especially when manufacturing a unique part in single copies. Traditional production methods such as milling on CNC machine tools and castings are very expensive. How does metal printing work for a 3D-printer, similar in cost to a small airplane? As in the case of printing polymeric materials, the work begins with modeling, in which all sizes of the future product will be set. Designers or engineers create all models, after which there is a check for integrity and the absence of software errors. Usually, before printing with metal, a plastic prototype of the part is made in order to finally identify and eliminate shortcomings or errors. The resulting plastic prototype is installed in a mechanism or device in which it will work or be scanned to eliminate inaccuracies. When all the checks have been completed, 3D-printing is launched using direct laser sintering technologies for metals. The laser, which has a power of 400 W, sinters a thin layer of special metal powder – it draws sections of the part, where the baked part in layers forms the body of the future product. Then the next layer of powder is applied and the process is repeated – layer-by-layer, the model takes shape. The platform, on which the item is located, is lowered on the layer thickness and the powder is fed. Excess metal powder are collected and reused during the next print. The finished part is removed from the platform, scanned and checked for compliance with the design documentation and sent to customers. Further processing may include removal of supports and powder residues. Thermal annealing is used to relieve stress and improve the mechanical properties of the product. Depending on the purpose of the part, metallization, pressure treatment, polishing and final finishing on CNC machines can be used. The advantage is that printing with metal powder gives a density index of 1.5 times higher than when casting, can create geometrically complex, miniature objects, can use a wide selection of metal alloys – standard and special, and the output of finished products is accelerated.

References

1. Milan Brandt Laser Additive Manufacturing. Materials, Design, Technologies, and Applications / Milan Brandt. – Cambridge, United Kingdom: Elsevier science & technology, 2016. – 498 p.

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ В WOLFRAM MATHEMATICA, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕГО ЭМОЦИЮ

Преподаватель-стажер Юхновская О. В.,
кандидат физ.-мат. наук, доцент Гундина М. А.
Белорусский национальный технический университет

Вопрос автоматического распознавания эмоций интересовал ученых дне одно десятилетие [1–3]. В литературе большое внимание уделяется изучению выражения эмоций на лице и их анализу.

Рассмотрим особенности создания приложения для распознавания эмоций по выражению лица, реализованного в компьютерной системе *Mathematica*. Для обучения системы используем классификацию эмоций: счастье, удивление, гнев, печаль, страх и отвращение. Для обучения системы используется функция *Classify*. Для обучения классификатора распознаванию эмоций задаем исходную классификацию. При указании опции «*Probabilities*» можно получить значения вероятностей, соответствующих той или иной эмоции. Начиная с версии *Wolfram Mathematica* 11.2, при вызове обучения системы возникает информационная панель для получения обратной связи процесса. После обучения системы получаем текущее изображение с веб-камеры с помощью встроенной функции *CurrentImage*. Затем применяем к нему классификатор. Результат представляем в виде приложения с помощью функции *CloudDelay*.

Результат действия команд представлен на рис.

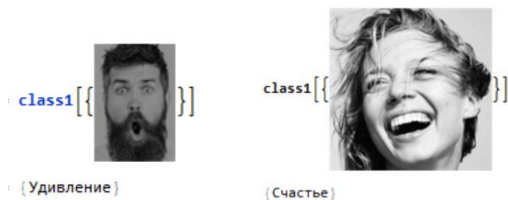


Рис. Результат использования классификатора

При расширении исходной классификации, подобное приложение может быть использовано для распознавания состояния водителя, мониторинга состояния обучающегося при дистанционном обучении.

Литература

1. Ekman, P. Felt, false, and miserable smiles / P. Ekman, W.V. Friesen // *Journal of Nonverbal Behavior*, vol. 6, pp. 238–252.
2. Ekman, P. Nonverbal behavior in psychotherapy research / P. Ekman, W.V. Friesen // *Research in Psychotherapy*, vol. 3, pp. 179–216.
3. Фризен, У. Узнай лжеца по выражению лица / У. Фризен, П. Экман // СПб.: Питер, 2019. – 272 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ПРИ НАПИСАНИИ ТЕСТОВОЙ РАБОТЫ ПУТЕМ УГАДЫВАНИЯ ПРАВИЛЬНЫХ ОТВЕТОВ

Учащаяся 9 «А» класса Жолнеркевич А. И.
Учитель математики Жолнеркевич Н. О.
ГУО «Несвижская гимназия»

В работе рассматривалась вероятность получения достаточного балла при написании тестовой работы по математике для учащихся 7, 8, 11 классов. *Цель исследования:* определение вероятности получения достаточного балла при написании тестовой или контрольной работы, а также централизованного тестирования путем угадывания правильного ответа.

Предмет исследования: результаты выполнения тестовых заданий для 11-х, 7-х и 8-х классов.

Гипотеза: выбор ответов наугад не может обеспечить получения достаточного балла при написании централизованного тестирования либо контрольной (тестовой) работы.

Цель и предмет исследования обусловили выдвижение и решение следующих задач.

Задачи исследования:

- найти и изучить теоретический материал по данной теме;
- провести статистический эксперимент (тестовые работы в 11-х, 7-х и 8-х классах);
- проанализировать результаты тестовых работ с помощью теории вероятностей.

Определение вероятности получения положительной оценки при написании тестовой работы проводилось с помощью формулы Бернулли

$$P_n = C_n^k \cdot p^k \cdot q^{n-k} = \frac{n!}{k!(n-k)!} p^k \cdot q^{n-k} .$$

После проведения статистических экспериментов был сделан следующий вывод: результаты статистических экспериментов и их теоретическое обоснование подтверждают правильность выдвинутой гипотезы. Также по результатам проведенных экспериментов установили, что в 7 классе данные эксперимента будут ближе к случайным, а в 11 классе ситуация меняется, т. к. 11-классник принимает в большинстве случаев неслучайные решения. Ни один из учащихся не смог угадать количество правильных ответов, необходимых для получения нужного результата.

Литература

1. Баврин, И. И. Теория вероятностей и математическая статистика / И. И. Баврин. – М.: Высш. шк., 2005. – 160 с.

2. Пирютко, О. Н. Элементы теории вероятностей и математической статистики: пособие для учителей учреждений общего среднего образования с белорусским и русским языками обучения / О. Н. Пирютко, В. И. Берник, И. А. Бодягин. – Мозырь: Выснова, 2018. – 111.

УДК 553.2

ТЕХНОЛОГИИ И СВОЙСТВА СИНТЕЗИРОВАННОГО КВАРЦА

Студенты гр. 11309119 Печинский З. В., Попов Р. А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Красовский В. В.,

кандидат физ.-мат. наук, доцент Развин Ю. В.

Белорусский национальный технический университет

Для многих отраслей техники требуются кристаллы очень высокой химической чистоты с совершенной кристаллической структурой. Кристаллы, встречающиеся в природе, не удовлетворяют этим требованиям, т. к. они формируются в условиях, далеких от идеальных. Один из самых распространенных и хорошо изученных минералов, кварц имеет теоретический состав 46.7 % Si, 53.3 % O₂. Однако даже в наиболее близком к этому составу прозрачном бесцветном кварце содержатся примеси железа, алюминия, кальция, магния, титана и других элементов [1]. Кварц обладает большой плотностью (2.65–2.66 г/см³), упругостью, высокой твердостью (7 по шкале Мооса) и прочностью; он является хорошим диэлектриком, незначительно расширяется при нагревании, химически устойчив, частично растворяется лишь в плавиковой кислоте. Кристаллы кварца имеют форму шестигранных призм с пирамидой наверху, но встречаются и бипирамидальные кварцы. В процессе совершенствования промышленного синтеза были определены закономерности, контролирующие зависимость свойств синтетического кварца от физико-химических условий перекристаллизации, найдены критические значения скоростей роста, обеспечивающих получение высококачественных крупных кристаллов.

На рис. приведена фотография используемого в работе образца синтезированного кристалла кварца. Видно, что кристаллы синтетического кварца самоограняются в процессе роста.

У таких образцов имеется характерная бугристая поверхность, которая не встречается в природе. В работе изучены основные характеристики используемых образцов, детально рассмотрена тригональная сингония, характерная для минералов группы кварца. Для выполнения



исследований собрана на базе микроскопа МЕТАМ-Р-1, лазерного источника ЛГ-303 и цифрового фотоапарата экспериментальная установка для микрофотографирования структуры поверхности изучаемых объектов.

Литература

1. О'Доноху М. Кварц / М. О'Доноху. – М.: Мир, 1990. – 136 с.

УДК 535.8 (075)

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ОБРАЗЦОВ ПРИРОДНОГО МУСКОВИТА

Студенты гр. 11309119 Радевич Е. С., Яцкевич К. В.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Развин Ю. В.,

кандидат физ.-мат. наук, доцент Красовский В. В.

Белорусский национальный технический университет

Слюды относятся к минералам магматических пород (класс силикатов) и отличаются слоистой структурой и сложным составом. В группу слюд входит минерал мусковит – просвечивающаяся слюда со стекляннным блеском, цвет которой варьируется от полностью прозрачного и белого до зеленого и коричневого. Мусковит (алюмосиликат) относится к калиево-натриевым слюдам, его формула: $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$. Химический состав минерала в процентном соотношении составляет: SiO_2 -45 %; Al_2O_3 -38 %; K_2O -11 %. Мусковит легко расщепляется на тончайшие листочки, что обусловливается его кристаллической структурой, сложенной 3-слойными пакетами из 2 листов кремне- и алюмокислородных тетраэдров, соединённых через слой, составленный из октаэдров, в центре которых расположены ионы Al, окруженные 4 ионами кислорода и 2 группами OH. Для большинства природных образцов мусковита характерна политипная модификация 2M, сингония образцов моноклинная. Мусковит является двухосным отрицательным кристаллом $2V = 24^{\circ} - 48^{\circ}$ показатели преломления которого на $\lambda = 590$ нм $n_g = 1,5594$, $n_m = 1,590$ и $n_p = 1,561$. Мусковит среди слюд отличается наиболее высокими электроизоляционными свойствами – удельное электрическое сопротивление достигает 10^{16} Ом*см.

На рисунке представлена фотография используемого в работе природного мусковита (площадь поверхности грани составляет $\sim 0,035$ м²). Из данного образца изготавливались тонкие пластинки с хорошей оптической однородностью. При точечном ударе на поверхности пластинки возникает характерная фигура удара (давления) – шестилучевая звезда, по которой можно определить кристаллографическую и



оптическую ориентации пластинок мусковита. Листовой мусковит эффективно используется не только в радиотехнике, но и в оптическом приборостроении. В работе основное внимание уделяется анализу оптической анизотропии исследуемых пластинок при облучении их лазерным и естественным излучением. Для анализа структурных свойств данных пластинок использовались методы поляризационной оптики.

УДК 519.6

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВВП НЕКОТОРЫХ СТРАН НА 2020–2025 гг. НА ОСНОВЕ АППРОКСИМАЦИИ ДАННЫХ ЗА 25 ЛЕТ

Студенты гр. 10404119 Родевич В. А., Коршак В. Е.

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

Белорусский национальный технический университет

В настоящей работе проведен математический анализ данных по ВВП (валовый внутренний продукт) для трёх стран: Беларусь, Россия и Китай. Для анализа использовались данные Международного валютного фонда в период с 1992 по 2019 гг. [1]. Были проанализированы данные по ВВП на душу населения – номинал и по ППС (паритет покупательной способности).

Математический анализ проводился с использованием линейной и квадратичной аппроксимаций с помощью встроенных функций Mathcad regress и interp. Коэффициенты соответствующих зависимостей находились с использованием функции submatrix. Далее полученные зависимости экстраполировались на 2020–2025 гг. Результаты прогноза для России, Беларуси и Китая приведены на рис. Аналогичные зависимости были получены и для ВВП по ППС.

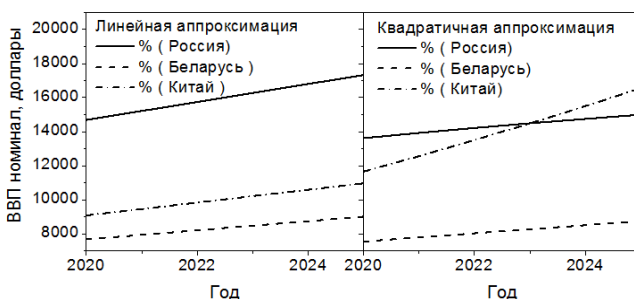


Рис. Прогноз ВВП (номинал) на душу населения

Литература

1. List of countries by past and projected GDP (nominal) per capita.- [https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_past_and_projected_GDP_\(nominal\)_per_capita](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_past_and_projected_GDP_(nominal)_per_capita).

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ ПРИРОДНОГО СИНЕГО ГАЛИТА

Студент гр. 11309119 Сучкова П. Н.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Красовский В. В.,

кандидат физ.-мат. наук, доцент Развин Ю. В.

Белорусский национальный технический университет

Галит – природный минерал класса галоидов, подкласса хлорид натрия. Химическая формула галита (NaCl) включает 60,6 % хлора и 39,4 % натрия. Чистый минерал галита может быть различен (прозрачным, непрозрачным или просвечивающим, бесцветным или белым со стекляннным блеском). В зависимости от дополнительных примесей галит имеет оттенки: при окиси железа – желтые и красные тона, при органических включениях – цвета от бурого до черного, при примесях глины – серые оттенки. Окраска галита является важнейшим типоморфным свойством. Наряду с составом и морфологией этих минералов изучение окраски дает ценную информацию об условиях соленакпления. Изучаемый минерал является хрупким материалом, обладающим гигроскопичными свойствами и соленым вкусом.

Характерный синий и сиреневый цвет придает галиту примесь сильвина (хлорида калия). Интенсивная синяя окраска в виде пятен или полос наблюдается особенно на участках, подвергшихся сильной деформации. Такая окраска вызывается воздействием радиоактивного излучения. Источником β -излучения в соляных месторождениях служит ^{40}K и сопровождающий его радиоактивный Rb.



Природные минералы данной группы 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. 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).

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ МОДЕЛЕЙ МНОГОПУСТОТНЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ

Студенты гр. ПГС-356 Кальчев И. К., Лыхва М. В.

Кандидат техн. наук, доцент Корнеева И. Б.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Изготовлен стенд, позволяющий провести исследования моделей плит перекрытия в лабораторных условиях (рис.).

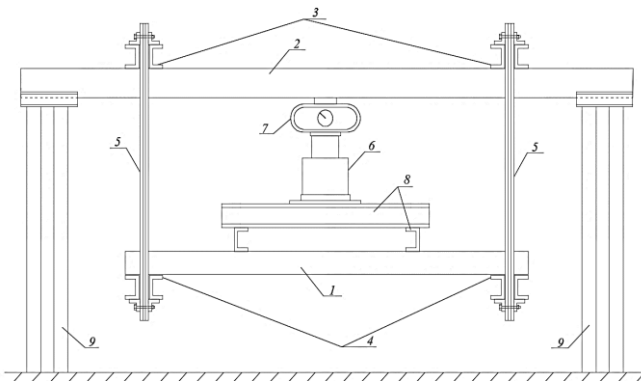


Рис. Испытательный стенд

Силовое устройство стенда состоит из плиты нагружения 2 и четырех балок составного сечения 3 и 4. Пара верхних балок 3 лежит на плите нагружения 2, на нижние балки опирается модель железобетонной многопустотной плиты 1. Верхние балки связаны с нижними с помощью четырех пластинчатых стержней 5. Плита нагружения 2 опирается на четыре симметрично расположенные стойки 9 и представляет собой жесткий металлический диск прямоугольной формы. Для создания условий чистого изгиба использовали двухуровневую перекрестно-балочную систему, на которую нижней плоскостью давит гидравлический домкрат 6 мощностью 100 кН. Нагрузка, прикладываемая к железобетонной плите, контролируется с помощью образцового 50 кН динамометра.

Разработана программа испытаний в соответствии с [1].

Литература

1. Изделия строительные бетонные и железобетонные сборные. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости: ДСТУ Б В.2.6-7-95 (ГОСТ 8829-94). – К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1997. – IV, 30 с. – (Національний стандарт України).

**WOLFRAM RESEARCH – WORK WITH DATA, DEVICES
AND LINKING TO SOURCES**

Mihalkina Galina I.
International Business Development Executive
100 Trade Center Drive, Champaign IL 61820, USA

Wolfram is proud to support education and research at top schools worldwide. Wolfram’s flagship Mathematica system has been a central tool for education across a variety of STEM disciplines, and now has millions of dedicated users around the world. Over the years, Wolfram has added Wolfram|Alpha, Wolfram Programming Lab and other products, and continues to apply its technology to deliver uniquely powerful solutions for education—across fields and at all educational levels.

With millions of users worldwide, we are a preferred research tool in all Fortune 50 companies. Wolfram Mathematica and Wolfram SystemModeler are used in all areas of engineering, modeling and research. Companies like Shell, Apple, Pfizer, Bloomberg have a proven record of Wolfram Language simplifying and expediting the research process, providing precise results and an opportunity to share their findings with the world.

Wolfram Language, Mathematica and Wolfram SystemModeler offer a complete environment for teaching and research that seamlessly combines a powerful calculation and dynamic visualization engine with an intuitive user interface that makes it easy for anyone to get started. And because our products also include built-in documentation and presentation tools, it’s perfect for creating course and project materials. Now there’s no need to jump between different programs to get your work done.

Connected devices are central to our long-term strategy of injecting sophisticated computation and knowledge into everything. With the Wolfram Language we now have a way to describe and compute about things in the world. Connected devices are what we need to measure and interface with those things. We have many types of connected devices seamlessly integrated with the Wolfram Language and we are looking to add many more. This work will allow us to have all sorts of important consequences.

For most devices, the functions that comprise the framework are not directly concerned with actual device programming or low-level communication with hardware, which would vary on a case-by-case basis. For instance, one implementation might involve writing low-level programs in C, and then using the WSTP API to expose the C interfaces to package-level Wolfram Language functions. These functions would then be strung together in an appropriate fashion by the framework, creating a Wolfram Language device driver. The workflow to create devices is already developed.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АРОК

Студент гр. ПГС-356 Стоев С. С., студент гр. ПГС-614м Писаный К. С.

Кандидат техн. наук, доцент Неутов С. Ф.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Для реализации реальных схем загрузки арок изготовлен стенд (рис.), позволяющий определять несущую способность моделей бетонных, железобетонных, сталефибробетонных и деревянных арок на вертикальную равномерно распределенную нагрузку, действующую по всему пролету арки [1].

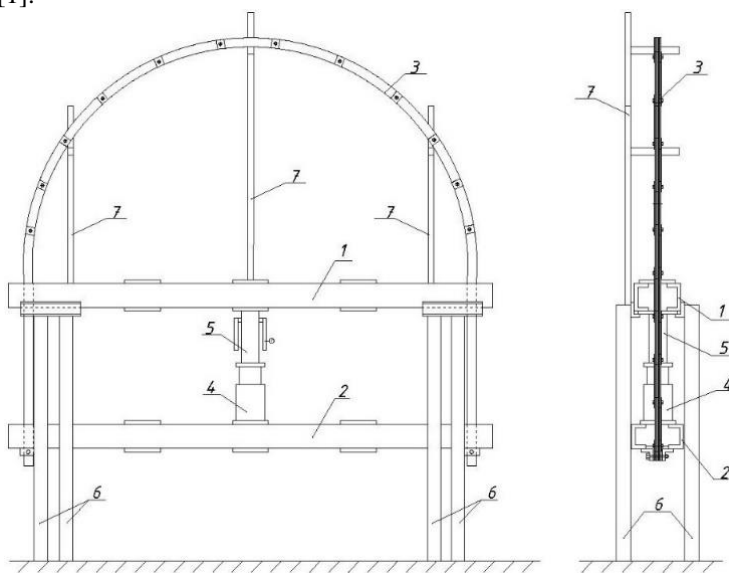


Рис. Стенд для определения несущей способности арок

Процесс нагружения заканчивается, когда арка теряет способность сопротивляться нагрузке или разрушается. Величина нагрузки, соответствующая этому моменту, принимается за несущую способность.

Литература

1. Дмитриев, П. А. Арочные и рамные конструкции из цельной и клееной древесины [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. И. Жаданов, Оренбургский гос. ун-т, П. А. Дмитриев. – Оренбург: ОГУ, 2014. – 170 с.

СТЕНД ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МОДАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Аспирант Маковкина Т. С., студент гр. ПГС-614м Кириченко Д. А.

Доктор техн. наук, профессор Сурьянинов Н. Г.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Как известно [1], собственные частоты колебаний, соответствующие им собственные формы и скорости затухания являются индивидуальными характеристиками системы, которые не связаны ни с какими внешними воздействиями. Для определения собственных частот и форм колебаний железобетонных и сталефибробетонных балок разработан испытательный стенд MODAL-2 (рис.). Конструкция включает в себя блок питания, предварительный усилитель, делитель-ограничитель, пьезодатчик, осциллограф и персональный компьютер.

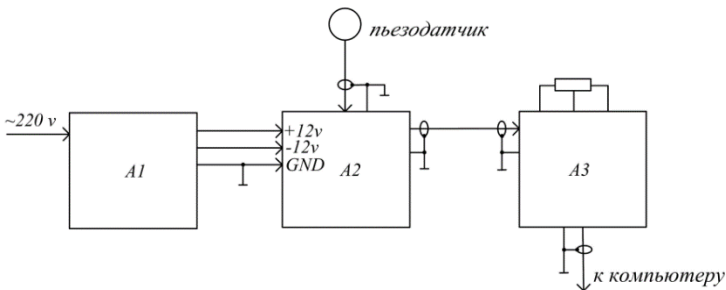


Рис. Испытательный стенд MODAL-2

Эксперимент проводился в два этапа. На первом этапе исследовались свободные колебания стальных балок разной длины с шарнирным опиранием по концам и одинаковым поперечным сечением – двутавр № 20. Для таких балок частоты собственных колебаний легко определить аналитическим путем [1], поэтому результаты первого этапа рассматривались в качестве тестовых (при определении первых трех частот спектра максимальное расхождение с теоретическими значениями составило 2,06 %).

На втором этапе экспериментально и аналитически определены собственные частоты колебаний железобетонной балки и трех сталефибробетонных балок с разным процентом фибрового армирования.

Литература

1. Бабаков, И. М. Теория колебаний: учеб. пособие / И. М. Бабаков. – 4-е изд., испр. – М.: Дрофа, 2004. – 591 с.

БИОМЕТРИЧЕСКАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА

Студенты гр. ПБ-п72 Гребень И. Е., Хоменко А. А.
Ассистент Яковенко И. О.

Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Лабораторные исследования крови имеют высокую вероятность ошибки в результате человеческого фактора (ошибка соответствия личности пациента и образца забора крови, недостаточное количество отобранного образца для исследования, хранение и транспортировка к лаборатории исследования, ошибка соответствия результата исследования с личностью пациента), что приводит к неправильной постановке диагноза, а в следствии могут вызвать осложнения и даже летальный исход.

На рис. показан робот-манипулятор, который оснащён рукавом, с манжетами фиксации и стабилизации для пережатия вены и стабилизации руки, блок идентификации [2, 3], блок позиционирования (инфракрасный и ультразвуковой датчик [4, 5]), блок стабилизации придаёт игле правильный наклон и вводит её в вену на нужную глубину.

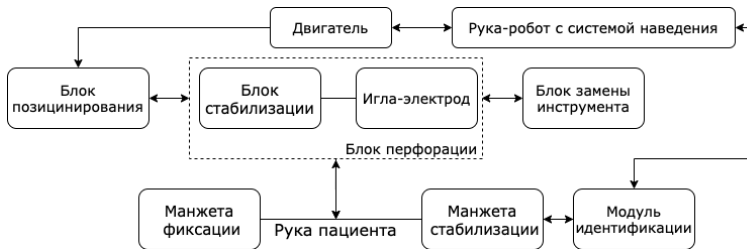


Рис. Биометрическая автоматизированная система перфорации

Биометрическая автоматизированная система для забора крови позволяет выполнять процедуру с высокой скоростью и точностью.

Литература

1. Яковенко И. О. и др. Improvement of the credibility of analysis of electrocardiograms for biometric personal identification // Перспективні технології та прилади. – 2019. – № 15. – С. 125–130.
2. Яковенко И. О. и др. Biometrical identification on the basis of photoplethysmogram for automated medical systems // Перспективні технології та прилади. – 2019. – № 15. – С. 120–124.
3. M. L. Balter, J. M. Leipheimer A. Automated end-to-end blood testing at the point-of-care: Integration of robotic phlebotomy with downstream sample processing. –Vol. 6, pp. 59–66.
4. Josh M. Leipheimer, Max L. Balter. First-in-human evaluation of a hand-held automated venipuncture device for rapid venous blood draws, vol. 7, pp. 98–107.

ТЕРМОДИНАМИКА НЕОБРАТИМЫХ ПРОЦЕССОВ

Студент гр. 11304118 Полтавцев К. А.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет

Целью работы является ознакомление с видами термодинамических процессов.

В термодинамике процессы разделяются на обратимые и необратимые. Термодинамика необратимых процессов изучает системы, которые не находятся в состоянии равновесия. Необратимым называют процесс, после которого систему нельзя вернуть в первоначальное состояние без изменений условий среды. Примерами таких процессов являются: диффузия, теплопроводность и др. Согласно постулату Клаузиуса необратимый процесс – это переход тепла от горячего тела к холодному [1].

В ходе проведения литературного обзора особое внимание было уделено изучению теорий необратимых процессов. Известна феноменологическая термодинамика необратимых процессов, включающая линейную и не линейную теорию. Также используется статистическая теория неравновесных процессов. Для изучения таких процессов различают 3 типа систем: однородные, прерывные и непрерывные.

На рис. изображена диаграмма p - V по которой видно, что работа расширения A - E не равна работе сжатия E - A . Это пример необратимого процесса. Чтобы этот процесс стал обратимым необходимо разбить этот процесс на бесконечно большое число шагов, так чтобы они были как можно меньше.

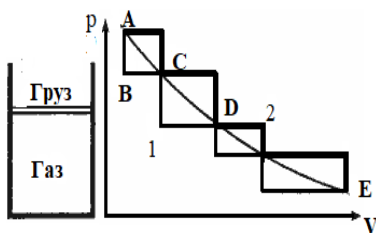


Рис.

Из этого можно сделать вывод, что процесс обратимый. Процесс называется обратимым, если система в любой момент времени бесконечно близка к состоянию равновесия, и направление этого процесса можно пустить обратно. Максимальная работа достигается при обратимом процессе.

При реальных условиях почти процессы являются необратимыми. Примером обратимого процессов является идеальный цикл Карно.

Литература

1. Бокштейн, Б. С. Краткий курс физической химии / Б. С. Бокштейн, М. И. Менделев. – М: ЧеРо, 2002. – 232 с.

УДК 681.2.002

МЕТОДЫ ДЕФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Студент гр. 10405319 Руленков А. Д.

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

Белорусский национальный технический университет

Совокупность методов и средств высокотемпературных измерений в заданный момент времени, предназначенная для идентификации температур фазовых превращений объектов измерения, при которых происходят процессы с выделением или поглощением тепла, называется термическим анализом. Существует множество способов термического анализа, но наиболее общим методом исследуемых объектов является метод построения кривых «время – температура» (кривая «нагрева» или «охлаждения»). Нагревая (охлаждая) объект изучения, через небольшие промежутки времени измеряют его температуру. Результаты измерений отображаются на графике, время откладывается по оси абсцисс, а температура – по оси ординат. При отсутствии фазовых превращений кривая идет плавно, фазовые превращения отображаются появлением на кривой изломов или «остановок». Температуру фазовых превращений определяют исходя из полученных результатов кривой нагрева (охлаждения), используя их дифференциальные зависимости. В исследованиях также применяется метод дифференциального термического анализа. По этому методу нагревание (охлаждение) объекта исследования ведут вместе и в одних и тех же условиях с (веществом) объектом – эталоном, которое в условиях опыта не претерпевает фазовых превращений. После замеров на графике фиксируется кривая «время–температура», а также кривая «время – разность температур» исследуемого объекта и вещества – эталона. Такая разность температур появляется при любом превращении исследуемого объекта, протекающего с поглощением либо выделением тепла. Термический анализ нужен для решения задач, связанных с получением количественных характеристик, например, фазового состава, теплоты реакций, количество теплоты, выделившейся фазой. Термический анализ применяется при изучении металлов, сплавов, геологических пород и минералов. Охлаждение и нагрев исследуемых объектов регистрируется с помощью следующих приборов: пирометр Н. С. Курнатова, различные оптические

пирометры, а для наиболее точного определения температуры применяются термопары.

Литература

1. Рафальский, И. В. Моделирование процессов охлаждения и затвердевания металлических расплавов с использованием данных термического анализа при малых числах Био / Рафальский И. В. // *Металлургия: Республиканский межведомственный сборник трудов.* – Минск: БНТУ, 2018. – Вып. 39. – 198 с.
2. Интернет-ресурс: сайт Heraeus Electro-Nite – <http://electro-nite.com>.

УДК 531

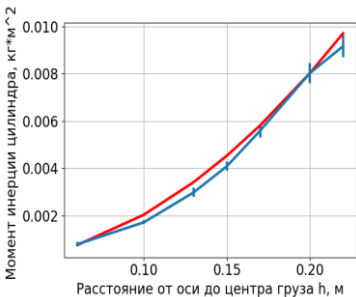
ИЗМЕРЕНИЕ МОМЕНТОВ ИНЕРЦИИ ГРУЗОВ

Студент гр. 10301119 Пилипчик Е. А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Бобученко Д. С.

Белорусский национальный технический университет

Момент инерции тела относительно оси характеризует инертность тела при вращательном движении. В этой работе определялся момент инерции груза на стержне, и полученный результат сравнивался с известными теоретическими формулами. Лабораторная установка состоит из диска массой m_d , закрепленных на нем четырех стержней массами m_2 , и четырех грузов массами m_1 , расположенных симметрично на стержнях, и имеющих форму цилиндров. На диск намотана нить, к которой подвешен груз массой m . Момент инерции всей системы (диска, стержней, грузов) рассчитывался по формуле: $I = mR^2 \left\{ \frac{gt^2}{2S} - 1 \right\}$, полученной без учета сил трения. Относительная погрешность измерений рассчитывалась по формуле:



Момент инерции всей системы (диска, стержней, грузов) рассчитывался по формуле: $I = mR^2 \left\{ \frac{gt^2}{2S} - 1 \right\}$, полученной без учета сил трения. Относительная погрешность измерений рассчитывалась по формуле:

$$\varepsilon_I = \sqrt{\left(\frac{\Delta m}{m}\right)^2 + \left(2\frac{\Delta R}{R}\right)^2 + \left(\frac{\frac{gt}{S}\Delta t + \frac{gt^2}{2S^2}\Delta S}{\frac{gt^2}{2S} - 1}\right)^2}.$$

Первоначально измерения проводились без грузов, и определялся момент инерции только диска и стержней I_0 . Затем, измерялся момент инерции всей системы $I(h)$, т. е. диска, стержней и грузов, при различных расстояниях от центра груза до оси вращения h . Далее, из разности $I(h)$ и I_0 , рассчитывались моменты инерции одного груза, как функции h . На рисунке представлена эта зависимость. Трудность определения момент инерции одного груза относительно оси перпендикулярной

оси цилиндра заключалась в том, он намного меньше момента инерции относительно оси вращения. Поэтому, момент инерции груза $I_{\text{цyl}}$ относительно оси перпендикулярной оси цилиндра определялся по наилучшему совпадению экспериментальной и теоретической (на рис.) зависимостей. Он получился равным $I_{\text{цyl}} = (2,9 \pm 0,4) \times 10^{-5} \text{ кг} \times \text{м}^2$. Расчет по формуле $I = \frac{m_1 r^2}{2} + \frac{m_1 d^2}{12}$, где r, d – соответственно радиус и высота цилиндра дает $I = 2,54 \times 10^{-5} \text{ кг} \times \text{м}^2$.

УДК 531

РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ МОМЕНТА СИЛ ТРЕНИЯ

Студент гр. 10301319 Кулик М. А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Бобученко Д. С.

Белорусский национальный технический университет

В данной работе представлены результаты определения погрешности момента сил трения. Схема лабораторной установки представлена на рисунке. Момент сил трения рассчитывался по формуле: $M_{\text{тр}} = I \frac{a-a'}{R}$, момент инерции всей системы: $I = \frac{m_d r_d^2}{2} + 4m_2 \left\{ \frac{l^2}{12} + \left(\frac{l}{2} + r_d \right)^2 \right\} + 4m_1 \left\{ \frac{r^2}{4} + \frac{d^2}{12} + h^2 \right\}$, где m_d, r_d – масса, радиус диска, m_1, r – масса, радиус груза, m_2 – масса стержня. Ускорение без учета трения рассчитывалось по формуле: $a = \frac{mR^2 g}{mR^2 + I}$, ускорение тела m : $a' = \frac{2S}{t^2}$, S, t – пройденный путь, время. Выведены формулы для расчета погрешности:

$$\varepsilon_{M_{\text{тр}}} = \frac{\Delta M_{\text{тр}}}{M_{\text{тр}}} = \sqrt{\left(\frac{\Delta I}{I}\right)^2 + \left(\frac{\Delta R}{R}\right)^2 + \left(\frac{\Delta a + \Delta a'}{a - a'}\right)^2};$$

$$\Delta a' = a' \sqrt{\left(\frac{\Delta S}{S}\right)^2 + \left(2 \frac{\Delta t}{t}\right)^2};$$

$$\Delta a = a \sqrt{\left(\frac{\Delta m}{m}\right)^2 + \left(2 \frac{\Delta R}{R}\right)^2 + \left(\frac{R^2 \Delta m + 2mR \Delta R + \Delta I}{mR^2 + I}\right)^2};$$

$$\Delta I = I \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + B_3^2 + B_4^2 + B_5^2 + B_6^2 + B_7^2 + B_8^2},$$

где $B_1 = \frac{r_d^2}{2} \Delta m_d$; $B_2 = (m_d r_d + 8m_2 \left(\frac{l}{2} + r_d\right)) \Delta r_d$; $B_3 = 4\left(\frac{l^2}{12} + \left(\frac{l}{2} + r_d\right)^2\right) \Delta m_2$; $B_4 = m_2 \left[2 \frac{l}{3} + 4\left(\frac{l}{2} + r_d\right)\right] \Delta l$; $B_5 = 4\left[\frac{r^2}{4} + \frac{d^2}{12}\right] \Delta m_1$; $B_6 = 2m_1 r \Delta r$; $B_7 = \frac{2m_1 d}{3} \Delta d$; $B_8 = 8m_1 h \Delta h$.

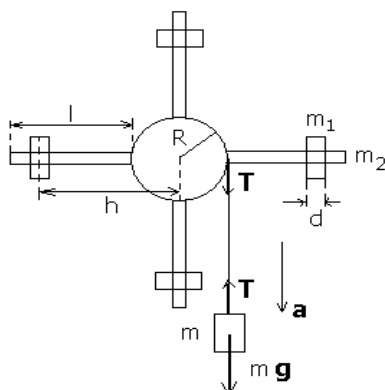


Рис.

Написана программа на языке Python, и проведены расчеты при различных R и h . Расчеты показали, относительные погрешности момента инерции $\varepsilon_{M_{тр}}$, ускорений $\varepsilon_a, \varepsilon_{a'}$ лежат в пределах 15 %, в тоже время как относительная погрешность $\varepsilon_{M_{тр}}$ недопустимо большие значения $> = 60$ %. Это объясняется тем, что из-за малости сил трения, ускорение без сил трения и ускорение, с которым движется тело очень близки, и третье слагаемое в формуле для относительной погрешности момента сил трения дает большой вклад. Поэтому, иногда значение момента сил трения принимает отрицательное значение.

УДК 531

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ PYTHON ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ И НАУЧНЫХ РАСЧЕТОВ

Студент гр. 10303119 Шамко Е. В.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Бобученко Д. С.

Белорусский национальный технический университет

Инженерные и научные расчеты одна из основных частей инженерного дела. Их можно осуществлять с помощью Python. Python – высоко-уровневый язык программирования общего назначения, активно развивающийся. В настоящий момент, Python занимает третье место в рейтинге ТЮВЕ с показателем 9,3 %. Он поддерживает структурное, объектно-ориентированное, функциональное программирование. Python распространяется под свободной лицензией, позволяющей использовать его без ограничений в любых приложениях, работает почти на всех известных платформах. Применение Python разнообразно, так как помимо стандартной библиотеки существует огромное

множество прикладных библиотек для Python в самых разных областях (веб, базы данных, обработка изображений, обработка текста, численные методы, приложения операционной системы, машинное обучение и т. д.). Python с пакетами NumPy, SciPy и Matplotlib активно используется как среда для инженерных и научных расчётов в качестве замены распространённым специализированным коммерческим пакетам Matlab, IDL и другим. NumPy – это расширение языка Python, добавляющее поддержку больших многомерных массивов и матриц, вместе с большой библиотекой математических функций для операций с этими массивами. Он содержит также инструменты для интеграции кода C и Fortran, функции линейной алгебры, также может использоваться как эффективный многомерный контейнер общих данных. SciPy – библиотека для языка Python с открытым исходным кодом, предназначенная для выполнения сложных вычислений. Она содержит инструменты для решения обыкновенных дифференциальных уравнений, вычисления интегралов, поиска минимумов и максимумов функций, библиотеку специальных функций; обработки сигналов и изображений, статистические функции, и др. SciPy состоит из подпакетов, охватывающих различные области научных вычислений. Matplotlib является пакетом для визуализации данных двумерной (2D) и (3D) графикой. Существуют, и другие пакеты, предназначенные для этих целей. Расширение SciPy может взаимодействовать с PyTables – иерархической базой данных, разработанной для управления большими объёмами данных. Для решения уравнений в частных производных можно воспользоваться пакетом FiPy. Существуют библиотеки для символьных вычислений: Symbolic и SymPy. Все это делает Python полезным и эффективным инструментом инженера.

УДК 616-073.082.4

ЭФФЕКТ ДОПЛЕРА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ

Студент гр. 11307119 Ковалев И. В.

Доктор физ.-мат. наук, профессор Свирина Л. П.

Белорусский национальный технический университет

Эффект Доплера состоит в изменении частоты волн, воспринимаемых наблюдателем (приемником), вследствие относительного движения источника волн и наблюдателя.

Если звуковая волна с частотой ν , излучаемая источником, отражается от движущегося препятствия, то частота отраженной волны, регистрируемая приемником, находящимся рядом с источником, будет отличаться от частоты ν , излучаемой источником (источник и приемник неподвижны относительно среды). В этом случае эффект Доплера проявляется дважды.

Во-первых, отражатель, к которому направляется звуковая волна, ведет себя как движущийся наблюдатель и «фиксирует» звуковую волну на частоте $\nu' = \nu(1 + \frac{v_{i\delta\delta}}{v})$. Во-вторых, отражатель затем действует как вторичный источник волны с частотой ν' (отраженной), который движется к приемнику. Приемник, расположенный рядом с источником, будет регистрировать частоту отраженной волны равную

$$\nu'' = \nu' \frac{1}{1 - v_{i\delta\delta}/v} = \nu \frac{v + v_{i\delta\delta}}{v - v_{i\delta\delta}}. \quad (1)$$

Здесь v – скорость распространения волны, $v_{i\delta\delta}$ – скорость отражателя.

Если падающую и отраженную звуковые волны наложить одна на другую, то возникают биения с частотой ν_b , равной разности частот двух волн, излучаемой источником и отраженной отражателем:

$$\nu_b = \nu'' - \nu = \frac{2\nu v_{i\delta\delta}}{v - v_{i\delta\delta}} \approx \frac{2\nu v_{i\delta\delta}}{v}. \quad (2)$$

Такое проявление эффекта Доплера широко используется в медицинских приборах, работающих, как правило, в ультразвуковом диапазоне частот, для определения скорости кровотока, скорости движения клапанов и стенок сердца (доплеровская эхокардиография) и других органов. Например, эффект Доплера для ультразвуковых волн на частоте 1,8 МГц используется для контроля частоты сердцебиений зародыша. Наблюдаемая максимальная частота биений равна 600 Гц. При скорости распространения звука в ткани $1,5 \cdot 10^3$ м/с, оценка скорости движения поверхности бьющегося сердца зародыша по формуле (2) дает величину $v_{omp} = 0,25$ м/с.

УДК 631.3

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРОВ В МЕДИЦИНЕ

Студент гр. 11307119 Галаваченко П. О.

Доктор физ.-мат. наук, профессор Свирина Л. П.

Белорусский национальный технический университет

Применение лазеров основано на свойствах их излучения: высокая монохроматичность ($\Delta\lambda = 0,01$ нм), достаточно большая мощность, узость пучка и когерентность.

К примеру, на основе высококогерентного излучения гелий-неонового лазера с использованием волоконной оптики разработаны гастроскопы, которые позволяют голографически формировать объемное изображение внутренней полости желудка.

Широкое применение лазеры нашли в хирургии, стоматологии, офтальмологии, дерматологии, онкологии. Биологические эффекты лазерного излучения зависят как от свойств биологического материала, так и от свойств лазерного излучения.

Все лазеры, используемые в медицине, условно подразделяются на 2 вида: низкоинтенсивные – терапевтические (интенсивность около $0,1 \text{ Вт/см}^2$) и высокоинтенсивные – хирургические (в медицине обычно используются лазеры с интенсивностью $10^2\text{--}10^6 \text{ Вт/см}^2$) Низкоинтенсивные лазеры не вызывают заметного деструктивного действия на ткани во время облучения. В видимой и ультрафиолетовой областях спектра их эффекты обусловлены фотохимическими реакциями и не отличаются от эффектов, вызываемых монохроматическим светом, полученным от обычных, некогерентных источников. В этих случаях лазеры являются просто удобными монохроматическими источниками света, обеспечивающими точную локализацию и дозировку воздействия. К примеру, гелий-неоновые и криптоновые лазеры используют для лечения трофических язв, ишемической болезни сердца, фотохимического повреждения опухолей и др.

При использовании видимого или ультрафиолетового излучения высокоинтенсивных лазеров (твердотельных и полупроводниковых) возможны качественно иные эффекты. Например, облучение растворов ДНК высокоинтенсивным импульсным лазерным излучением с длиной волны около 260 нм приводило к ионизации молекул ДНК, подобной вызываемой γ -излучением. Когда излучение исходит от высокоинтенсивного сфокусированного лазера, количество выделяющегося тепла велико, в ткани возникает температурный градиент. В месте падения луча ткань испаряется, в прилегающих областях происходит обугливание и коагуляция. Фотоиспарение является способом послойного удаления или разрезания ткани в хирургии.

УДК 543.4

ТУРБИДИМЕТРИЧЕСКИЕ И НЕФЕЛОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА РАСТВОРОВ

Студент гр. 11310116 Ширяева В. Д.
Ассистент Люцко К. С.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучение турбидиметрического и нефелометрического методов анализа, рассмотрение области применения этих методов, изучение достоинств и недостатков.

Нефелометрический метод анализа (нефелометрия) основан на определении количества вещества, которое находится в коллоидальном взвешенном состоянии, с помощью измерения рассеянного света.

Турбидиметрическим методом анализа (турбидиметрией) называют метод, основанный на измерении света, прошедшего через раствор, в котором содержатся взвешенные частицы.

Данные методы анализа отличаются точностью и высокой чувствительностью.

Для турбидиметрических и нефелометрических измерений можно использовать фотометр, спектрофотометр и нефелометры, флуориметры соответственно. Для осуществления анализа с помощью этих методов существуют следующие условия: у получаемых взвесей должна быть малая растворимость и стойкость во времени, а также соблюдение условий построения градуировочного графика и анализа исследуемого раствора.

Преимущество нефелометрического и турбидиметрического методов состоит в том, что с их помощью можно определять элементы, которые не дают устойчивых окрашенных соединений, а также, если анализируемая проба уже является пригодной для нефелометрии или турбидиметрии виде устойчивых суспензий, т. е. они дополняют фотометрические методы [1].

Недостаток этих методов заключается в том, что необходимо постоянно создавать специальные условия.

В ходе данной работы изучены турбидиметрические и нефелометрические методы анализа растворов.

Литература

1. Нефелометрия и турбидиметрия: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Методы аналитического контроля производств материалов современной энергетики» для студентов специальности 240501 «Химическая технология материалов современной энергетики» / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 13 с.

UDC 681

RISKS AND OPPORTUNITIES OF PARTICIPATION IN GLOBAL VALUE CHAINS FOR SMALL ECONOMIES

Ph.D. scholar Savkov N.

Shandong University of Finance and Economics

Participation in global value chains, the international fragmentation of production can lead to increased job creation and economic growth, so countries must put in place the right kind of trade and investment policies. By specializing in specific tasks or stages within a value chain, small economies can, to a certain extent, mitigate their lack of economies of scale [1]. Workers benefit most from GVC participation if their working conditions are relatively formalized (e.g. wages, length of work day and work week, defined benefits) and if they have higher skills (closely

correlated with more advanced education) that allow them to carry out better remunerated tasks. Rising quality standards in GVCs often result in an upskilling of at least some workers and better employment conditions. So if countries only operate at the lowest levels of a GVC, they are not likely to create the expertise, institutions, or consumer markets needed to build and sustain entire industries. For small economies, correct economic policy plays a crucial role at both promoting FDI and strengthening the linkages of FDI with the domestic economy. Firms with foreign ownership participation are also more likely to export and tend to export a higher share of their sales compared to entirely domestically-owned firms. Another policy area of major importance to small economies is support to small and medium-sized enterprises. SMEs in small economies are less able to participate in international trade and GVCs compared to larger firms, because they have limited access to finance, workforce skills, market information and a restricted market size that prevents them from growing. Another option for small economies is to increase their participation in GVCs by reducing their time-related trade costs. Efforts here require a focus on improving trade infrastructure and logistics services as well as on the implementation of the WTO's Trade Facilitation Agreement. Main benefits for economies from participation in GVC are economic upgrading, employment generation, technology transfer, rise of income and increased living standards, while main risks for economies from participation in GVC include hidden barriers for technology transfer e.g. property and intellectual rights, inability to climb economic upgrading ladder, dependence on volatile global market, deterioration of working conditions and lower wages.

References

1. Li, X. Recent patterns of global production and GVC participation. / X. Li, B. Meng, Z. Wang // Global value chain development report 2019. Technological innovation, supply chain trade, and workers in a globalized world. – World Trade Organization, 2019, pp. 9–45.

УДК 681.2.002

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС SAP ERP ECC 6.00

Студент гр. 10405119 Логонюк И. И.

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

Белорусский национальный технический университет

Комплекс SAP ERP ECC 6.00 (прежнее название SAP R/3) был изобретён немецкой компанией SAP AG. Специализирован с целью комплексной автоматизации крупных компаний. Может обеспечить информацией несколько предприятий, которые входят в состав холдинга или концерна (не обращая внимание на расположение и валюту, в которой работает данное предприятие).

ERP ECC 6.00 даёт возможность гарантировать незамедлительное отображение оперативной информации в информацию для анализа. Несоответствие во времени среди оперативной и аналитической сводится к минимуму. Система SAP ERP ECC 6.00 складывается из комплекта прикладных модулей. В свою очередь модули обеспечивают разнообразные бизнес-процессы компаний. Работает система на платформе SAP NetWeaver 2004, которая состоит из: площадок для порталных и интеграционных решений уровня предприятия, площадки для сохранения данных и бизнес-политики и т.д.

Также комплекс SAP ERP ECC 6.00 включает в себя различные модули такие как: FI, CO, AM, PS, PP, MM, SD, QM, PM, HR, WF, IS, которые отвечают за финансы, проекты, производственное планирование, сбыт, техобслуживание и ремонт оборудования, управление работы персонала, управление потоками информации и т.д. Система SAP ERP ECC 6.00 действует на серверах Windows, S/390, UNIX, AS/400 и т.д. Неспроста многие фавориты международной экономики предпочли непосредственно SAP ERP ECC 6.00 в качестве главной корпоративной концепции. Это из-за того, что SAP ERP ECC 6.00 является конфигурируемой концепцией. Если компания приобретёт её, то станет функционировать с персональным вариантом, подстроенной под её нужды.

Вывод: из 200 тысяч клиентов большую часть составляют средние и крупные предприятия. Согласно статистике, продукты SAP используют приблизительно 12 миллионов пользователей. Таким образом, мы можем с уверенностью полагать, что SAP ERP ECC 6.00 – это большой шаг в будущее автоматизации на производстве.

Литература

1. Кречмер Р., Вейс В. Разработка приложений SAP R/3 на языке ABAP/4.
2. Вилл Л. Системное администрирование SAP R/3. Официальное руководство.

УДК 004.738.057.4

СОЗДАНИЕ САЙТА ДЛЯ ОДО «СПЕЦТЕХНОРЕГИОН»

Студент гр. 11302219 Антонович М. В.

Ст. преподаватель Кондратьева Н. А.

Белорусский национальный технический университет

Программирование сайта, как правило, подразумевает использование нескольких языков веб-программирования, необходимых, для реализации желаемого функционала. Языки веб-программирования можно условно разделить на две пересекающиеся группы: клиентские и серверные.

В зависимости от поставленной задачи функционал сайта был реализован с использованием бесплатного движка для создания сайтов – Content

Management System (CMS) – «Система управления контентом». CMS – это программа, которая значительно упрощает создание сайта и управление им, позволяя работать в удобном интерфейсе, который напоминает собой графический и текстовый редакторы, с целью создания удобного и эффективного инструмента для ведения бизнеса. Конструктор сайтов WIX – один из самых мощных и функциональных конструкторов. Возможностей хватает для создания форумов, сайтов-визиток, одностраничников, магазинов, блогов. Разработчики регулярно добавляют новые варианты под различные сферы. В магазине приложений к сайту можно подключить более 250 различных виджетов, также конструктор поддерживает добавление своего html-кода. Интерфейс редактора состоит из трех панелей – горизонтальной и двух вертикальных. Кнопка «Страницы» в левом верхнем углу служит для переключения между страницами. В пункте «Сайт» можно сохранить проект, включить режим предпросмотра, перейти в редактор мобильной версии, опубликовать, привязать домен и т. д. Для некоторых действий на этой же панели есть быстрые кнопки – опубликовать, отменить или повторить последнее действие, редактор мобильной версии и режим предпросмотра. Через пункт «Редактировать» подключаются дополнительные элементы управления и навигации. Для редактирования сайта, добавления и изменения элементов используется вертикальная панель сверху. С помощью конструктора сайтов WIX разработан сайт для ОДО «Спецтехнорегион», которое занимается оптовой торговлей запчастями к строительной и мелиоративной технике, ремонтом узлов и агрегатов.

Литература

1. Фримен Э. Изучаем HTML, XHTML и CSS. – СПб: Питер, 2014. – С. 118.

УДК 681.3.06

КОМПЬЮТЕРНАЯ АНИМАЦИЯ В DELPHI С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПРАЙТОВ

Студент гр. 11303119 Ахремчик А. А.

Ст. преподаватель Кондратьева Н. А.

Белорусский национальный технический университет

Delphi – это мощная среда визуальной разработки программ сочетающая в себе весьма простой и эффективный язык программирования.

В настоящее время широкое применение получила компьютерная анимация как в области развлечений, так и в производственной, научной и деловой сферах. Являясь производной от компьютерной графики, анимация наследует те же способы создания изображений. В программе Delphi возможно различное программирование анимации, но в работе были использованы спрайты. Слово «sprite», дословно переводиться как «двухмерное изображение на экране». Спрайты – двухмерные файлы анимации. Могут представлять собой

как небольшой мультфильм из нескольких кадров, так и один статичный кадр. Чаще всего – это растровое изображение, которое свободно перемещается по экрану. В работе использовались существующие три вида спрайтов: 1) параллельные спрайты (создают иллюзию трёхмерности объекта); 2) ориентированные (позволяют ориентировать спрайт в какую-либо сторону); 3) фиксированные (представляют собой параллельные спрайты, зафиксированные по вертикали). В HL спрайты используются в виде анимации взрывов, огня, дыма, капелек воды (дождь, снег), различные вспышки, так называемые «оптические» эффекты (слепящие ореолы ламп) и т. д. Под спрайтом понимается, определенное количество картинок, последовательно повторяющихся друг за другом и незначительно отличающихся. Человеческий мозг устроен так, что при быстром мелькании картинок, незначительно отличающихся друг от друга, он не видит каждый спрайт в отдельности, а видит лишь плавное изменение картинки – анимацию. На этой способности мозга и построена разработанная программа в Delphi по созданию анимации с использованием компонента undelphix на базе спрайта «Танцующая девушка» (рис.). Проиллюстрировано использование спрайта с 23 последовательными кадрами.



Литература

1. Осипов, Д. А. Графика в проектах Delphi – П.: издательство «Символ-Плюс», 2008. – 648 с.

УДК 658.562.012.7

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В КОНТРОЛЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

Студент гр. 11303119 Головня К. Ч.

Ст. преподаватель Кондратьева Н. А.

Белорусский национальный технический университет

С развитием научных систем управления качеством производственного процесса роль статистических методов в управлении качеством постоянно возрастает. Большое внимание уделяется практическому применению математической статистики для решения конкретных производственных задач, особенно при анализе качества технологических процессов.

Рассмотрена технология производственного процесса и методы контроля качества детали при её изготовлении на примере выполнения отверстий вала. Для обработки и анализа данных на производстве используются следующие статистические методы: контрольные листки; диаграмма Парето; гистограммы; контрольные карты; стандартизированные статистические методы контроля качества (выборочный контроль, контроль показателей надежности). По заполненным контрольным листкам оценивают процент дефектных изделий, процент изделий с дефектами по отдельным контролируемым параметрам, число дефектов на определенное число изделий, результат работы исполнителя и сбой в процессе производства. Данные контрольных листов представляют в виде диаграммы Парето или гистограммы. В контрольной карте, где отражается текущее состояние процессов, дается возможность производить оценку степени изменчивости процесса, определяется наличие статистической управляемости процесса, отслеживаются и устраняются дефекты, вызванные различными внутренними и внешними факторами. Это делает производство надежным и экономически выгодным. В исследовании мы использовали такие типы карт, как \bar{X} (выборочного среднего) и R (размаха). Выборочный контроль состоит в том, что по результатам проверки качества единиц изделий, входящих в случайную представленную выборку, с помощью методов математической статистики делается обоснованное заключение о качестве всей партии изделий. Без применения статистических методов мониторинга и анализа производственных процессов управленческая система не сможет функционировать результативно.

Литература

1. Стукач, О. В Программный комплекс Statistica в решении задач управления качеством: учеб. пособие / О. В. Стукач. – Томск: ТПУ, 2011.
2. Статистические методы в управлении качеством продукции: учебное пособие / В. В. Ефимов, Т. В. Барт. – М.: КНОРУС, 2006.

УДК 004.738.057.4

СОЗДАНИЕ САЙТА О БНТУ В ПАКЕТЕ DREAMWEAVER

Студент гр. 11302219 Стриго Н. А.

Ст. преподаватель Кондратьева Н. А.

Белорусский национальный технический университет

Был разработан Web-сайт о БНТУ в канун столетия университета с помощью языков HTML/DHTML в пакете Adobe DreamWeaver.

Целью создания сайта является подача информации о БНТУ и его факультетах. Сайт создан при помощи языка HTML. Некоторые элементы дизайна выполнены при помощи языка CSS. Сайт содержит 18 web-страниц с

графическим дизайном и возможность перехода на сторонние сайты. Навигация по сайту осуществляется при помощи гиперссылок, вызываемых тегом ` `. Для оформления сайта, и разделения информации по странице был использован тег `<table> </table>`, который разбивает страницу на таблицу. С помощью тега веб-страница делится на несколько частей, которые содержат навигацию по сайту и его контенту. Главная страница сайта содержит эмблему БНТУ, некоторую информацию о нем, видеоролик и ряд гиперссылок с возможностью перехода, как на страницы сайта, так и на другие сайты.

Страницы факультетов БНТУ содержат некоторую часть информации о факультете, его эмблему и гиперссылку в виде эмблемы БНТУ, которая возвращает на главную страницу. Также на сайте есть страница группы 11302219, где можно прочитать сообщение в «Таймс» БНТУ студентки моей группы и посмотреть некоторые фото и видео с мероприятий, в которых принимали участие ребята. В то же время, на сайте имеются ссылки на страницы Wikipedia и главный сайт БНТУ.

Актуальность создания такого сайта, в том, что любой качественный проект будет востребован в своем информационном сегменте, если постоянно работать над ним и наполнять современным контентом. Ведь информация, которая хранится на сайте, если она полезна и ориентирована на конечного пользователя, обязательно найдет своих посетителей.

Литература

1. Основы HTML (HyperText Markup Language): учебно-методическое пособие для студентов специальностей 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» / Т. А. Петровская [и др.]. – Минск: БНТУ, 2014. – 82 с.

2. Белозубов, А. В., Николаев, Д. Г. Основы работы с HTML-редактором Above Dreamweaver CS3. Учебно-методическое пособие. — СПб.: СПбГУ ИТМО, 2007. – С. 112.

УДК 681.3.06

РАСЧЕТ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ТЕЛА В ПАКЕТЕ MATHCAD

Студент гр. 11302219 Шик Д. В.

Ст. преподаватель Кондратьева Н. А.

Белорусский национальный технический университет

Пакет инженерных расчетов *Mathcad* широко используется для численного решения прикладных задач. Он представляет собой уникальную среду, которая позволяет осуществить вычисления, направленные на разработку технического задания, анализ исходных экспериментальных данных, выбор оптимального метода решения.

Были проведены исследования, посвященные определению траектории космического тела. По результатам исследования была написана компьютерная программа, позволяющая определить траектории полета космического тела, учитывая следующие числовые характеристики: масса тела; начальное положение тела; его начальная скорость; начальное ускорение; расстояние между рассматриваемыми объектами.

Расчеты выполнены на основании закона, который описывает геометрию траекторий планетных орбит: каждая планета Солнечной системы обращается по эллипсу в одном из фокусов которого находится Солнце. Полученная программа предусматривает расчет текущего положения тела по заданным параметрам с течением времени. Также в *Mathcad* реализован алгоритм движения космического тела, иллюстрируется траектория движения (рис.).

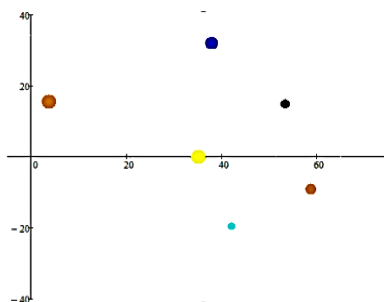


Рис. Положение тел в некоторый момент времени

Литература

1. Очков, В. Ф. Движение планет: расчет и визуализация в среде MathCad / В. Ф. Очков, Е. П. Богомолова, Д. А. Иванов, К. Писачич // Cloud of Science, 2015. – Т. 2, № 2. – С. 177–215.

УДК 546.28

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ С ЗАТВОРОМ ШОТТКИ

Студент гр. 11303119 Головня К. Ч.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Черный В. В.

Белорусский национальный технический университет

Полевые транзисторы с затвором Шоттки широко используются в технике сверхвысоких частот [1]. Усилительные свойства транзисторов в значительной степени определяются так называемым сопротивлением истока R_s , наличие которого приводит к образованию отрицательной обратной

связи, снижающей усилительные свойства транзисторов. Поэтому актуальными являются методы определения данного параметра в процессах конструирования приборов и их изготовления.

Наиболее простой метод определения R_s был предложен в работе [2]. Из предложенной авторами [2] модели транзистора в случае постоянного тока затвора I_g и при условии, что ток стока значительно превышает ток затвора ($I_d \gg I_g$), оказывается справедливой следующая зависимость:

$$(dV_{gs}/dI_d) = R_s + (nV_T/I_d),$$

здесь V_{gs} – напряжение между затвором и истоком, n – фактор идеальности барьера Шоттки, $V_T = (kT/e)$ – термический потенциал, (k – постоянная Больцмана, T – температура по шкале Кельвина, e – заряд электрона). Таким образом, измерив достаточно подробно зависимость напряжения V_{gs} от I_d , можно построить зависимость $\Delta V_{gs}/\Delta I_d$ от $1/I_d$. Экстраполируя линейный участок данной зависимости на ось ординат, можно определить сопротивление истока R_s . Изменение I_d достигается путём изменения напряжения U_{ds} между стоком и истоком.

В данной работе исследовались серийно выпускаемые полевые транзисторы на основе арсенида галлия типа АП343А. На основе анализа указанной зависимости было установлено, что величина R_s находилась в интервале от 5 до 8 Ом. Подобные значения типичны для использованной технологии изготовления приборов.

Литература

1. Шур, М. Современные приборы на основе арсенида галлия. – М.: «Мир», 1991. – 632 с.
2. Holmstrom, R. P., Bloss W.L., Chi J.Y. IEEE EDL, 1986, vol. 7, p. 410–412.

СЕКЦИЯ 6. СПОРТИВНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

УДК 615.849.19+616-073.173

КОМПЛЕКС ОЦЕНКИ НЕКОТОРЫХ КАЧЕСТВ БОКСЕРОВ НА ТРЕНИРОВКАХ

Студент Усольцев А. В.

Доктор техн. наук, профессор Юран С. И.

Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

В боксе подготовленность спортсменов играет особо важную, а часто и решающую роль в достижении высокого спортивного мастерства и успехов на ринге. В действиях боксера в бою проявляется одновременно целый комплекс самых разнообразных процессов и качеств.

Тренировочная деятельность может быть избирательно направлена на решение задач совершенствования разных видов подготовленности (технической, тактической и др.) спортсмена, формирования готовности к выступлению, восстановления и т. д. Важную роль в тренировках играет объективная оценка качества подготовленности спортсмена к соревнованиям, к чему привлекаются компетентные эксперты. Однако оценка производится «на глаз», и поэтому является довольно грубой.

Одним из важнейших критериев объективной оценки функциональных способностей организма спортсмена является состояние сердечно-сосудистой системы. Аппаратурным методом 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.).

Работает комплекс следующим образом: в начале тренировки автоматически снимается сигнал фотоплетизмограммы, на основании анализа фотоплетизмограммы спортсмена по разработанной методике задаются параметры тренировки, которые постоянно контролируются. Принципы работы комплекса опробованы при подготовке спортсменов, призеров соревнований по бодибилдингу на первенство ПФО. Результаты применения свидетельствуют об эффективности предлагаемого метода.

Литература

1. Денисова, Л. В. Измерения и методы математической статистики в физическом воспитании и спорте / Л. В. Денисова, Л. А. Харченко, И. В. Хмельницкая. – К.: Олимпийская литература, 2008. – 127 с.

2. 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.

ВЕЛОЭРГОМЕТРИЧЕСКИЙ ТЕСТ МАКСИМАЛЬНОЙ АЭРОБНОЙ МОЩНОСТИ

Магистрант гр. 915441 Ращинский О. Д.

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

Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники

Велоэргометрия – диагностический метод электрокардиографического исследования для выявления латентной коронарной недостаточности и начальных признаков ишемической болезни сердца, в том числе и скрытой ее формы, определения переносимости физической нагрузки, выполняемой исследуемым на велоэргометре или беговой дорожке [1]. Аналогичные принципы велоэргометра могут быть применены к тредмил тесту.

Велоэргометр отличается от беговой дорожки тем, что рабочие скорости не зависят от веса испытуемого, а основные переменные – скорость и нагрузка. Максимальное потребление кислорода (МПК) достигается, когда его потребление становится постоянным при увеличении рабочей нагрузки. Обычно отмечается линейная зависимость между изменением МПК и рабочей скоростью. На рис. показана взаимосвязь между мощностью (Вт) и МПК для велоэргометрии. Это соотношение может использоваться для оценки МПК, когда фактические измерения невозможны, хотя всегда будет отмечаться некоторая разница между людьми.

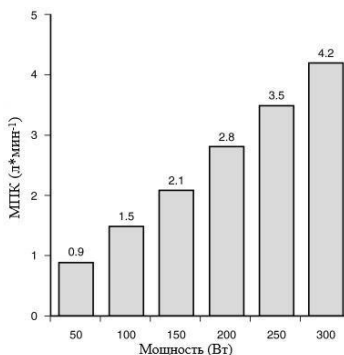


Рис. Зависимость МПК от мощности нагрузки

Для традиционных тестов велоэргометра часто используется частота вращения 50 оборотов в минуту. Каждый прогрессивный этап должен длиться от 1 до 3 минут, а шаг приращения должен составлять от 25 до 60 Вт, в зависимости от характеристик испытуемого.

Литература

1. Михайлов, В. М. Нагрузочное тестирование под контролем ЭКГ: велоэргометрия, тредмилл-тест. – Иваново, 2018. – 545 с.

УДК 796.022

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ БРОСКОВ ХОККЕИСТОВ

Студент гр. 11904115 Асташевич А. А.

Кандидат пед. наук, доцент Васюк В. Е.

Белорусский национальный технический университет

Устройство для отработки техники бросков хоккеистов используется в тренировочном процессе спортсменов различной квалификации, занимающихся хоккеем. Твёрдотельная модель устройства представлена на рис.



Рис. Твёрдотельная модель конструкция устройства для отработки техники бросков хоккеистов

При разработке устройства выбор материалов деталей конструкции осуществлялся в соответствии с климатическими условиями ОЗ и степенью защиты от воздействия окружающей среды IP 32. Проводились расчеты момента силы завинчивания гайки в болтовом соединении, долговечности подшипников качения и расчёт сварного шва на прочность. По результатам расчета определен необходимый момент силы завинчивания гаек, который составляет не менее 23,5 Н×м. Расчет подшипника качения на долговечность выявил, что при эксплуатации на частотах от 0 до 30 мин⁻¹ первые признаки усталостного разрушения на одном из своих колец, дорожках или телах качения возникнут после 1453555 ч работы. Расчет сварного шва на прочность выявил, что при действии на шов эксплуатационных нагрузок продольной силы $F = 600$ Н выполняется условие прочности. Также было проведено исследование основания на прочность. Результат исследования показал, что

при действии продольной силы $F = 600$ Н реакция на перемещение, деформацию и напряжение удовлетворительная.

Разработанное устройство можно использовать в тренировочном процессе для отработки техники выполнения различных бросков на этапах подготовки хоккеистов.

УДК 796.012

МОДЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ УПРАЖНЕНИЯ «СГИБАНИЕ И РАЗГИБАНИЕ РУК В ВИСЕ НА ПЕРЕКЛАДИНЕ»

Студент гр. 11904116 Бесан А. В.

Преподаватель Белоус П. А.

Белорусский национальный технический университет

В рамках исследования на основании видеосъемки были определены кинематические характеристики (программа места, ориентации, позы) при выполнении упражнения «сгибание и разгибание рук в висе на перекладине». В исследовании принял участие спортсмен, имеющий квалификацию мастера спорта Республики Беларусь по самбо. Видеосъемка упражнения была проведена в сагиттальной плоскости в различных вариантах исполнения двигательного действия.

Для исследования выполнения упражнения «сгибание и разгибание рук в висе на перекладине» было выбрано два видеофайла, длительность съёмки составила 2,75 и 1,74 с. Частота съемки – 50 кадров/с. Для анализа видео в редакторе Kinovea было использовано 12 кадров. Для анализа кадров использовалась программа RasChT.

В программе ориентации из графика зависимости углового положения продольной оси тела спортсмена от времени при выполнении классического подтягивания была выявлена ошибка. Во 2-й фазе наблюдается изменение угла с 2 до 19 градусов, так как спортсмен выполняет подъём, отклоняясь против часовой стрелки. Отклонение в данный момент допустимо, однако оно должно быть как можно меньше. График зависимости углового положения продольной оси тела спортсмена при выполнении подтягивания с рывком не показал ошибок, допущенных при выполнении упражнения.

В программе позы были описаны графики зависимости величины углов в суставах при выполнении анализируемых упражнений. При выполнении классического подтягивания в момент времени 1,5 секунды значение угла в плечевом суставе было равно 3 градусам, в локтевом – 130 градусов. Это свидетельствует, что спортсмен подтянулся максимально высоко. При выполнении подтягивания с рывком в 3-ей фазе угол в локтевом суставе составлял 117

градусов. При сравнении с выполнением упражнения без рывка можно сделать вывод, что в упражнении с рывком спортсмен подтянулся не до максимальной точки. Это же подтверждается значениями угла в плечевом суставе (31–36 градусов).

Использование высокоскоростной видеосъемки является эффективным методом оценки технической подготовленности спортсменов.

УДК 796.028

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ УЧРЕЖДЕНИЯ «РЦОП ПО ФРИСТАЙЛУ»

Студент гр. 11902115 Вергейчик В. С.

Ст. преподаватель Барановская Д. И.

Белорусский национальный технический университет

Система диспетчеризации – это набор аппаратных и программных средств для централизованного контроля и управления инженерными системами (рис.). Интеграция систем обеспечивает: повышенный уровень безопасности здания; четкое взаимодействие работы всех инженерных систем с приоритетом пожарной системы безопасности; организацию сетевой структуры управления с реализацией функций автоматического контроля, обработки и хранения информации о состоянии систем с единого диспетчерского пульта управления; сочетание автоматического и ручного режимов управления, обеспечивающего оперативный контроль дежурного персонала за состоянием каждого элемента инженерных систем с диспетчерского пульта; высокий уровень управления средой обитания.

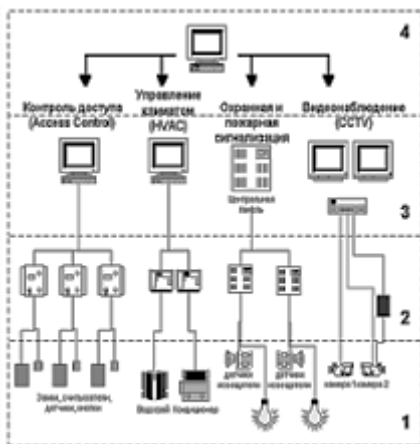


Рис. Схема построения систем

Разрабатываемая система состоит из 3 уровней. На нижнем уровне располагаются датчики и исполнительные механизмы: датчики температуры, счетчики воды и электричества, подвижные клапаны и заслонки. Второй уровень контроллерный – он выполняет функцию автоматизации системы и ее работы в автоматическом режиме. Верхний уровень представлен рабочими станциями диспетчера в виде ПК с установленным специализированным программным обеспечением. Для реализации требований проекта было выбрано оборудование компаний «Болид»: контроллер С2000Т, С2000АСР, С2000КДЛ, РИП 12 и РИП 24, видеорегиcтpатор RGI0812, видеокамеры VGG812 и VGG 528, датчики температуры и счетчики. Автоматизированная система управления дает возможность учитывать такие параметры, как время суток, время года, специальное расписание и т. д. «Интеллектуальные» системы автоматизации зданий позволяют установить различные настройки параметров для разных помещений здания.

УДК 796.028

РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ НА СКС «АРЕНА»

Студент гр. 11902115 Даньков Д. А.

Ст. преподаватель Петух М. М.

Белорусский национальный технический университет

Система визуализации предназначена для вывода на видеостену или экраны различной корпоративной информации, производственных данных и представления числовых, текстовых и видеоданных в удобной и наглядной форме. Система визуализации данных является отличным решением для информирования персонала о самом широком круге корпоративных показателей, оперативного информирования сотрудников и посетителей, являясь удобным техническим инструментом для использования его в современных условиях работы.

Сетевое оборудование – устройства, необходимые для работы компьютерной сети. Например, маршрутизатор, коммутатор, концентратор, панель и др. Можно выделить активное и пассивное сетевое оборудование. Активное сетевое оборудование в соответствии с ГОСТ Р 51513-99 – это оборудование, содержащее электронные схемы, получающее питание от электрической сети или других источников и выполняющее функции усиления, преобразования сигналов и иные. Пассивное сетевое оборудование – оборудование, не получающее питание от электрической сети или других источников и выполняющее функции распределения или снижения

уровня сигналов. Например, кабельная система: кабель (коаксиальный и витая пара), вилка/розетка (RG58, RJ45, RJ11, GG45), патч-панель, балун для коаксиальных кабелей (RG-58) и т. д.

Для разработки интерактивной системы визуализации мы используем технологию Digital Signage. Digital Signage – это технология представления информации с электронных (цифровых) носителей (дисплеев, проекционных систем и т. д.), установленных в общественных местах. Данная технология в основном применяется для распространения рекламы. Рекламные сообщения, распространяемые посредством digital signage, как правило, имеют целью достижение целевой аудитории в нужном для контакта месте и в нужное время. Преимущества таких электронных сообщений над традиционными статичными формами наружной рекламы в более простой и быстрой замене содержимого сообщения, динамичности самого изображения, адаптируемости сообщения к окружающей обстановке и аудитории, в том числе интерактивно. Недостаток в том, что это технически сложно. Вместе с тем, Digital Signage характеризуется высоким показателем окупаемости в сравнении с печатными рекламными объявлениями, что еще раз доказывает её эффективность.

УДК 796.028

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕНТРА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ МКСК «МИНСК-АРЕНА»

Студент гр. 11904114 Коваленко А. Г.

Ст. преподаватель Барановская Д. И.

Белорусский национальный технический университет

Центр обработки данных (ЦОД) – это специализированное здание или помещение для размещения серверного и/или сетевого оборудования.

При установке ЦОД необходимо учитывать архитектурно-строительные стандарты, требования к инженерным помещениям, систему электропитания, систему обеспечения микроклимата, потребляемую мощность (возможность обеспечения необходимой мощности), экономическую выгоду установки, а также её надёжность.

Основные задачи, решаемые установленными в ЦОД инженерными системами, можно разделить на три группы:

- защита от несанкционированных действий человека: охранная сигнализация, видеонаблюдение, контроль доступа;
- защита от технических сбоев: системы автоматического оповещения и тушения пожара, система автоматизации и диспетчеризации;
- обеспечение функционирования технологического оборудования: системы электроснабжения, вентиляции и кондиционирования, структурированные кабельные системы (СКС).

Выбор оборудования полностью зависит от технических требований проектируемой системы ЦОД. Его можно условно разбить на этапы:

- выбор оборудования системы фальшполов,
- выбор оборудования системы бесперебойного питания,
- выбор оборудования системы гарантированного питания,
- выбор оборудования системы кондиционирования,
- выбор оборудования СКС,
- выбор оборудования систем безопасности,
- выбор оборудования системы диспетчеризации.

Исходя из этапов выбора оборудования, нами было выбрано новое техническое обеспечение: фальшполы компаний «Lindner», системы бесперебойного питания фирмы «Chloride», система гарантированного питания ДГУ FG Wilson P 730P1 и системы кондиционирования производства Airedale и Daikin. Выбрана система охранной сигнализации, которая базируется на оборудовании Volid.

Эти изменения соответствуют современным стандартам качества, а также всем промышленным нормам экологии и безопасности.

УДК 796.028

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ВОЗДУХА В АКВАЗОНЕ УЧРЕЖДЕНИЯ «РЦОП ПО ФРИСТАЙЛУ»

Студент гр. 11902115 Котов И. В.

Ст. преподаватель Сергиевич П. В.

Белорусский национальный технический университет

Под обычной вентиляцией понимают процесс обмена воздушных масс между замкнутым пространством и окружающей средой. Этот молекулярно-кинетический процесс предоставляет возможность удаления излишков теплоты и влаги с помощью фильтрационной системы. Вентиляция также обеспечивает соответствие воздуха в помещении санитарно-гигиеническим требованиям, что накладывает собственные технологические ограничения на оборудование, которое будет генерировать этот процесс.

Главными принципами работы приточно-вытяжной вентиляции являются эффективность и экономия. Классическая схема приточно-вытяжной вентиляции имеет следующие преимущества: высокая степень очистки входного потока; доступная эксплуатация и обслуживание съёмных элементов; целостность и модульность конструкции.

Принцип работы приточно-вытяжной вентиляции представлен на рис.

В процессе выполнения проекта произведены основные расчеты следующих параметров: расход приточного воздуха; расход по массе выделяющихся вредных или взрывоопасных веществ; расход по избыткам влаги (водяного пара); расход по избыткам полной теплоты; расход по нормируемой кратности воздухообмена; температура воздуха в различные периоды; влагопоступление и влагосодержание; энтальпия; тепловой поток; воздухообмен; воздухораспределение.

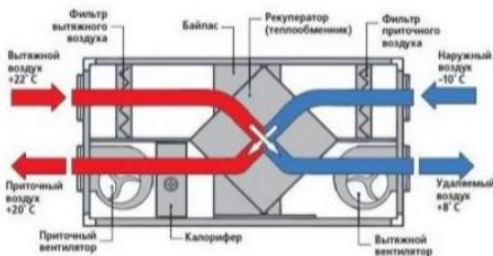


Рис. Схема вентиляции

Расход приточного воздуха для системы вентиляции определяется расчетом и принимается большая из величин, необходимая для обеспечения санитарных норм или норм взрывопожаробезопасности.

УДК 796.028

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ПОДВЕСА ОБОРУДОВАНИЯ КОНЦЕРТА В ЗДАНИИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СПОРТИВНОЙ ЗРЕЛИЩНОЙ АРЕНЫ

Студент гр. 11902115 Кузьменков М. В.

Ст. преподаватель Барановская Д. И.

Белорусский национальный технический университет

Современную индустрию организации массовых шоу-программ составляет не только высокотехнологичное оборудование (световое, звуковое, видео и др.), но и декорации, визуально дополняющие техническую составляющую мероприятия, позволяя усиливать эффект, производимый на зрителя.

На всех площадках, будь то концертный зал, спортивный комплекс или любое другое помещение, используются подвесные системы, позволяющие крепить оборудование к потолкам и балкам перекрытий.

Системой подвеса называют совокупность устройств, механизмов и такелажных приспособлений для подъема грузов (веревки, цепи, троса,

крюки, фермы, лебедки, тали и т. д.), которые образуют между собой взаимосвязанную структуру. В индустрии проката оборудования для подвеса часто применяются конструкции из алюминиевых ферм, основными показателями которых является модульность, скорость сборки и грузоподъемность. Использование различных систем подвеса позволяет распределить вес подвешиваемого оборудования и обеспечить требуемый высокий уровень безопасности. Для подъема и подвеса обычно используются электрические лебедки.

Проектируемая нами система подвесов для проведения концертного мероприятия будет состоять из подвеса «одежды сцены», подвеса светового оборудования, подвеса экранов для онлайн-трансляции, подвеса звукового оборудования и подвеса заливающего света.

Из особенностей стоит выделить то, что подвес светового оборудования будет состоять из каскада (три фермы) и подвеса фермы в форме «клина». Для реализации системы подвесов выбраны фермы Prolyte. Разработана схема подвеса ферм и моторов к крыше, схема нагрузок на узлы крыши, структурная схема подключения контроллера к электропитанию, схема ферм в трех проекциях, схема расположения ферм фронтальная и вид сбоку.

Для разработки модели устройства использовались системы автоматизированного проектирования AutoCAD и SolidWorks.

УДК 796.063

СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОБЕДИТЕЛЯ ПРИ ПОМОЩИ ФОТОФИНИША

Студент гр. 11902118 Лавор А. Д.

Ст. преподаватель Фомочкина Г. И.

Белорусский национальный технический университет

Фотофиниш – программно-аппаратная система для фиксации порядка пересечения финишной черты участниками соревнований, дающая изображение, которое можно в дальнейшем неоднократно просмотреть. Фотофиниш работает по принципу щелевой съёмки: изображение проецируется через узкую щель (а в цифровом фотофинише фиксируется линия шириной в один пиксель). Получаемое в итоге статическое изображение «набирается» из этих полосок, как рисунок на ковре. Все современные системы фотофиниша имеют синхронизированный со стартовым сигналом таймер. Это позволяет получить не только порядок финиша, но и точный результат участников, пересёкших финишную черту.

Современная цифровая система фотофиниша состоит, по меньшей мере, из одной специальной цифровой камеры, матрица которой для съёмки использует лишь один вертикальный ряд пикселей. Скорость получения изображения может достигать до 10 000 линий в секунду. Наиболее распространёнными являются системы, сканирующие до 2000 линий в секунду. Большинство камер фотофиниша имеют встроенный или совмещённый таймер. В этом случае при получении изображения к каждой линии добавляется маркер времени. Получаемые данные передаются на компьютер, где при помощи специализированного программного обеспечения линии склеиваются в одно непрерывное изображение финишной линии на протяжении времени активного захвата (рис.). Оператор или судья фотофиниша расшифровывает полученное изображение, определяя порядок прихода и/или время участников.



Рис. Пример фотофиниша

Наличие протокола фотофиниша является одним из обязательных условий при ратификации мировых рекордов в легкой атлетике и ряде других видов спорта, входящих в программу Олимпийских игр.

УДК 796.012

МОДЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОДАЧИ МЯЧА В ТЕННИСЕ

Студент гр. 11904116 Литовченко В. А.

Преподаватель Белоус П. А.

Белорусский национальный технический университет

Подача в современном теннисе превратилась в мощное средство нападения и овладения инициативой. Многие игроки даже второй мировой сотни придают мячу скорость более 200 км/ч. Для игроков первой десятки мира это привычные скорости.

В связи с большой значимостью эффективных подач в современной игре определение роли отдельных элементов движения при их выполнении, а также выявление отличий в особенностях выполнения ударов теннисист-

стами различной квалификации дает необходимую информацию для формирования и совершенствования современной техники подачи. В связи с этим, изучение и анализ техники подач с биомеханических позиций имеет важное теоретическое и особенно практическое значение, так как отвечает на запросы тренерской практики.

Нами было проведено исследование биомеханических характеристик выполнения подачи в теннисе. Были проанализированы видеофайлы записи выполнения подачи двумя спортсменами. Частота съемки – 50 кадров/с. Для анализа видео в редакторе Kinovea было использовано 12 кадров. Для анализа кадров использовалась программа RasChT. В рамках исследования были определены кинематические (программа места, ориентации) и динамические характеристики (сила реакции опоры) изучаемого двигательного действия.

При описании программы ориентации отмечено, что на графиках зависимости положения продольной оси тела от времени у спортсмена № 1 значения лежат более узким диапазоне и выделяются два пика, равные 3,49 и -5,24 рад/с. Первое значение соответствует моменту начала подброса мяча, второе – в момент ударного взаимодействия. У спортсмена № 2 явно выражен один пик, значения которого равно -21,85 рад/с.

Изменения значений силы реакции опоры у двух спортсменов в подготовительной фазе упражнения варьируется от 100 до 350 Н, что связано с воздействием на опору при отталкивании от площадки. В завершающей фазе, когда осуществляется контакт с опорой, а именно приземление, достигаются максимальные значения силы реакции опоры от 680 до 800 Н.

Полученные в ходе исследования данные позволят улучшить технику выполнения исследуемого приема и, следовательно, качество тренировочного процесса, зная какие силы и моменты влияют на эффективность подачи в теннисе.

УДК 796.022

РАЗРАБОТКА МИКРОПРОЦЕССОРНОГО БЛОКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ БОКСЕРОВ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА СЕМЕЙСТВА ARM-CORTEX

Студент гр. 11904116 Маргуж М. А.

Ст. преподаватель Барановская Д. И.

Белорусский национальный технический университет

Целью проекта являлось усовершенствование настенного тренажёра для отработки ударов в боксе. В ходе модернизации тренажёра была проведена разработка микропроцессорного блока устройства для тренировки боксеров

на основе микроконтроллера семейства ARM-Cortex. Это позволяет осуществлять обратную связь, что дает возможность тренеру проводить тренировочный процесс эффективнее, а спортсмену улучшать свои скоростно-силовые показатели и развивать быстроту реакции.

Основные составляющие устройства: тензометрические датчики, согласующий модуль, контроллер монохромных жидкокристаллических знаковосинтезирующих дисплеев с параллельным 4-битным или 8-битным интерфейсом, расширитель, DC/DC и AC/DC преобразователи, тумблер, резисторы (используются в качестве токоограничения), светодиоды (используются в качестве индикаторов), вставка плавкая; потенциометр (регулировка яркости свечения ЖК дисплея), конденсаторы (сглаживание пульсаций напряжения питания), тактовые кнопки используются для реализации клавиатуры (необходимы для ввода интервала времени).

В процессе проектирования выполнены следующие этапы работы:

- изучена физико-математическая модель ударов;
- разработана схема электрическая функциональная устройства;
- сделан выбор элементной базы для реализации устройства;
- разработана схема электрическая принципиальная устройства: сделан выбор элементной базы для реализации устройства, выполнен чертеж принципиальной схемы, сделано описание электронной схемы и ее функционирования;
- выполнен чертеж алгоритма функционирования микроконтроллера;
- сделано описание разработанных алгоритмов и программ.

Модернизация тренажера позволит повысить уровень физической и технической подготовленности боксеров, что отразится в улучшении показателей соревновательной деятельности.

УДК 796.028

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВОДОПОДГОТОВКИ БАССЕЙНОВ УЧРЕЖДЕНИЯ «РЦОП ПО ФРИСТАЙЛУ»

Студент гр. 11902115 Миронов А. А.

Ст. преподаватель Барановская Д. И.

Белорусский национальный технический университет

Плавательные бассейны представляют собой объекты коллективного пользования, поэтому по основным физико-химическим и бактериологическим показателям вода в них должна удовлетворять нормам для питьевой воды. Для обеспечения требований санитарных норм предусматриваются специальные установки для очистки, обеззараживания и подогрева воды, а также устройства и оборудование вспомогательных помещений для обслуживания посетителей.

Объектом исследования является процесс подготовки воды для бассейнов в аквазоне РЦОП по фристайлу. Тип бассейна – скиммерный. Схема циркуляции воды для него указана на рис.

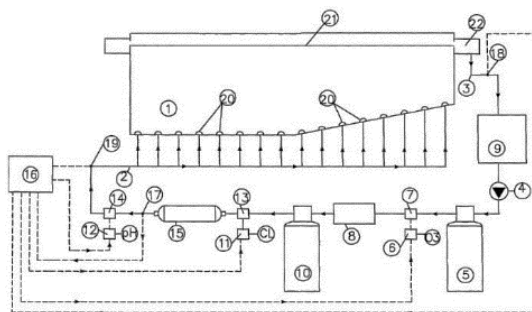


Рис. Схема циркуляции воды в бассейне скиммерного типа

Нами были подобраны теплообменники по циркуляционному расходу, соответствующему системе, повышающие насосы высокого давления с учётом оборудования, устанавливающегося для обеззараживания воды, компрессоры, а также блоки управления и блоки питания для электронного оборудования. Для транспортирования сточных вод и подачи растворов реагентов были применены трубопроводы из кислотоупорных материалов, таких как полиэтилен или поливинилхлорид. Обеззараживание для системы осуществляется комбинированным методом. После прохождения фильтровальной установки вода поступает на нагрев и затем на обработку жидкими реагентами. После обеззараживания жидкими реагентами, вода проходит ультрафиолетовую обработку. Такой метод позволяет сократить расход хлорного реагента, избавиться от хлорорганических соединений в воде, тем самым делая воду более безопасной для кожи и дыхательных органов человека, не вызывает раздражения слизистой глаз.

УДК 796.012

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

Студент гр. 11904116 Рутковский А. В.

Преподаватель Белоус П. А.

Белорусский национальный технический университет

В ходе биомеханических исследований важнейшим элементом является получение объективных данных, характеризующих двигательное действие. В основе метода видеосъёмки лежит определение координат точек движущегося

объекта (тела спортсмена) через минимально возможные промежутки времени. Затем вычисляются практически все характеристики движения, начиная от скоростей и ускорений, интересующих исследователя точек, и заканчивая энергетическими параметрами двигательного действия.

Положение в пространстве любых физических тел задается положением их отдельных точек. Чаще всего для таких целей используется общий центр тяжести тела спортсмена (ОЦТ). Для определения положения тела спортсмена в пространстве при выполнении двигательных действий достаточно задать две координаты, определяющие положение одной точки спортсмена. В качестве этой точки принято выбирать ОЦТ. Для этого необходимо изучить программу места – описание того, как в процессе выполнения двигательного действия должен перемещаться в пространстве ОЦТ тела спортсмена. Важной характеристикой программы места является траектория ОЦТ тела – линия, представляющая собой воображаемый след перемещения ОЦТ в ходе физического упражнения. На рис. представлена траектория ОЦТ спортсмена при выполнении нижнего приема мяча в волейболе. Действие разделено на фазы: подготовительная (1), фаза приема и полета мяча (основная) (2), фаза направления (завершающая) (3).



Рис. Траектория ОЦТ при выполнении двигательного действия

При определении программы места наряду с траекторией движения ОЦТ анализируются такие характеристики движения указанной точки, как скорость и ускорение.

УДК 796.063

СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ В ЛЕГКОЙ АТЛЕТИКЕ

Студент гр. 11902116 Сидорчик А. В.

Ст. преподаватель Фомочкина Г. И.

Белорусский национальный технический университет

В легкой атлетике используются два способа измерения результата – с помощью автоматической фиксации результата и с помощью ручного хронометража.

До 1975 года на официальных соревнованиях результаты измерялись только с помощью ручного хронометража. Однако такой способ фиксации времени не являлся достаточно объективным и достоверным. Результат измеряли несколько хронометристов, а затем получали среднее арифметическое, которое округлялось до десятых долей секунды. При использовании секундомеров с точностью до 0,1 секунды, большое количество спортсменов показывали одинаковый результат, потому что улучшить рекорд на одну десятую долю секунды было достаточно непросто.

В современной лёгкой атлетике для измерения итогового времени используется большое количество автоматических систем фиксации результата. Для точного запуска электронного секундомера используется детектор стартового сигнала Swiss Timing OST4. Для того, чтобы точно зафиксировать итоговое время на финишной линии, устанавливаются фотоэлектронные инфракрасные датчики, которые при пересечении луча передают сигнал в центральный хронометр. В случае спорных моментов на финише также применяются высокоскоростные камеры фотофиниша. Для фиксации момента старта спортсменов при эстафетах (при ручном фиксировании фальстартов) применяется кнопка судьи-хронометриста Swiss Timing OIT5.

Применение автоматической техники позволило значительно повысить точность измерений. Различие между итоговыми результатами составило 0,23–0,26 секунд. Нами проведен анализ точности результатов, полученных путем ручного и автоматического хронометража на различных дистанциях. Так, на республиканских соревнованиях по легкой атлетике в сезоне 2018–2019 годов при измерении результатов в автоматическом и ручном режимах на дистанции 100 метров у мужчин средний показатель составил соответственно $11,42 \pm 0,43$ и $11,80 \pm 0,24$ секунды. Необходимо отметить, что во многом точность результатов зависит от психофизиологических возможностей и квалификации судей.

УДК 796.022

ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ БАСКЕТБОЛИСТОВ (СИСТЕМА ВОЗВРАТА МЯЧЕЙ)

Студент гр. 11904115 Тричев А. В.

Кандидат пед. наук, доцент Васюк В. Е.

Белорусский национальный технический университет

Тренажер предназначен для возврата мячей, а также для организации, контроля и анализа тренировочного процесса баскетболистов и спортсменов из смежных дисциплин.

Принцип тренировки на разработанном тренажере представляет собой подачу мячей спортсмену или группе спортсменов после любого броска, передачи или подачи вне зависимости от их точности, скорости и траектории. Метод тренировки заключается в том, что после любого из вышеперечисленных действий снаряд с помощью собирательной сетки и приводящих попадает в область отверстия в цилиндре баскетбольной пушки, откуда он может вылетать под разным углом и в разные стороны с помощью привода, изменяющего угол наклона цилиндра, и мотор-редуктора, поворачивающего систему на 180 градусов.

Исполнительным элементом всего тренажера является система из ресивера, компрессора и цилиндра баскетбольной пушки (рис.).

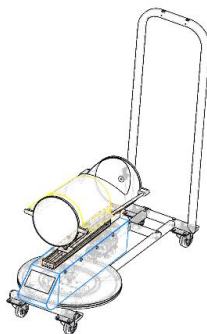


Рис. Баскетбольная пушка как основной элемент всей системы тренажера для баскетболистов

Для перемещения всего тренажера предусмотрены ролики со стопорными зажимами. При подготовке к проведению тренировки на представленном тренажере с помощью беспроводного блока управления задаются всевозможные временные, частотные и ориентационные параметры.

УДК 796.022

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ БАСКЕТБОЛИСТОВ

Студент гр. 11904115 Тричев А. В.

Кандидат пед. наук, доцент Васюк В. Е.

Белорусский национальный технический университет

Тренажер предназначен для точного подсчета и анализа тренировочного процесса баскетболистов, а также спортсменов других игровых видов спорта. Функциональная схема разрабатываемого устройства представлена на рис.

вым Е. А. Метод тренировки заключается в сообщении спортсмену при отталкивании импульса силы. Последнее достигается путем перемещения опорной площадки в вертикальном по отношению к ее поверхности направлении на заданное расстояние.

Исполнительным механизмом устройства являются четыре пневмоцилиндра, расположенные по углам опоры-толкателя. Для расположения спортсмена на тренажере предусмотрен упор для спины, движущийся по направляющим (рис.).



Рис. Процесс тренировки на устройстве для развития скоростно-силовых способностей прыгунов в высоту

При подготовке к проведению тренировки на представленном тренажере с помощью дистанционного блока управления задаются следующие параметры: время срабатывания, жесткость и сила выталкивания опоры-толкателя. Время срабатывания определяется положением хода опоры толкателя (с помощью датчика положения), а жесткость и сила выталкивания опоры толкателя – редукционными клапанами пневмосистемы. Для работы устройства необходимы источники сжатого воздуха (5–10 атмосфер) и питания (220 В).

УДК 796.021.26

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ МОБИЛЬНОГО КАТКА НА ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ МКСК «МИНСК-АРЕНА»

Студент гр. 11902115 Чигринов И. С.

Ст. преподаватель Барановская Д. И.

Белорусский национальный технический университет

Мобильные катки в отличие от стационарных ледовых арен и сезонных ледовых катков могут быть установлены на любой ровной твёрдой поверх-

ности и являются интересным видом сезонного бизнеса с высокой рентабельностью. Мобильные катки органично вписываются в структуру торговых центров, парков и других мест отдыха с повышенной проходимостью, являются дополнительным стимулом для их посещения. Преимущества мобильных катков: возможность быстрого монтажа, демонтажа; возможность устройства катка там, где строительство стационарных сооружений невозможно из-за технических и административных ограничений; минимум необходимых коммуникаций; низкая величина инвестиций и быстрая окупаемость. Кроме того, при укрытии катка под легкоъемной каркасно-тентовой конструкцией, сезон работы увеличивается на 2–3 месяца и значительно меньше зависит от погодных условий.

Основные составляющие мобильных катков: холодильная установка, представляющая собой моноблок контейнерного исполнения; борта хоккейные стандартные вмораживаемого типа, облицованные ударопрочным каленым стеклом; трубчатая система поля – айс-маты; льдодоборочная машина; комплект прокатных коньков; специализированное напольное покрытие в сервисной зоне и пункте проката; гардероб с индивидуальными запираемыми шкафчиками со скамейками для переобувания.

Расчет технологической плиты для обустройства крытого стационарного катка является составной частью холодильного проекта и выдается как техническое задание строительной организации, выполняющей общестроительные работы (рис.).

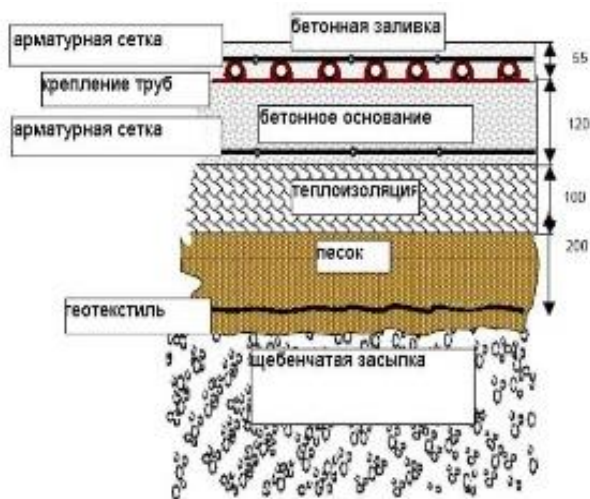


Рис. Схема технологической плиты

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ
КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ СС «ВЕЛОДРОМ»
ГУ «МКСК «МИНСК-АРЕНА»**

Студент гр. 11902115 Чура А. И.

Доцент Забурьянова Г. В.

Белорусский национальный технический университет

Для создания требуемых климатических условий необходимо спроектировать и реализовать надежную и эффективную систему вентиляции как самих спортивно-зрелищных залов, так и имеющихся вспомогательных помещений. В связи с этим, в каждом здании отдельные системы вентиляции предусмотрены для фойе, конференц-залов, тренировочных залов, раздевалок, тренерских и судейских комнат, помещений административного и медицинского назначения, общественного питания и пр.

В спортивно-зрелищных залах выделены две зоны: зона действий (спортивные площадки) и зрительская. В каждой из них индивидуальное тепловлажное состояние воздуха поддерживается самостоятельными системами вентиляции.

На велодроме раздача воздуха на трек осуществляется вертикальными регулируемыми струями через инъекционные воздухораспределители, в зону зрителей – через сопловые распределители. В зависимости от температуры окружающего и приточного воздуха его количество на воздухораспределителе меняется.

В комплексе индивидуальная система водяного отопления присоединена к наружным теплосетям по независимой схеме через пластинчатый теплообменник. Индивидуальные тепловые пункты оснащены приборами учета и регулирования тепла, пластинчатыми теплообменниками для отопления и горячего водоснабжения, циркуляционными насосами, узлами подпитки, расширительными баками, предохранительной и запорной арматурой, КИП-автоматикой, соединенной с АСУ комплекса.

Проведённые нами расчёты позволяют осуществить поддержание благоприятного микроклимата внутри велодрома для проведения как тренировочной, так и соревновательной деятельности. Анализ оборудования позволяет провести модернизацию систем кондиционирования оборудованием фирмы BARON Termodinamica, которое корректно и менее энергозатратно выполняет свои задачи.

ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМЫ КЛИМАТИЗАЦИИ ПЛАВАТЕЛЬНОГО БАССЕЙНА

Студент гр. 11902115 Шашок А. В.

Ст. преподаватель Барановская Д. И.

Белорусский национальный технический университет

Обеспечение равновесного тепловлажностного режима является основной проблемой для крытых бассейнов. Как и в других сооружениях подобного рода, здесь необходима хорошая система климатизации. В связи с этим, важен точный расчёт влагопоступления, воздухообмена и, следовательно, системы вентиляции, которая будет обеспечивать требуемые параметры температуры и влажности конкретного помещения плавательного бассейна. Проектируемая система климатизации плавательного бассейна во многом определяется конструкциями наружных стен, состоящих из цементно-песчаной штукатурки (плотность материала $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,93 \text{ Вт/(м}\times\text{°C)}$; толщина слоя $\delta = 20 \text{ мм}$; коэффициент паропроницания $\mu = 0,09 \text{ мг/(м}\times\text{ч}\times\text{Па)}$); железобетон (плотность материала $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; коэффициент теплопроводности $\lambda = 2,04 \text{ Вт/(м}\times\text{°C)}$; толщина слоя $\delta = 100 \text{ мм}$, 80 мм ; коэффициент паропроницания $\mu = 0,09 \text{ мг/(м}\times\text{ч}\times\text{Па)}$); пенополиуретан (плотность материала $\rho = 60 \text{ кг/м}^3$; коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,041 \text{ Вт/(м}\times\text{°C)}$; толщина слоя $\delta = X \text{ мм}$; коэффициент паропроницания $\mu = 0,05 \text{ мг/(м}\times\text{ч}\times\text{Па)}$).

В соответствии произведенными расчётами следующих параметров: толщина слоя утеплителя; тепловлажностный режим наружной стены; тепlopоступления: от людей, от освещения и электрооборудования, от تابло, от солнца; тепlopотерь: в холодный период года, в переходный период года, от подогрева обходных дорожек; влагопоступлений: с зеркала воды, с поверхности обходных дорожек, от людей; поступлений CO_2 ; воздухообмена: по тепло-влажностному режиму, по CO_2 ; воздухо-распределения осуществлен подбор воздухообрабатывающей установки с определенными комплектующими фирм COMEFRI, EUROVENT, DELTA AIRPLUS, ABB и характеристиками, которые позволяют корректно выполнять свои задачи, поддерживать благоприятный микроклимат внутри бассейна для проведения как тренировочной, так и соревновательной деятельности.

ОСОБЕННОСТИ СПОРТИВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ МКСК «МИНСК-АРЕНА»

Студент гр. 11902116 Шешко В. В.

Кандидат биол. наук, доцент Парамонова Н. А.

Белорусский национальный технический университет

Спортсменам и зрителям во время игрового и тренировочного процесса должно хватать светового потока. С момента создания МКСК «Минск-Арена» во внутреннем освещении комплекса используются люминесцентные светильники ЛВО21-301, ЛПО22-401 IP54. Однако в последнее время появились новые привлекательные варианты с точки зрения экономии электроэнергии. Сравнительный анализ люминесцентных светильников, светильников типа ДРЛ, ДНаТ и светодиодных выявил ряд положительных характеристик светодиодных светильников (табл.).

Таблица

Сравнительная характеристика различных типов светильников

Параметр	Люминесцентные, ДРЛ, ДНаТ светильники	Светодиодные светильники
Светоотдача	до 50 Лм/Вт	от 130 Лм/Вт
Срок службы	1-1,5 лет (15000 ч)	11 лет (100000 ч)
Нагрев	до 100-150 градусов	максимум до 70°
Коэффициент пульсации	до 40 %	до 0,2 %
Пуск	до 15 мин	моментальное включение
Замена ламп	периодическая замена ламп, ЭПРА и прочих расходных элементов	отсутствие необходимости замены расходных элементов и их утилизации
Габариты	громоздкость и высокая парусность: при сильных порывах ветра есть риск срыва мачты	миниатюрность и плоская форма корпуса (в среднем в 7 раз меньше аналогов по габаритам и весу)

Таким образом, использование светодиодных светильников (например, светильник DS-STREET 240(55) с линзой 55 градусов и светодиодный светильник DS-STREET 540) достаточно сокращает затраты электроэнергии (не требуют обслуживания, замены ламп и не содержат ртути), а также позволяет сократить расходы на монтаж и кабель в среднем в 2 раза (на светодиодные светильники идет меньшее сечение). Преимуществом также является защита от перепадов напряжения в сети, серьезная устойчивость к механическим повреждениям и широкий диапазон рабочих температур.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫПОЛНЕНИЯ УПРАЖНЕНИЙ

Студент гр. 11904116 Яцевич А. А.

Преподаватель Белоус П. А.

Белорусский национальный технический университет

Перемещение спортсмена в пространстве и во времени, выполнение практически всех упражнений на снарядах и со снарядами является результатом взаимодействия внешних и внутренних сил. В результате действия и взаимодействия различных сил характер перемещения постоянно изменяется по величине и направлению. Такие изменения лежат в основе механизмов двигательных действий, что составляет сущность целостного упражнения. Изучить эти механизмы позволяют динамические характеристики.

Динамические характеристики можно разделить на силовые, инерционные и энергетические.

К силовым характеристикам, кроме уже названных силы и момента силы, относятся импульс силы, импульс момента силы, количество движения и момент количества движения (кинетический момент).

К инерционным характеристикам относятся масса и момент инерции.

Энергетическими характеристиками являются работа силы, работа момента силы, мощность, энергия, кинетическая и потенциальная энергии.

При исследовании любого технического приема, в частности его отдельных фаз, определить силы и моменты сил реакции опоры возможно только при взаимодействии спортсмена с опорой. В отдельных фазах движений (подготовительной и завершающей) данное взаимодействие влияет на результативность приема, однако основным динамическим параметром, который необходимо определить и проанализировать, является сила реакции опоры.

Основной инструмент, позволяющий определить силы реакции опоры, – тензоплатформа. Опорная реакция регистрируется как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости.

По вертикальной составляющей опорной реакции можно достаточно четко фиксировать ритм движения атлета, длительность отдельных фаз. По горизонтальной можно судить о характере изменения скорости движения снаряда. Совместный анализ вертикальной и горизонтальной составляющих позволяет анализировать направление вектора силы спортсмена, следовательно, и траекторию движения снаряда.

Также существуют методы аналитической механики, позволяющие определить силы расчетным методом, по результатам оптической регистрации движений.

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ТЕХНИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРИСЕДАНИЯ СО ШТАНГОЙ В ПАУЭРЛИФТИНГЕ

Студент гр. 11902117 Абрамчук А. А.

Кандидат пед. наук, доцент Васюк В. Е.

Белорусский национальный технический университет

Выполняя любое движение человеку необходимо обеспечить согласованность опорного взаимодействия, которое характеризует такие параметры как сила и моменты реакции опоры, центр давления, а также угол наклона движения тела. Исследования движения в пауэрлифтинге имеет важное значение, так как, проанализировав движение, можно сделать вывод – правильно, эффективно и безопасно ли выполнено движение.

Для контроля техники выполнения приседания со штангой в пауэрлифтинге применяется датчик угла наклона ДУН-01. Акселерометры представляют собой датчики линейного ускорения и в этом качестве широко используются для измерения углов наклона тел. Встроенный электронный преобразователь, отслеживая указанные изменения, вырабатывает электрические сигналы, величины и знаки которых определяют величины и знаки составляющих углов наклона по двум взаимно перпендикулярным измерительным осям. У измерителя с цифровым выходом аналоговый электрический сигнал мостовой цепи подвергается аналого-цифровому преобразованию с помощью встроенного микропроцессорного АЦП с последующей передачей данных по интерфейсу RS-485. После подключения измерителя к преобразователю интерфейсов (блоку управления), а затем к ПК, цифровые значения составляющих углов наклона на радиальные измерительные оси X и Y, в угловых секундах или угловых минутах, запоминаются и отображаются в цифровом и графическом виде, в режиме реального времени на мониторе ПК. Функциональная схема датчика угла наклона ДУН-01 представлена на рис.

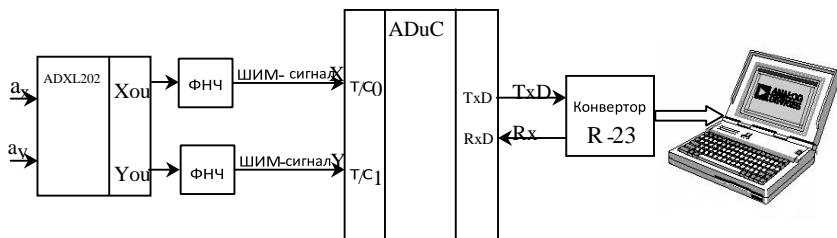


Рис. Функциональная схема датчика угла наклона ДУН-01

ИЗМЕРЕНИЕ ПУЛЬСА СПОРТСМЕНА ПРИ ЗАНЯТИИ НА ЭЛЛИПСОИДНОМ ТРЕНАЖЕРЕ

Студент гр. 11902117 Кумагерчик А. Н.

Ст. преподаватель Барановская Д. И.

Белорусский национальный технический университет

Тензометрические датчики являются оптимальным решением в области производства различных весоизмерительных систем. Пульсометр размещают на двух парах ручек эллипсоида. Сенсорные металлические пластинки начинают работать тогда, когда спортсмен, во время занятия на тренажёре, держится за ручки и вокруг них образуется слабое электрическое поле. Тренирующийся человек замыкает цепь ладонями. По мере увеличения нагрузок на тренажёре пульсация крови всё чаще изменяет характеристики. Принцип работы такого датчика можно рассмотреть по функциональной схеме, приведенной на рис.



Рис. Функциональная схема тензодатчика, встроенного в эллипсоид

Тензорезисторы включаются в нижние смежные плечи моста с помощью клемм ДАТЧИК I и ДАТЧИК II. Общая клемма заземлена и к ней подключаются шина датчиков и корпус балки. При исследовании одного тензодатчика в плечо моста (дат. 1) включается тензорезистор. К другому плечу (дат. 2) подсоединяется постоянный резистор с эквивалентным сопротивлением, равным номинальному сопротивлению тензорезистора. В верхние плечи моста включены постоянный резистор с номинальным сопротивлением R_2 и переменный резистор R_1 для балансировки моста. При исследовании дифференциального включения тензодатчиков тензорезисторы включаются в нижние плечи моста. Напряжение с измерительной диагонали моста поступает на вход ступенчатого декадного делителя напряжения, а затем на вход усилителя постоянного напряжения с плавной регулировкой усиления. Далее сигнал должен пройти через аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) и уже потом результат выводится

на дисплей (компьютер) эллипсоида в виде электронного сигнала. Данный процесс продлевается снова, как только изменяется состояние тренирующегося и повышается либо понижается пульс.

УДК 796.022

ИЗМЕРЕНИЕ УДАРНОГО ИМПУЛЬСА ПРИ НАПАДАЮЩЕМ УДАРЕ ПО МЯЧУ В ВОЛЕЙБОЛЕ

Студент гр. 11902117 Савицкий А. А.

Ст. преподаватель Барановская Д. И.

Белорусский национальный технический университет

Под ударом понимают толчок, кратковременное взаимодействие тел, при котором происходит перераспределение кинетической энергии. В физике под ударом понимают такой тип взаимодействия движущихся тел, при котором временем взаимодействия можно пренебречь. При ударе выполняется закон сохранения импульса и закон сохранения момента импульса, но обычно не выполняется закон сохранения механической энергии, заключённой в поступательном движении сталкивающихся тел. При рассмотрении упрощённой модели удара предполагается, что за время соприкосновения тел при ударе действием внешних сил можно пренебречь, тогда импульс системы тел при ударе сохраняется. В более точных моделях нужно учитывать привнесённый в систему импульс внешних сил.

Основной мерой ударного взаимодействия является не сила, а ударный импульс (S), численно равный площади под кривые силы за время её приложения: $S = \int F(t) \times \Delta t$, где $F(t)$ – зависимость ударной силы от времени; Δt – период приложения силы.

Самыми важными составляющими удара в волейболе является прыжок (перемещения) и удар (соприкосновение кисти руки спортсмена с мячом). Для измерения таких физических величин как сила удара и перемещения (прыжок) спортсмена используем трёхосный акселерометр СМА 3000. СМА 3000 – новый трёхосный акселерометр, предназначенный для измерения перемещения и контроля в портативных потребительских электронных устройствах: мобильных телефонах, игровых устройствах, спортивной электронике и других. Общие признаки акселерометров серии СМА 3000 включают возможность пользовательского выбора диапазонов 2 g и 8 g, ударопрочность, RoHS-совместимость. СМА 3000 с цифровыми интерфейсами SPI и I2C оптимизированы для систем с малым энергопотреблением (7–70 мкА). С использованием акселерометров в современных тренировках достигается повышение продуктивности тренировки, а также достигается максимальный результат.

THE BIOMECHANICAL ANALYSIS OF CANOE ROWING TECHNIQUE BASED ON WIRELESS STRAIN MEASUREMENT

Daniil Guseinov (master's degree student),
Belarusian national technical university
Tomas Janusas (PHD student),
Kaunas university of technology, Lithuania

Nowadays, in the field of biomechanical analysis of canoe rowing techniques, questions of accuracy and validity of measurements remain unresolved, which requires additional efforts in developing methods for recording parameters of athletes' movements when interacting with objects of the external environment [1].

To solve the current problem, we have carried out work, the main purpose of which was to determine the most suitable place for placing strain elements on the oar shaft by performing a number of engineering calculations using the laws of theoretical mechanics. Because the process of rowing in vivo being distributed by the paddle tension is extremely time-consuming due to the differential nature of the effort, we decided to perform the calculation in the conditions, modeling efforts at the time the normal location of the paddle to the water surface. Based on the results of calculations with acceptable simplifications of the analyzed object, we found that the most favorable location of the strain element in terms of completeness and quality of the recorded data is in the area near the pulling arm of the rower, and closer to the pushing arm. For the vast majority of oars, the most advantageous location of the strain gauge element is at a distance of $2/3$ of the length of the segment from the handle to the center of the grip of the pulling hand of the athlete.

In addition, we have developed a mathematical calculation of the components of the resulting force applied to the oar during rowing by the athlete (F_{lh} – the force created by the pulling arm of the athlete; F_{uh1} – the horizontal component of the force created by the pushing arm of the athlete) and the control environment (R_w – the reaction force of the environment). The resulting force is registered using a wireless strain gauge under natural rowing conditions. According to the developed calculation, we determined the relative ratio of the resulting force impact on the paddle: $R_w = 27.3\%$; $F_{lh} = 50.1\%$; $F_{uh1} = 22.6\%$.

References

1. Smart Oar Blade for Hydrodynamic Analysis of Rowing. Fuss F.K., Weizman Y., Fundel S., Smith R.M. Procedia Engineering, vol. 147, 2016, p. 735–740.

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СТРЕЛКОВОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ БИАТЛОНИСТОВ

Магистрант Галай Н. К.

Белорусский национальный технический университет

Специфика биатлона как вида спорта заключается в том, что помимо успешного прохождения дистанции в лыжных гонках также необходимо вести стрельбу в сложных и часто изменяющихся условиях, сопровождающихся значительным физическим и психическим утомлением. Результат выступлений в биатлоне зависит от готовности спортсмена переключаться со сложнокоординационной на циклический вид деятельности, а также от способности управлять своим нервно-психическим напряжением, прежде всего на огневых рубежах.

Важным аспектом в успешном выступлении на соревнованиях международного уровня по биатлону является точная и быстрая стрельба на огневом рубеже. Проводить экспертную оценку стрелковой подготовленности возможно с помощью различных технических средств:

- компьютерный тренажёр «Скэтт-биатлон»;
- аппаратно-программный комплекс «Qualisys», Qualisys AB;
- система «Grip», Tekscan;
- стабиланализатор «Стабилан – 01-2».

Так как современные достижения в области сенсорных и информационных технологий позволяют записывать параметры кинематики и динамики не только в лабораторных условиях, но и в режиме реального времени на огневых рубежах, в результате позволяя получить более подробную информацию о детерминантах успешных выступлений. Для формирования наиболее полного представления об уровне стрелковой подготовленности биатлонистов в состоянии динамического покоя и при переходе от циклической к сложнокоординационной деятельности, необходимо: оценивать качество функции равновесия; оценивать точность стрельбы; оценивать устойчивость системы «стрелок-оружие» (длину траектории прицеливания); оценивать динамику прикладываемых на спусковой курок усилий; и др. Для этого, на примере выше перечисленных средств, применяют следующие методики тестирования:

- методика обучения прицеливанию с выносом на ветер;
- метод оптического захвата движений (оценка показателей, характеризующих контроль оружия спортсменом);
- метод компьютерной тензодинамографии (оценка индивидуальной динамики прикладываемых на спусковой курок усилий);
- метод компьютерной стабилometrics (оценка постурального баланса).

СЕКЦИЯ 7. СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 615.847+616.895.4

РАССЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛА В ТКАНЯХ ПРИ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ

Аспирант Цокота М. В.

Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игрия Сикорского»

Лазерная терапия низкого реактивного уровня (НИЛТ) и фотобиомодуляция ориентированы преимущественно на активацию внутриклеточных или внеклеточных фотоабсорбирующих молекул. Эти эффекты нужно контролировать техническими средствами для умеренного действия лазерной терапии.

Терапевтические процедуры ран включают поверхностное и глубинное влияние излучением для формирования действенного лечебного эффекта.

Лечение препаратами имеет свои побочные действия и при лечении раны вызывает устойчивость организма к медицинским компонентам.

Для разработки и оптимизации эффективной методики НИЛТ необходимо определить точные механизмы действия и взаимодействия лазера с живыми тканями.

Метод решения транспорта излучения решается также путем вычисления коэффициента диффузного отражения для широкого класса биологических тканей в спектральной области сильного и слабого поглощения света, и также распределения светового потока по глубине ткани [1].

Исследования, которые определяли лазер как вспомогательное или альтернативное лечение хирургических ран, доказали его эффективность в уменьшении инфекции и боли, сокращение общего периода заживления ран и действий в косметологии. Параметры лазера (длина волны, мощность, энергия, частота пульса, длительность импульса и т. д.) и условия облучения (время экспозиции, частота и продолжительность лечения) напрямую влияют на результат лечения [2].

Как было предложено ранее, чтобы не превышать одновременно допустимую дозу более 4 Дж/см². При сложных случаях необходим контроль температуры. В частности, идентификация когнитивных и перцептивных изменений возможна с использованием разработанных диагностических методов и инструментов.

Для решения расширенной задачи определения стадии нагрева ткани и терапевтического эффекта требуется комплексный подход.

Модель определения индивидуальной дозы облучения для персонализированной лазерной терапии, с использованием данных расчетов, предусматривает следующие этапы:

1) измерения спектра диффузного отражения (коэффициент коэффициента диффузного отражения и длины волны) для тканей пациента;

2) получение количественных оценок параметров ткани путем сравнения транспорта излучения в тканях, вычисленных в рамках модели, и измеримые спектры диффузного коэффициента отражения;

3) расчет общей освещенности тканевых слоев в разных местах на определенной длине волны или в спектральном интервале, используя метод решения уравнения излучения транспорта и значения параметров ткани, найденные на предыдущем этапе;

4) выбор дозы облучения, является оптимальным для конкретного пациента в соответствии с распределением освещенности по полученной глубине ткани и терапевтический эффект.

Теоретические основы являются основой для математической модели чувствительности образцов, подтверждение данного состояния лучше определять с моделью биомедицинской системы.

Таким образом, разработка медицинской аппаратуры для качественного терапевтического воздействия требует учитывать вышеописанные факторы.

Однако вопрос индивидуальной терапии лазером терапии требуются дальше глубокого изучения.

Литература

1. Lisenko, S. A., Kugeiko, M. M. Method for calculation of light field characteristics in optical diagnosis problems and personalized laser // Journal of Applied Spectroscopy. – 2013. – Vol. 80, No. 2, May, 2013 (Russian Original Vol. 80, no. 2, March–April, 2013).

2. Цокота, М. В. Фоторенерация хронических ран с излучением низкой интенсивности // «Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Серия: Технические науки». – Том 30(69). – № 3, 2019.

УДК 621.317.791

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

Магистрант Белевич Д. Б.

Кандидат техн. наук, доцент Гуревич В. Л.

Белорусский государственный институт метрологии

Одним из важных разделов личной безопасности каждого человека является электробезопасность. Любое промышленное или жилое здание оснащено так называемой инженерной системой, в состав которой входят элект-

роустановки, состоящие из электрооборудования (трансформаторов, измерительных приборов, аппаратов защиты, кабелей и др). Для контроля их параметров необходимы специальные средства измерения, измерители параметров электробезопасности электроустановок, которые должны обладать высокими метрологическими характеристиками.

В Белорусском государственном институте метрологии создано универсальное рабочее место для обеспечения метрологического контроля измерителей. Главной проблемой данного рабочего места является то, что используемое эталонное оборудование изготовлено разными изготовителями, в следствие чего при проведении метрологического контроля затрачивается много времени для сборки большого количества измерительных схем.

Для решения данной проблемы рабочее место было дооснащено многофункциональным калибратором Fluke 5320A Multifunction Electrical Tester Calibrator, который объединяет множество функций в одном корпусе, благодаря чему можно отказаться от отдельных резисторов, декадных магазинов и других эталонных приборов, часто используемых для метрологического контроля электрических тестеров. Данный калибратор ускоряет и упрощает проведение метрологического контроля.

Калибратор 5320A позволяет проводить метрологический контроль: тестеры сопротивления изоляции, тестеры тока утечки, многофункциональные тестеры электроустановок, портативные тестеры электроприборов (РАТ), тестеры целостности цепи и тестеры сопротивления заземления; тестеры импеданса контура/линии и тестеры сопротивления заземляющего соединения; тестеры устройств защитного отключения (УЗО) и защитных устройств при замыкании на землю, а также тестеры Hipot.

УДК 658.562

АНАЛИЗ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ОСЛАБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ ОТ 0 ДО 37,5 ГГц

Магистрант Ермакович А. В.

Кандидат техн. наук, доцент Гуревич В. Л.,

кандидат техн. наук Толочко Т. К.

Белорусский государственный институт метрологии

Метрологическая прослеживаемость результатов измерений имеет важное значение для обеспечения доверия к результатам измерений и их сопоставимости, как на национальном, так и на международном уровне.

В соответствии с ГОСТ ISO/IEC 17025 лаборатории несут ответственность за установление метрологической прослеживаемости.

Документирование результатов измерений (при калибровках), значения которых отнесены к соответствующим эталонам через неразрывную цепь сличений средств измерений с эталонами, представляют иерархическую схему прослеживаемости.

В рамках ГНТП в Беларуси разработан эталон единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 37,5 ГГц. Это обеспечивает прослеживаемость измерений ослабления к Национальному эталону единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 37,5 ГГц НЭ РБ 44-18.

Метрологическая прослеживаемость единицы ослабления к российскому эталону ГЭТ 193-2011 подтверждается свидетельством о калибровке прибора для измерения ослабления Д1-25, а далее через ключевые сличения к Международной системе единиц (СИ).

От национального эталона единицы ослабления электромагнитных колебаний путем проведения калибровки по утвержденной методике калибровки передается эталонным и рабочим средствам измерений, нижестоящим по иерархической схеме прослеживаемости.

В докладе приведены данные анализа схемы прослеживаемости единицы ослабления электромагнитных колебаний во времени. Обоснована необходимость в регулярном проведении сличений Национального эталона единицы ослабления с аналогичными Национальными эталонами единицы ослабления других государств с целью подтверждения калибровочных и измерительных возможностей БелГИМ в базе данных КСДВ, поддерживаемой Международным Бюро мер и весов. Сформирован план участия Национального эталона единицы ослабления в международных сличениях.

УДК 658.562

ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НАЦИОНАЛЬНОГО ЭТАЛОНА ЕДИНИЦЫ ОСЛАБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ

Магистрант Ермакович А. В.

Кандидат техн. наук, доцент Гуревич В. Л.

Белорусский государственный институт метрологии

Измерение ослабления электромагнитных колебаний востребовано в таких отраслях науки и техники, как производство и разработка приемопередающих и усилительных устройств, применяемых в областях телекоммуникаций, радио и проводной связи, телевидении, спутниковой связи, в системах вооружения.

В 2014 году для метрологического обеспечения средств измерений ослабления электромагнитных колебаний в Республике Беларусь был создан Исходный эталон единицы ослабления электромагнитных колебаний ИЭ РБ 24-18, а в 2018 году этот эталон был утвержден в качестве Национального эталона единицы ослабления электромагнитных колебаний НЭ РБ 44-18. Рабочий диапазон частот от 0 до 37,5 ГГц. Диапазон измерения ослабления от 0 до 110 дБ. Исследования эталона позволили установить, что его неисключенная систематическая погрешность от 0,0005 до 0,24 дБ.

Эталон единицы ослабления электромагнитных колебаний создан в единичном экземпляре и является уникальным в республике. Программно-аппаратные средства эталона позволяют автоматически рассчитывать среднее квадратическое отклонение результата измерения, что значительно ускоряет процесс измерения и представление результатов.

В докладе обосновано, что применение прибора для ступенчатого измерения ослабления электромагнитных колебаний Д1-25 позволило оценить погрешность измерения ослабления методом непосредственного сличения значений в диапазоне частот до 100 МГц.

Для автоматизации процесса измерения ослабления фиксированных аттенуаторов принято решение включить в состав эталона коаксиальные переключатели с возможностью управления ЭВМ. Это позволит получать более достоверные результаты, так как предполагается уменьшение влияния оператора на измерительный процесс. Дополнительно будет увеличена производительность процесса измерения.

Литература

1. Официальный интернет-портал (Национальные эталоны единиц величин Республики Беларусь): <http://oei.by/etalon/index>

УДК 658.562.3

КАЛИБРАТОРЫ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ

Магистрант Красильников Е. В.

Кандидат техн. наук, доцент Гуревич В. Л.

Белорусский государственный институт метрологии

В современных промышленных условиях для обеспечения высокой производительности и максимального качества выпускаемой продукции необходимо внедрение новейшего оборудования, или модернизация существующего. Это влечёт за собой увеличение количества контрольно-измерительного оборудования, участвующего в управлении технологическими процессами.

Известно, что для контроля точности и воспроизводимости измерений, связанных с качеством продукции, необходимы существенные трудозатраты. Одним из универсальных способов решения данной проблемы является применение калибраторов многофункциональных.

В докладе приведены основные характеристики данных приборов, ключевыми из которых являются компактность, точность, мобильность. Использование калибраторов многофункциональных на современном производстве даст возможность поверки и калибровки в полевых и лабораторных условиях различных средств измерений. Калибратор многофункциональный позволит воспроизводить и измерять с высокой точностью силу тока, напряжение, частоту, сопротивление, давление, температуру и другие физические величины.

Одним из преимуществ является модульная система с унифицированным токовым сигналом, что позволяет охватить широкий спектр приборов и дополнительной аппаратуры, применяемых на производстве. Большинство калибраторов имеет возможность загружать задания на калибровку с компьютера на калибратор, а также передавать результаты калибровки на компьютер. Благодаря своим характеристикам калибраторы многофункциональные дают возможность автоматизировать процессы поверки, калибровки и юстировки приборов.

В совокупности это позволит существенно снизить трудозатраты, а также своевременно контролировать большинство технических процессов на различных производствах.

УДК 006.053

**РАЗРАБОТКА ГОСУДАРСТВЕННОГО СТАНДАРТА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ «СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.
КАЛИБРАТОРЫ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ.
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ»**

Магистрант Красильников Е. В.

Кандидат техн. наук, доцент Гуревич В. Л.

Белорусский государственный институт метрологии

В настоящее время на территории Республики Беларусь отсутствуют ТНПА в области технического нормирования и стандартизации, взаимосвязанные с разрабатываемым государственным стандартом.

Основными целями разработки государственного стандарта являются:

– обеспечение прослеживаемости и признания результатов испытаний на соответствие требованиям ТР ТС;

– установление требований к поверке калибраторов с целью обеспечения подтверждения метрологических характеристик, единых требований к методикам поверки в виде технического нормативного документа (ТНПА) в соответствии с Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации»;

– обеспечение современного научного и технического уровня ТНПА на методики поверки средств измерений и актуализация состояния нормативной базы ТНПА в области обеспечения единства измерений.

Для достижения поставленных целей при разработке государственного стандарта на методику поверки калибраторов многофункциональных должны быть решены следующие задачи:

– проведение анализа существующих требований к объекту стандартизации и обоснование необходимости разработки государственного стандарта на методику поверки;

– разработка единой методики поверки на калибраторы многофункциональные на основе проведенного анализа с учетом современных достижений науки и техники.

Разрабатываемый государственный стандарт будет определять операции, проводимые в процессе первичной и последующих поверок, и устанавливать методы и средства поверки, позволяющие подтвердить соответствие поверяемых калибраторов многофункциональных требованиям ТНПА и других документов, устанавливающих требования к поверяемому средству измерений, и пригодность его к применению.

УДК 620.179

АНАЛИЗ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ШЕРОХОВАТОСТИ

Студент гр. 10303117 Андроник К. А.

Кандидат техн. наук, доцент Кудина А. В.

Белорусский национальный технический университет

В современном производстве крайне важен систематический контроль качества поверхности деталей. Методы контроля состояния поверхностного слоя деталей должны обеспечивать высокую точность результатов. Для контроля параметров шероховатости поверхности существует 2 группы методов: контактные и бесконтактные. Оптические методы являются бесконтактными. Самые распространенные из них: метод светового и теневого свечения, теневой метод, микроинтерференционный метод, растровый метод. Отдельно выделяется метод слепков, для оценки шероховатости различных труднодоступных поверхностей и поверхностей со сложным строением. Часто применяется

оптико-физический метод. Использование лазерного информационно-измерительного комплекса (ЛИИК) является безконтактным, обладает высокой степенью точности. Отдельного внимания заслуживает метод спекл-эллипсометрии. Его недостатком является отсутствие методов анализа спекл-картин, позволяющих обеспечить высокоточное выделение и локализацию спекл-структур. Для решения этой задачи использован метод вейвлет-анализа [1]. Среди контактных методов контроля параметров шероховатости распространён щуповой метод измерения.

Одним из перспективных направлений является способ, в основе которого лежит идея цифровой фотосъемки поверхности детали и использование алгоритмов, позволяющих производить в реальном масштабе времени компьютерную обработку графической информации. В основе данного способа используются законы оптической физики, математической статистики и применение современных информационных технологий. Для достижения этой цели разрабатывается автоматизированный комплекс, в основе которого лежит распознавание изображения [2].

Литература

1. Макеев, А. В., Айрапетян, В. С. Спекл-эллипсометрия шероховатых поверхностей с применением вейвлет-анализа // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2017. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spek1-ellipsometriya-sherohovatyh-poverhnostey-s-primeneniem-veyvlet-analiza> (дата обращения: 01.03.2020).
2. Гуржий, И. И., Гуляев, В. А. Анализ современных методов контроля параметров шероховатости обработанной поверхности // Научный журнал. – 2018. – № 5 (28). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sovremennyh-metodov-kontrolya-parametrov-sherohovatosti-obrabotannoy-poverhnosti>.

УДК 006.02

ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКСПЕРТИЗЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ АКТОВ

Студенты гр. 11305117 Бабанюк Д. С., Лавринович М. В.

Кандидат техн. наук, доцент Кудина А. В.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время существуют некоторые особенности при формировании целостности процедуры проведения экспертизы в части отсутствия единой терминологии, а также наличия отдельных недоработок нормативной документации по стандартизации, регламентирующей проведение экспертизы документации различных форм, в частности технических нормативных правовых актов (ТНПА). Согласно Закону РБ от 17 июля 2018 г. № 130-З «О нормативных правовых актах» к ТНПА в области технического нор-

мирования и стандартизации относятся: технические регламенты РБ, технические кодексы установившейся практики, государственные стандарты РБ, общегосударственные классификаторы РБ, технические условия и стандарты организаций. Согласно Ст. 25, требованием, предъявляемым к ТНПА, является проведение «нормотворческой деятельности», в состав которой входит проведение экспертизы, как элемента «нормотворческой техники», понятие которой трактуется как система правил подготовки проектов нормативных правовых актов. Проекты ТНПА подлежат обязательной юридической и (или) иным экспертизам в соответствии со Статьей 47[1] и иными законодательными актами. Требования Закона РБ от 24 октября 2016 г. № 436-З «О техническом нормировании и стандартизации» устанавливает вид проводимой экспертизы: Госстандарт РБ осуществляет нормативно-техническую экспертизу проектов технических кодексов установившейся практики, проектов государственных стандартов, а также проектов межгосударственных стандартов (Ст. 9 п. 1.7 [2]). Проведение нормативно-технической экспертизы вышеуказанных ТНПА осуществляется в соответствии с Постановлениями Госстандарта от 7 июля 2017 г. № 53, 55, 59. Однако, четкая формулировка термина «нормативно-техническая экспертиза» на сегодняшний день в нормативных документах не встречается.

Литература

1. Закон Республики Беларусь от 17 июля 2018 г. № 130-З «О нормативных правовых актах» [Электронный ресурс] // pravo.by – URL: <http://www.pravo.by/document/?guid=3871&p0=H11800130>.
2. Закон Республики Беларусь от 24 октября 2016 г. № 436-З О внесении изменений и дополнений в Закон Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации» [Электронный ресурс] // pravo.by – URL: http://www.pravo.by/upload/docs/op/H11600436_1477688400.pdf.

УДК 006

ЭКСПЕРТИЗА ТЕКСТОВОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И ГАРМОНИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ ДЛЯ ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ

Студент гр. 11305117 Вечерская Л. А.

Кандидат техн. наук, доцент Кудина А. В.

Белорусский национальный технический университет

В процессе производства к изделиям и документации на них должны предъявляться единые требования, которые в свою очередь должны быть выполнены. Непосредственно соблюдение этих требований необходимо контролировать, например, посредством проведения экспертизы. Экспертиза представляет процесс, в результате которого специалист подвергает объект исследованию с некоторой определенной целью [1].

Например, в настоящее время на оформление текстовых документов конструкторской документации в РБ действует ГОСТ 2.106-96 и ГОСТ 2.105-95, а в Российской Федерации ГОСТ Р 2.106-2019 и ГОСТ Р 2.105-2019, имеющие существенные отличия. Под «текстовой документацией» в рамках ЕСКД, в соответствии с ГОСТ 2.105-95 понимаются: документы, содержащие, в основном, сплошной текст (технические условия, паспорта, расчеты, пояснительные записки, инструкции и т.п.), и документы, содержащие текст, разбитый на графы (спецификации, ведомости, таблицы и т.п.). Текст ГОСТ Р 2.105-2019 дает определение: текстовый документ – конструкторский документ, содержащий в основном сплошной текст или текст, разбитый на графы. Стоит заметить, что к текстовым документам относят спецификации, технические условия, ведомости, таблицы и т. п.

Экспертиза текстовой документации проводится в зависимости от объектов контроля в РБ и РФ проводится по единому стандарту ГОСТ 2.111-2013 ЕСКД. Нормоконтроль.

Общий единый алгоритм проведения экспертизы можно представить в виде следующей логической схемы: постановка цели и задач; планирование экспертной деятельности; проведения экспертизы (которая проводится в соответствии с требованиями стандартов), обработка полученных данных, выводы и рекомендации.

С целью применения единых требований к продукции и осуществлению единых процедур контроля на всей территории ЕАЭС необходимо предъявлять и соблюдать единые требования и нормы, в том числе требования ТНПА.

Литература

1. Цитович Б. В. Метрологическая экспертиза и нормоконтроль / Б. В. Цитович, Н. А. Воробьев, М. С. Капица. – Минск, 2015. – 340 с.

УДК 005

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ МЕТОДИК ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ И МЕТОДИК ИСПЫТАНИЙ

Студент гр. 11305117 Песляк И. Е.

Кандидат техн. наук, доцент Кудина А. В.

Белорусский национальный технический университет

В современном мире обеспечение качества продукции является одной из главных задач производства. Обеспечение качества непосредственно связано с измерениями и испытаниями, которые описаны в методиках.

Понятие методологии включает в себя организацию какого-либо процесса, систему базисных принципов, методов, методик, способов и средств

их реализации. В 2018 г. Департаментом технического регулирования и аккредитации ЕЭК была разработана методология выбора методик испытаний и измерений. Данный документ был разработан для реализации согласованной работы по обеспечению качества продукции в рамках ЕАЭС. Проведение экспертизы методик выполнения измерений и методик испытаний, как ранее выбор, является почвой для разногласий. Разработка методологии устранил их.

Методология проведения экспертизы методик выполнения измерений и методик испытаний предполагает наличие квалифицированного персонала, организацию рабочего места, доступ к нормативным документам и базам средств измерений и средств испытаний. Само проведение экспертизы предусматривает проверку полноты комплекта документов, представленных на метрологическую экспертизу (МЭ); подбор нормативных документов, необходимых при проведении МЭ, и другие нормативные документы, на которые даны ссылки в проверяемом документе. В число показателей, проверяемых при измерениях (испытаниях), должны входить все показатели, требования к которым регламентированы нормативными документами, и свойства объекта, определение которых необходимо для доказательства выполнения требований ТЗ. При проведении экспертизы анализируют обоснованность номенклатуры параметров в зависимости от вида испытаний и корректность выражения требования, исключающего различное толкование данного свойства объекта; проверяют правильность применения метрологической терминологии, наименований и обозначений физических величин и их единиц.

Разработка методологии проведения экспертизы методик выполнения измерений и методик испытаний окажет положительное влияние на качество выпускаемой продукции, снизит затраты при импорте и экспорте продукции в рамках ЕАЭС.

УДК 006.33

ШЕРОХОВАТОСТЬ В АСПЕКТЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ

Студент гр. 10303117 Дарган А.

Кандидат техн. наук, доцент Кудина А. В.

Белорусский национальный технический университет

В мировой практике разработано около 50 различных параметров шероховатости, но наиболее широкое применение находят шесть из них: R_a , R_z , R_{max} , S , S_m , t_p [1]. В международном стандарте ISO 4287 используется 8 параметров шероховатости: R_a , R_q , R_{sk} , R_{ku} , R_p , R_v , R_z , R [2]. Кроме того,

используются десятки других параметров, которые постепенно включаются в государственные стандарты. Ряд стран использует и специфические национальные параметры [3], часть из которых используется в исследованиях и расчетах отечественных ученых как дополнительные характеристики поверхности. Другие параметры имеют весьма ограниченное применение и в отечественных исследованиях практически не используются.

В Германии в качестве национального стандарта принят стандарт Euro-norm 4287, практически полностью соответствующий ISO 4287/1995,

Американский стандарт ANSI B46.1 содержит параметры, вошедшие в современную редакцию ISO – R_p , SKEWNESS (R_{sk}), и KURTOSIS (R_{ku}). В данный стандарт входят также параметры: R – средняя глубина местных неровностей; A_r – средняя ширина вершин неровностей; H – максимальная высота неровностей за вычетом самых высоких и самых низких (5 %); ACF – автокорреляционная функция профиля; PSD – спектральная плотность профиля.

Национальный стандарт Японии JIS B 0601 содержит в себе в основном международные параметры R_a , R_z , R_{max} .

Национальный стандарт Австралии AS 2536 включает в себя как международные параметры (R_a , R_q , t_p), так и уникальные: D – плотность вершин неровностей; P_c – количество вершин неровностей. Параметр R_z вычисляется по десяти точкам, а параметр R_{max} соответствует параметру R_z ISO 4287/1995.

Литература

1. ГОСТ 2789–73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.
2. ISO 4287:1997. Геометрические характеристики изделий (GPS). Структура поверхности. Профильный метод. Термины, определения и параметры структуры.
3. <https://cyberleninka.ru/article/n/parametry-sherohovatosti-v-sootvetstviistrebovaniyami-mezhdunarodnogo-standarta/viewer>.

УДК 504.06

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ В ООО «ЭКСО ПЕТРОЛЕУМ»

Студент гр. 11305115 Наджафова А. А.

Ст. преподаватель Купреева Л. В.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время нефтяная сервисная компания «Эксо Петролеум», специализируется на зачистке промышленных объектов, мазутных, гудронных, дизельных, битумных и прочих отходов, а также принимает их на переработку от сторонних организаций. При формировании интегрированной

системы менеджмента (далее – ИСМ) и ее внедрении компания столкнулась с проблемами, связанными со слабой структуризацией и несогласованностью процессов систем менеджмента (далее – СМ) внутри самой организации. В частности, учитывая специфику деятельности «Эксо Петролеум», разработка и внедрение системы управления окружающей средой (далее – СУОС) в ИСМ на основе действующей системы менеджмента качества в соответствии с требованиями стандартов ISO серии 9000, рассматриваются как один из основных инструментов, позволяющих компании постоянно улучшать собственные экологические показатели.

С целью объединения всех СМ в единый комплекс, т. е. создания полностью интегрированной модели в организации нами были проведены исследования, включающие: анализ и формирование перечня (реестра) основных НПА, ТНПА и документов в области технического нормирования и стандартизации, устанавливающих требования к охране и менеджменту окружающей среды в компании; анализ методологической базы модели ИСМ и порядок ее создания на основе ISO Guide 83 и PAS 99; разработку Политики и целей ИСМ, руководства ИСМ, 3-х стандартов организации в рамках разработанной СУОС на соответствие требованиям СТБ ISO 14001 и СТБ ISO 14004; обоснование выбора методик идентификации и оценки рисков и определение мер управления в рамках СУОС, а также построение функциональной модели сети процессов ООО «Эксо Петролеум» согласно разработанному и принятому стандарту организации.

На основании проведенной работы были представлены результаты внедрения СУОС в рамках ИСМ ООО «Эксо Петролеум», включая оценку результативности и анализ со стороны высшего руководства ИСМ в ООО «Эксо Петролеум», а также даны рекомендации и внесены конкретные предложения, направленные на качественное совершенствование механизма проведения самооценки и улучшения функционирования ИСМ в компании.

УДК 65.012.23

ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛИ КАНО

Студент гр. 11305315 Михейчик А. В.

Ст. преподаватель Ленкевич О. А.

Белорусский национальный технический университет

Вопрос повышения удовлетворенности пассажиров качеством обслуживания РУП «Национальный аэропорт Минск» является актуальным. Модель Кано концентрирует внимание на потребностях целевой аудитории. Ключевым измерителем выступает эмоциональная оценка функций услуги с точки зрения использования требований к услуге. От степени эмоционального от-

клика зависит совершенствование услуги и сама степень удовлетворенности потребителя. Модель рассматривает 3 типа требований: обязательные; одномерные; привлекательные.

Обязательные требования. На основе этих свойств создаются конкурентные преимущества, одним из примеров таких свойств является авиаперелеты: улучшить условия в зданиях аэровокзала (добавить места для сидений в залах ожидания вылет, перед стойками регистрации в зале для общего доступа пассажиров). Принцип: достаточное количество мест для сидений в залах ожидания и для общего доступа дает комфортное ожидания вылета – выше удовлетворенность от услуги в целом.

Одномерные, базовые требования, присущи ему по умолчанию. Данные свойства воспринимаются потребителями нейтрально, однако, при отсутствии их, вызывает сильную неудовлетворенность, например, температура в залах ожидания. Принцип: холодная температура в залах вызовет сильное недовольство от отсутствия комфорта ожидания вылета, что несет за собой низкую удовлетворенность потребителей [1].

Привлекательные требования – это что-то неожиданное для потребителя. Пример: авиаперелет (увеличить и разнообразить перечень продуктов питания на борту). Принцип: восхищающее свойство, приводящее потребителей в восторг сегодня, по мере того как все больше компаний будут внедрять, постепенно будет превращаться в основное свойство.

Практические шаги реализации модели Кано: анкетирование потребителей, исходя из чего, можно выявить все жалобы/претензии и пожелания потребителя; построение причинно-следственную диаграмму Исикавы влияющих факторов; распределение выявленных влияющих факторов на удовлетворенность потребителей по атрибутам модели.

Литература

1. Интернет портал: <https://habr.com/ru/post/14811/>

УДК 681.2.083

3DS MAX КАК СРЕДСТВО ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИСТОЧНИКОВ ПОГРЕШНОСТЕЙ

Студенты гр. 11305116 Тарасенко В. И., Шевчук В. А.

Кандидат техн. наук, доцент Лысенко В. Г.

Белорусский национальный технический университет

3DS MAX – ПО, разработанное и принадлежащее компании Autodesk. Данное ПО предназначается для профессионалов, работающих с 3D-анимацией и динамическими моделями, текстурами и визуальными эффектами, плагинами, макросами, скриптами и т. д.

Для учебного процесса данное ПО можно использовать в качестве инструмента для визуализации источников погрешностей в процессе каких-либо измерений. При этом используются гиперболизированные случаи.

По результатам исследований, визуальное отображение информации позволит лучше усваивать информацию. Примеры иллюстрации показаны на рис. 1, 2.

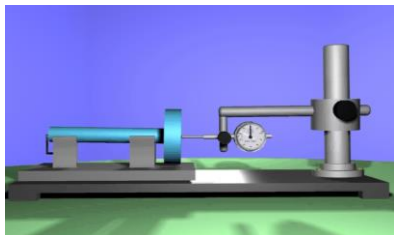


Рис. 1. Идеальная модель измерений

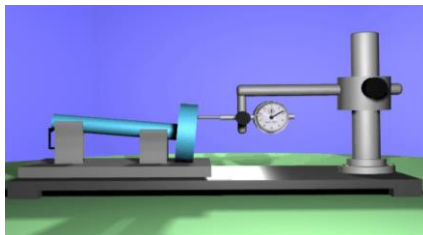


Рис. 2. Реальная модель измерений

УДК 681.2.083

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИОНАЛА SOLID WORKS

Студенты гр. 11305116 Тарасенко В. И., Шевчук В. А.

Кандидат техн. наук, доцент Лысенко В. Г.

Белорусский национальный технический университет

По результатам психологических и педагогических исследований, абсолютное большинство людей склонно лучше усваивать информацию, полученную с помощью зрительных образов, а также воспроизводить ее по прошествии определенного времени. В настоящее время большое распространение среди цифровых продуктов получили системы автоматизированного проектирования (САПР), позволяющие визуализировать практически любую техническую или творческую задумку.

В нашем случае будет использоваться ПО SolidWorks – программный комплекс САПР для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. SolidWorks обеспечивает разработку изделий любой степени сложности и назначения.

Программа обладает широчайшим спектром возможностей по отношению к решаемым задачам, используя комбинирование которых, авторами этой статьи был смоделирован 3D-процесс визуализирования погрешностей измерения параметра детали (в данном случае – прямолинейности) и описан

механизм информационной компенсации погрешности, что дает о ней наглядное представление (рис.).

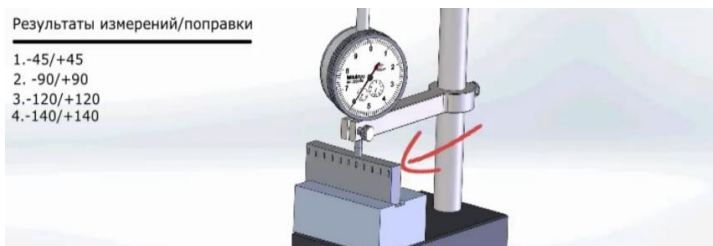


Рис. Визуализация информационной компенсации погрешности с использованием анимации и 3D моделирования

УДК 004

ISO/TC 324 SHARING ECONOMY – РЕШЕНИЕ РАЗНОГЛАСИЙ В ЭКОНОМИКЕ СОВМЕСТНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ

Студент гр. 11305117 Хомиченко А. В.

Ст. преподаватель Павлов К. А.

Белорусский национальный технический университет

Экономика совместного потребления (sharing economy) – это одна из самых быстрорастущих областей мировой экономики, и она не снижает обороты. Потребители могут платить меньше и получать новые виды товаров, услуг или опыта, но иногда возникают вопросы по поводу конфиденциальности, надежности или достоверности. Есть также вопросы, связанные с условиями труда, обеспечивающими удобство для одних, нестабильность для других. Некоторые полагают, что подобные проблемы препятствуют достижению полного потенциала экономики совместного потребления. Летом 2019 года ISO учредила технический комитет для поддержки этой новой бизнес-модели в реализации ее полного потенциала.

Председатель технического комитета номер 324 Масааки Мочимару сказал, что стандарты могут и подчеркивать положительные аспекты экономики совместного потребления, и снижать риски и проблемы. «Существуют потенциальные риски, связанные с прозрачностью и подотчетностью, безопасностью и надежностью, а также с другими вопросами, такими как защита работников и управление платформами. Во всех этих областях могут помочь стандарты».

Одним из первых шагов для ISO/TC 324 будет определение согласованных на международном уровне принципов и терминов в целях укрепления общего понимания между всеми участниками, вовлеченными в экономику

совместного потребления. На данный момент проходит стадию 10.99 (стадия, связанная с внесением предложения) стандарт ISO/AWI 42500 Sharing Economy – Terminology and Principles. После этого они намерены работать над стандартами для функционирования и управления платформами экономики совместного потребления.

В структуру комитета входят 4 рабочие группы:

ISO/TC 324/ANG 1 Options for operationalization;

ISO/TC 324/TG 1 Strategic Business Plan;

ISO/TC 324/TG 2 Communication and Engagement;

ISO/TC 324/WG 1 Terminology and principles.

В настоящее время и как минимум до 2024 года секретариат возглавляет Japanese Industrial Standards Committee (JISC), член ISO от Японии, а в состав комитета входят представители всех слоев общества из 34 стран. Из них 16 стран-наблюдателей и 18 стран-участников, в т. ч. Российская Федерация. В июне 2020 года планируется первое заседание членов комитета во Франции.

УДК 658.562.014:006.354

НОВАЯ ВЕРСИЯ СТАНДАРТА ISO 19011

Ст. преподаватель Павлов К. А.

Кандидат техн. наук, доцент Кудина А. В.

Белорусский национальный технический университет

В 2018 году Международная организация по стандартизации опубликовала новую версию международного стандарта ISO 19011, определяющий руководящие указания по проведению аудитов систем менеджмента. Это уже третья версия данного стандарта.

ISO 19011 версии 2018 года содержит руководящие указания по проведению аудитов систем менеджмента, включая принципы управления программой аудита и проведения аудитов систем менеджмента, а также руководящие указания по проведению оценки компетентности лиц, участвующих в проведении аудита (лица, управляющие программой аудита, аудиторы и команды аудита).

Новая версия международного стандарта актуальна для всех организаций, которые управляют программой аудита, осуществляют планирование, проведение внутренних и внешних аудитов систем менеджмента.

Документ был подготовлен Техническим Комитетом ISO/PC 302, Руководящие указания по аудиту систем менеджмента. Эта третья редакция отменяет и заменяет вторую редакцию (ISO 19011:2011), которая была подвзвгнута техническому пересмотру.

Основные отличия от второй версии:

- добавление риск-ориентированного подхода к принципам аудита;
- расширение руководства по управлению программой аудита, включая риски по программе аудита;
- расширение руководства по проведению аудита, в частности, раздел планирования аудита;
- расширение общих требований к компетентности аудиторов;
- изменение терминологии, использование термина «процесс», а не «объект» («thing»);
- удаление приложения, содержавшего требования к компетентности для проведения аудита конкретных систем менеджмента (в силу значительного числа отдельных стандартов на системы менеджмента было бы нецелесообразно включать требования к компетентности для всех видов систем);
- расширение Приложения А с целью дать рекомендации по аудиту (новых) концепций, таких как контекст организации, лидерство и обязательства, удаленные аудиты, соблюдение требований и цепочка поставки.

УДК 006

КОНЦЕПЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО ПРИ ОЦЕНИВАНИИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ НА ЭТАПЕ ОТБОРА ПРОБ

Студенты гр. 11305116 Позняк Д. Ю., Тарасенко В. И.

Кандидат техн. наук, доцент Савкова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время возрастает внимание к оцениванию неопределенности измерений на этапе отбора проб и образцов, поскольку это дает возможность оценить составляющую неопределенности, связанную с несовершенством объекта измерений. Согласно Руководству Eurachem / EUROLAB / CITAC / Nordtest / АМС неопределенность отбора проб (образцов) может быть оценена на основе модельного (восходящего) либо эмпирического (нисходящего) подходов на стадии валидации. Однако авторы считают целесообразным применение подхода на основе численного моделирования составляющей неопределенности методом Монте-Карло. Идея состоит в адаптации данного метода к небольшому количеству эмпирических данных, полученных из предыдущего опыта отбора проб (образцов). Путем генерации случайных и псевдослучайных чисел на основе эмпирических данных, полученных из небольшого количества взятых проб.

Основная цель данной концепции – повышение достоверности результатов измерений, включая составляющую неопределенности, обусловленную

этапом отбора проб (образцов), путем увеличения количества данных. Концепция основывается на предположении, что, как правило известна функция распределения $f(x,t)$ некоторого свойства объекта (измеряемой величины) в пространстве и времени. Используя такую априорную информацию при численном моделировании, можно генерировать массивы на «внутриэкземплярном» и «межэкземплярном» уровнях, а затем рассчитывать неопределенность для различных наборов переменных (количество повторных измерений в пробе, количество проб или образцов, количество целевых объектов и т. д.). Предложенную концепцию удобно рассматривать по отношению к протяженным объектам, характеризующимся неоднородностью и нестабильностью, например, для радиационного контроля участков почвы. Методика испытаний предусматривает отбор проб в пяти контрольных точках. Исходя из допущения, что известна функция распределения радиоактивности на поверхности участка, можно на основе численного моделирования с помощью метода Монте-Карло проработать различные сценарии и оценить составляющую неопределенности, обусловленную отбором проб.

УДК 006

ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО ПРИ ОЦЕНИВАНИИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ НА ЭТАПЕ ОТБОРА ПРОБ

Студенты гр. 11305116 Шевчук В. А., Тарасенко В. И.

Кандидат техн. наук, доцент Савкова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Пусть есть некий протяженный объект (участок земли аквасреда, поверхность) с распределенной по определенному закону измеряемой величиной. Пусть в соответствии с измерительной задачей и схемой отбора необходимо осуществить отбор проб вещества (выполнить количество n измерений в m контрольных точках). Согласно концепции применения метода Монте-Карло на этапе моделирования методической составляющей неопределенности был задан некий «начальный» массив эмпирических данных, полученных из предыдущих экспериментальных исследований. Далее, взяв эти данные за основу, сгенерирован методом Монте-Карло массив, фрагмент которого показан на рис. Были построены таблицы (рис.) для соседних пар образцов (1-2; 1-4; 4-7; 4-5 и т. д.) для генерации чисел. В зависимости от функции распределения величины показатели вероятности могут меняться.

На основе массива можно осуществлять постепенное уменьшение объемов данных с мониторингом дисперсий, модифицируя и адаптируя подход Монте-Карло для решения задач метрологического моделирования.

0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Рис. Массив данных

УДК 004.056

ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПРИ ПОКУПКЕ ИЛИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА В ПИЩЕВОЙ ОТРАСЛИ

Магистрант Попов А. В.

Доктор техн. наук, профессор Серенков П. С.

Белорусский национальный технический университет

При покупке или при разработке собственной системы документооборота для предприятия пищевой отрасли возникает вопрос о том, какой минимум из требований к информационной безопасности должен быть выполнен для системы, чтобы информация, хранящаяся, получаемая, экспортируемая и передаваемая при помощи нее могла использоваться на всем жизненном цикле пищевой продукции и соответствовала требованиям

Формулирование задачи, разбор общей модели электронного документооборота, анализ отраслевых требований к компьютеризированным системам и выставление конкретного перечня требований к данной компьютеризированной системе и является предметом доклада.

Назначение системы документооборота, а соответственно требования к ней, зависит от процессов системы менеджмента, в которых она будет использоваться. ISO 22000 распространяется на процессы, как по вертикали

жизненного цикла пищевой продукции, так и по горизонтали. Вертикальные процессы в системах менеджмента пищевой продукции представляет из себя схему, называемую зачастую как «от поля до потребителя». Но на сегодняшний день уже принято считать, что пищевая цепь начинается от поставщика удобрений и животных кормов. Ее схема представлена в докладе. Горизонтальными процессами, являются именно процессы операционной деятельности каждой из компаний на этапах жизненного цикла продукции. В докладе рассматриваются горизонтальные процессы производителей пищевой продукции.

На основании Закона Республики Беларусь «Об электронном документе и электронной цифровой подписи», отраслевого законодательного акта США «Electronic Records; Electronic Signatures» от FDA, регламента Республики Беларусь ТР 2013/027/ВУ, стандартов ГОСТ Р ИСО 22000, СТБ ISO/IEC 27001, СТБ ISO/IEC 27002, руководства ISPE GAMP 5 и правил европейского союза GMP EU Annex 11: Computerised Systems сформулирован исчерпывающий перечень требований к системам электронного документооборота, который учитывает все возможные системный риски, а также нормативные требования. Анализ перечня требований приведен в докладе.

УДК 519.254

ОБРАБОТКА ЭКСПЕРТНЫХ ДАННЫХ В ПАКЕТЕ WOLFRAM MATHEMATICA

Магистрант гр. 51331019 Архипенко П. Р.
Доктор техн. наук, профессор Серенков П. С.,
кандидат физ.-мат. наук, доцент Гундина М. А.
Белорусский национальный технический университет

Ранее была выдвинута гипотеза о формировании шкалы рейтингов, в основу которой был положен метод альтернатив [1].

Изначально для расчета среднеквадратического отклонения и построения графика использовался пакет STATISTICA, однако возникала методическая погрешность в связи с тем, что строилась аппроксимирующая прямая, относительно которой производились дальнейшие вычисления.

Учитывая, что при проведении эксперимента по плану А и по плану Б результаты должны быть воспроизводимы, то более правильными будут являться расчеты относительно прямой расположенной под углом в 45°.

Для упрощения обработки данных полученных в ходе применения метода альтернатив была написана программа в пакете Wolfram Mathematica, позволяющая быстро получать среднеквадратическое отклонение, график и коэффициент детерминации, подставляя данные полученные при проведении эксперимента по плану А и по плану Б *(рис.).

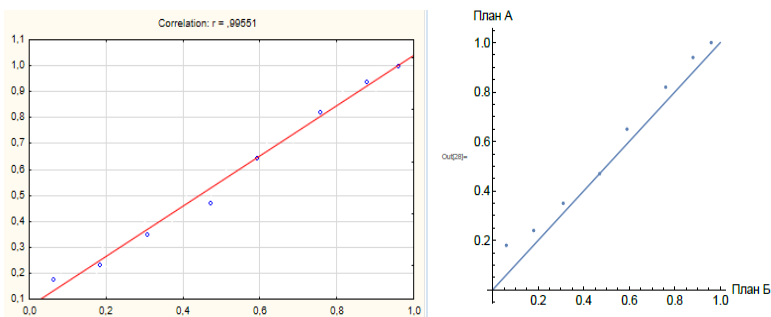


Рис. Сравнение графиков, полученных в пакетах STATISTICA и Wolfram Mathematica соответственно ($S_1 = 3,35\%$, $S_2 = 17,8\%$)

Литература

1. Серенков, П. С. Шкала рейтингов как инструмент обеспечения достоверности экспертных оценок в области качества / П. С. Серенков, В. М. Романчук, П. Р. Архипенко // Приборостроение-2019: материалы 12-й Международной научно-технической конференции, 13–15 ноября 2019 года, Минск, Республика Беларусь / редкол.: О.К. Гусев (председатель) [и др.]. – Минск: БНТУ, 2019. – С. 222–224.

УДК 001.891

УНИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Магистрант гр. 51331019 Архипенко П. Р.

Доктор техн. наук, профессор Серенков П. С.

Белорусский национальный технический университет

В докладе приведен анализ существующих методов экспертного оценивания применяемых в самых различных областях деятельности. Основной упор сделан на применение методов экспертного оценивания для решения задач в области качества в рамках систем менеджмента качества.

В докладе проанализированы этапы жизненного цикла типовой продукции промышленного предприятия в частности маркетинг, разработка и проектирование, технологическая подготовка производства, производство и после производственная деятельность.

В результате процессного подхода к анализу этапов жизненного цикла продукции определены общие задачи для решения которых применяются методы экспертного оценивания.

С учетом наработанных подходов в области совершенствования методов экспертного оценивания в БНТУ (кафедра «Стандартизация, метрология и информационные системы») предложен комплекс методов, которые

позволяют решать задачи в области качества на этапах жизненного цикла продукции [1].

Комплекс включает базовые и специальные методы. К базовым относятся: метод альтернатив и метод покоординатного спуска. К специальным методам относятся комбинированные методы, в основе которых лежат базовые.

В докладе приведены примеры задач в области качества на различных этапах жизненного цикла. В частности задач оценивания и выбора наилучшего варианта продукции, обладающей большим количеством свойств (от 10 и более), задача разработки и внедрения инновационных технологий на промышленном предприятии.

В результате унифицированный комплекс методов экспертного оценивания может выступать в качестве руководящих методических материалов службы качества промышленного предприятия. И в силу унификации получить широкое распространение, обеспечивая при этом высокую достоверность экспертных оценок.

Литература

1. Серенков, П. С. Шкала рейтингов как инструмент обеспечения достоверности экспертных оценок в области качества / П. С. Серенков, В. М. Романчук, П. Р. Архипенко // Приборостроение–2019: материалы 12-й Международной научно-технической конференции, 13–15 ноября 2019 года, Минск, Республика Беларусь / редкол.: О. К. Гусев (председатель) [и др.]. – Минск: БНТУ, 2019. – С. 222–224.

УДК 519.254

SWOT-АНАЛИЗ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНИВАНИЯ

Студент гр. 11305117 Вечерская Л. А.

Доктор техн. наук, профессор Серенков П. С.

Белорусский национальный технический университет

С введением в действие СТБ ISO 9001 версии 2015 года появилось требование, направленное на определение контекста организации. В то же время организация обладает полной свободой в выборе метода определения контекста.

Наиболее распространенным методом является SWOT–анализ. Качественный SWOT-анализ обладает одним существенным недостатком – отсутствием каких-либо количественных показателей, что делает данный метод недостаточно информативным для решения конкретных задач. Количественным SWOT-анализ таким недостатком не обладает, поскольку в его

основе лежит комплексное применение различных инструментов анализа совместно с экспертной оценкой деятельности организации [1].

В докладе рассмотрен не только поэтапный алгоритм, позволяющий перейти от стандартного качественного SWOT-анализа к углубленному количественному анализу, но и выявлены преимущества и недостатки данного анализа по отношению к другим методам, направленным на определение контекста организации в рамках системы менеджмента качества. Особенностью рассмотренного SWOT-анализа является использование матричной модели Мак-Кинси, которая позволяет определить уровень реализации возможностей в совокупности с положительными факторами внутренней среды организации [2].

Также можно сделать вывод о том, что рассмотренная модель углубленного SWOT – анализ позволяет более полно и разнопланово проводить анализ всех ключевых сторон организации или иного объекта исследования в рамках уже известного, стандартного SWOT метода.

Литература

1. Кизка, Н. Д. Модель углубленного SWOT-анализа / Н. Д. Кизка, А. В. Янгиров // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – Белгород, 2014. – № 3 – С. 109–115.
2. Кадышева, Е. Н. Методика проведения SWOT-анализа. Образцы матриц SWOT. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.executive.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

УДК 519.254

АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ SWOT-АНАЛИЗА

Студент гр. 11305117 Вечерская Л. А.

Доктор техн. наук, профессор Серенков П. С.

Белорусский национальный технический университет

Требование, направленное на определение контекста организации, является обязательным в соответствии с СТБ ISO 9001-2015. Однако стандарт не содержит требований непосредственно к способу определения контекста, тем самым предоставляя организациям широкий выбор к выбору подходов. Они могут применить любую приемлемую методику или разработать собственный уникальный метод реализации.

Самым популярным методом определения контекста организаций является SWOT-анализ. Данный метод позволяет определить внутренние и внешние факторы, которые оказывают влияние на деятельность организации, и распределить данных факторов по категориям: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы).

Факторы внешней среды включают возможности (О) и угрозы (Т), а факторы внутренней среды – сильные (S) и слабые (W) стороны.

В докладе рассмотрены два подхода к SWOT-анализу: качественный SWOT-анализ, который подразумевает использование только качественных методов оценивания контекста, и количественный SWOT-анализ с применением количественных методов оценивания.

Качественной SWOT-анализ обладает одним существенным недостатком – отсутствием каких-либо количественных показателей, что делает данный метод недостаточно информативным для решения конкретных задач. Количественным SWOT-анализ таким недостатком не обладает, поскольку в его основе лежит применение экспертных оценок. Суть метода заключается в наборе группы экспертов, которая проводит оценку всех факторов. Далее в соответствии с алгоритмом, предложенным в докладе, можно выявить наиболее весомые факторы и определить допустимые границы рисков.

Рассмотрены существующие техники количественного SWOT-анализа, который обладает значительным преимуществом над качественным, поскольку на основе количественных показателей и оценок позволяет получить более точный анализ. Однако следует отметить, что данный метод является более затратным нежели качественный, и особое внимание следует уделять набору экспертной группы, поскольку от их квалификации и знаний в различных областях, будет зависеть точность проводимого анализа.

УДК 006.85

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПОДХОДОВ «КАЙРИО» И «КАЙЦЕН» К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССА

Студент гр. 11305117 Житков Ю.С .

Доктор техн. наук, профессор Серенков П. С.

Белорусский национальный технический университет

Стратегической целью организации является постоянное улучшение процессов для совершенствования деятельности организации и обеспечения выгоды ее заинтересованным сторонам. Постоянное улучшение (согласно СТБ ISO 9001-2015) – повторяющаяся деятельность по увеличению способности выполнить требования. Улучшение в рамках системы менеджмента качества предполагает два подхода к совершенствованию процессов, продукции, систем: постепенный подход «Кайцен» и кардинальный подход «Кайрио».

Подход «Кайрио» подразумевает реструктуризацию, реинжиниринг предприятия что влечет за собой применение принципиально новых технологий, закупку нового оборудования и т.д. В результате возникает риск не

окупаемости вложений. Для того чтобы определить целесообразность применения данного подхода применяются методы Г. Тагути. Анализ факторов, влияющих на процесс с помощью методов Г. Тагути позволяет определить необходимость и целесообразность применения реинжиниринга. В докладе подробно изложены основные положения робастного проектирования процессов по Г. Тагути.

Если метод Г. Тагути свидетельствует о том, что процесс «болен», и серия мелких улучшений не способна его нормализовать, то единственным решением является применение кардинального подхода. В противном случае нет необходимости в кардинальном подходе и стоит отдать предпочтение постепенному, вследствие экономической эффективности.

Подход «Кайцен» подразумевает систему постоянных улучшений и совершенствований проблем, возникающих в процессе жизнедеятельности предприятия. Данный подход решает проблемы, которые оказали доминирующее влияние на «болезненность» процесса. Для реализации подхода предложен алгоритм из 3 шагов. Данный алгоритм подробно описан в докладе.

В конечном счете предложенные алгоритмы позволят в ежедневной практике упростить процесс управления качеством предприятия. Данные подходы позволяют стабилизировать процессы жизнедеятельности предприятия наиболее эффективными методами. Выбор правильного подхода позволит сохранить значительное количество денежных средств предприятия за счет исключения неэффективных методик решения проблем.

УДК 504.064.38

ПРОГРАММА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ПО КОНТРОЛЮ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА

Магистрант Фомиченко Е. А.

Доктор техн. наук, профессор Серенков П. С.

Белорусский национальный технический университет

В современном мире с постоянно возникающими проблемами загрязнения окружающей среды, остро встает вопрос по отслеживанию состояния качества воздуха на содержание в нем вредных для жизнедеятельности веществ.

С целью решения данного вопроса группой специалистов был разработан измеритель качества воздуха UniTesS AQS-1, позволяющий в режиме реального времени определять содержание токсических газов SO_2 , NO_2 , O_3 , CO , общих летучих органических соединений и твердых частиц в атмосферном воздухе

Однако для запуска данного средства измерений в серийное производство и подтверждения соответствия результатов измерений, необходимо реализовать ряд мероприятий. Так как средство измерений попадает под сферу законодательной метрологии, оно должно пройти через процедуру метрологического контроля.

Основной проблемой проведения метрологического контроля является тот факт, что средствами органов государственной метрологической службы невозможно в полной мере провести испытания данного прибора ввиду отсутствия необходимых средств контроля в Республике Беларусь.

По этой причине остро встает вопрос как законодательно утвердить средство измерений для контроля показателей качества воздуха.

С учетом того, что не все характеристики средства измерений типа могут быть проконтролированы органами государственной метрологической службы Республики Беларусь, разработана программа решения данной проблемы.

В докладе изложена программа действий по организации метрологического контроля, в которой определен алгоритм выполнения всего цикла метрологического контроля средства измерений типа в соответствии с законом Республики Беларусь от 5 сентября 1995 года № 3848-ХІІ «Об обеспечении единства измерений.»

Рассмотрены основные аспекты программы с позиций максимальной эффективности, определены основные организационно – технические мероприятия, обоснованы методы, технические средства. Данная программа позволит выйти на серийное изготовление данных средств измерений и повысить экспортный потенциал Республики Беларусь.

УДК 658.5

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Студент гр. 11305117 Шукелович М. И.

Доктор техн. наук, профессор Серенков П. С.

Белорусский национальный технический университет

Бережливое производство (LEAN PRODUCTION или LEAN MANUFACTURING) – концепция управления предприятием, которая основана на постоянном и неуклонном стремлении к устранению всех видов потерь. Оценка и создание потока ценности продукта для конечного потребителя на каждом его этапе [1].

В классифицированы задачи концепции. Определено, что главной задачей предполагается создание процесса непрерывного устранения потерь, т. е.

устранение любых действий в производстве, которые потребляют ресурсы, но не создают ценности для конечного потребителя. Развитие системы бережливого производства связано с растущей конкуренцией и глобализацией экономики. Насущными становятся вопросы ресурсосбережения, сокращения затрат, улучшения качества, повышения производительности труда.

Установлено, что система менеджмента бережливого производства (СМБП) – система менеджмента процессов организации на основе принципов бережливого производства, которая функционирует с целью повышения удовлетворенности, эффективности деятельности по созданию ценности потребителей, акционеров, работников организации, общества, государственных органов и других заинтересованных сторон посредством результативного применения СМБП [2].

К настоящему времени бережливое производство широко используется в Японии, США и странах Западной Европы. Россия в течение последних двадцати лет старается внедрять данную концепцию на своих предприятиях, создав ряд государственных стандартов в области бережливого производства. Около 10 % компаний применяют в своей работе принципы метода LEAN, что, разумеется, приносит результат.

В нашей стране СМБП функционирует на основе СТБ ISO 9001. Появились белорусские консалтинговые компании, разрабатывающие дорожные карты LEAN для предприятий, что является отправной точкой для последующей реализации длительного и тернистого пути внедрения "бережливых" технологий в деятельность организации.

Литература

1. Воронин, А. Бережливое производство / А. Воронин // Экономическая газета [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.cfin.ru/management/manufact/lean_as_kaizen.shtml.

УДК 658.5

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Студент гр. 11305117 Шукелович М. И.

Доктор техн. наук, профессор Серенков П. С.

Белорусский национальный технический университет

В ГОСТ Р 56404-2015 впервые дано определение системы менеджмента бережливого производства (СМБП) и требования к ее организации. Естественно возник ряд вопросов о взаимодействии системы менеджмента качества (СМК), соответствующей требованиям СТБ ISO 9001, и СМБП, соответствующей требованиям ГОСТ Р 56404, в рамках общей системы менеджмента организации.

На предприятиях, успешно применяющих СМК, внедрение СМБП вызвало трудности методического, организационного характера, что привело к тотальному нежеланию организаций внедрять еще одну систему менеджмента. В докладе рассмотрены три варианта решения проблемы разработки и внедрения СМБП.

Первый вариант включает в себя единство концепции Lean Production (бережливое производство) и СМК. Это обеспечивает цель: удовлетворение потребителей путем стандартизации и оптимизации бизнес-процессов в направлении исключения избыточных функций и процедур, а, значит, снижению затрат. Интеграция двух систем СМК и СМБП является инструментом, позволяющими достигнуть высокой результативности производственной системы организации [1].

Второй вариант предполагает, что СМБП, разработанная, внедренная и поддерживаемая в соответствии с ГОСТ Р 56404 – самостоятельная, равноправная система менеджмента, требования которой необходимо интегрировать наравне с международными стандартами [2].

Третий вариант заключается в следующем. В организации разрабатывается и внедряется производственная система менеджмента, которая включает СМК, СМБП, систему менеджмента охраны труда, профессиональной безопасности, экологии и другие системы.

В докладе приведен анализ рациональности приведенных вариантов разработки и внедрения СМБП и даны рекомендации по выбору того или иного варианта.

Литература

1. Мирошников, В. В., Мартокова, Т. Е. Объединение менеджмента бережливого производства с ИСМ // Компетентность. – 2016. – № 5. – С. 29–33.
2. Несиоловский, А. О. Об интеграции концепции «Бережливое производство» и стандартов ISO серии 9000 // Методы менеджмента качества. – 2010. – № 2. – С. 9–10.

УДК 001.893:65.011.56:658.562

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ МОЛНИЕЗАЩИТЫ И ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Студент Якименко М. А.

Кандидат техн. наук, доцент Соколовский С. С.

Белорусский национальный технический университет

В общем случае система молниезащиты и заземления состоит из молниеприёмного устройства, линии связи и устройства заземления. Линия связи является связующим звеном между элементами системы, где особую

роль играют держатели, которые должны обеспечивать надёжное соединение передающих элементов (полос, прутков и пр.). Качество таких соединений напрямую влияет на качество функционирования системы в целом. Полоса или прут закрепляется в типовом держателе с помощью болтовых соединений, из чего вытекает повышенное внимание к надёжности этого типа крепления. Прикладываемый при затягивании таких соединений крутящий момент должен быть таким, чтобы с одной стороны он обеспечивал надёжное соединение сопрягаемых элементов, а с другой стороны должны быть исключены пластические деформации держателей. Такие деформации будут приводить к ослаблению крепления соединяемых элементов, появлению микротрещин покрытия на поверхностях держателей и, как результат, к возникновению коррозии, а, следовательно, к ухудшению качества функционирования системы в целом. Регламентация крутящего момента затяжки, гарантирующего, с одной стороны, надёжное крепление соединяемых элементов, а с другой стороны, исключая пластические деформации держателей, является важным фактором обеспечения требуемого качества функционирования проектируемой системы. Исходя из этого, была предложена следующая методика испытаний держателей на воздействие прикладываемого момента затяжки болтовых соединений.

Фиксирующая часть держателя устанавливается своими опорными элементами на поверочной плите, а к её верхней свободной поверхности подводится чувствительный элемент штангенрейсмаса до момента их касания и в этом положении он стопорится. В испытуемом держателе зажимается специально подготовленный образец полосы или прута, а затем производится демонтаж соединения. Если после этого фиксирующая часть держателя свободно проходит под чувствительным элементом штангенрейсмаса при перемещении держателя по поверочной плите, то делается вывод об отсутствии его пластических деформаций. Дополнительно к этому с помощью лупы проводится визуальное оценивание покрытия на отсутствие микротрещин.

УДК 006.91:681.2+531.7.08

ВЫБОР МЕТОДА И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЙ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ МОЛНИЕЗАЩИТЫ И ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Студент Якименко М. А.

Кандидат техн. наук, доцент Соколовский С. С.

Белорусский национальный технический университет

Системы молниезащиты и заземления устанавливаются на крышах зданий и закрепляются на их наружных стенах. Очевидно, что такие системы эксплуатируются в весьма жёстких условиях, подвергаясь воздействию атмосферных

осадков, большим перепадам температур и т. д. Подобные воздействия на металлические элементы систем вызывают возникновение на них коррозии, особенно в местах соединения элементов, что в конечном итоге приводит к нарушению прочности элементов, надёжности их крепления, ухудшению проводящей способности стыков. Из вышесказанного вытекает необходимость надёжной защиты металлических частей систем от коррозии путём нанесения антикоррозионного покрытия. Необходимо, чтобы такое покрытие было нанесено равномерно на поверхностях элементов, с определённой толщиной и не имело каких-либо дефектов. Важность значения толщины наносимого покрытия обуславливается тем, что при её недостаточном значении не будет обеспечена необходимая защита изделия, а при её избыточном значении, возникнет расслоение и отшелушивание покрытия. В свою очередь неравномерность нанесения покрытия не сможет обеспечить защиту от коррозии металлического элемента целиком, а значит, в отдельных его местах будет появляться коррозия. Перечисленные обстоятельства вызывают необходимость достаточно жёсткого нормирования параметров покрытия, что приводит и к ужесточению требований к точности и достоверности их контроля. Анализ существующих методов контроля показал неприменимость некоторых из них для контроля толщины цинкового и медного покрытий в нашем конкретном случае. Среди методов, в принципе подходящих для данного типа покрытий, можно выделить магнитный, электромагнитный, радиационный, оптический, тепловой и электрический методы. Однако радиационный метод требует особых мер предосторожности, оптический является необоснованно дорогим, тепловой обеспечивает недостаточную точность, а электрический не позволяет контролировать объекты сложной конфигурации. Как наиболее оптимальный для поставленной измерительной задачи был выбран магнитный метод, т. к. он позволяет обеспечить требуемую точность, локальность контроля, является недорогим и безопасным, кроме этого были определены критические контрольные точки и разработана соответствующая МВИ.

ПРИМЕНЕНИЕ ГРУППОВЫХ ПОДХОДОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МВИ НА КИМ

Студент гр. 11305116 Вашкевич А. А.

Доктор техн. наук, профессор Соломахо В. Л.

Белорусский национальный технический университет

Современное производство машин и приборов характеризуется широкой номенклатурой выпускаемых изделий, что неизбежно приводит к снижению его серийности. Такая ситуация приводит к многократному увеличению количества повторяющихся технических процедур, в том числе проектированию методик выполнения измерений (МВИ), включая координатные измерения (КИ), что сказывается на трудоемкости изготовления и себестоимости продукции.

В настоящее время к наиболее актуальным задачам КИ относят:

- интеграцию баз данных, формируемых в ходе измерений в единый информационный «поток» производства САМ/САМ/САQ;
- снижение методических составляющих погрешности измерений, обусловленных алгоритмом реализации контрольных процедур на КИМ;
- стандартизацию базовых методов выполнения измерений.

Одним из возможных инструментов решения сформулированных задач является унификация при проектировании методик выполнения КИ.

В свое время был разработан и внедрен унифицированный подход к разработке типовых технологических процессов путем применения групповой технологии. В основе этой методики лежала классификация, направленная на группирование деталей на основе общности технологий изготовления и создание, в рамках группы, типовой модели, в отношении которой разрабатывалась технологическая документация. Типовая деталь представляла изделие максимально сложной конструкции и позволяла разрабатывать «индивидуальные» технологические процессы для конкретного изделия (более простого по конфигурации) за счет исключения несуществующих операций.

Такая стратегия может быть использована для разработки типовых программ метрологического контроля группы однотипных деталей. В частности, на ОАО «Пеленг» в течении года были разработаны МВИ для 28 типов размеров кронштейнов, которые легко сводятся в 4 группы.

Для каждой группы создается базовая (общая для всех деталей) МВИ, которая предназначена для контроля детали наиболее простой геометрической формы, находящегося в данной группе.

Переход к адаптированным (индивидуальным) МВИ происходит за счет добавления других метрологических операций, при сохранении базовых операции. Такой подход позволяет снизить стоимость проектирования МВИ на от 10 % до 15 %.

КООРДИНАТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ И КООРДИНАТНАЯ МЕТРОЛОГИЯ

Студент гр. 11305116 Ковалёва А. М.

Доктор техн. наук, профессор Соломахо В. Л.

Белорусский национальный технический университет

Машиностроение и приборостроение являются теми отраслями производства, где исторически впервые нашли свое применение информационные технологии. Промышленные измерения составляют определенную часть информационных технологий, используемых в этих отраслях производства. Особенно это справедливо в отношении измерения геометрических параметров деталей в связи с тем, что:

– методика проведения измерений любых геометрических параметров позволяет использовать общую информацию об интересующем нас объекте;

– в качестве средства измерения используются информационно – вычислительные комплексы, основу которых составляют координатно-измерительные машины (КИМ) различной конфигурации, производительности, точности и степени автоматизации;

– универсальность использования, гибкость КИМ, близкое родство используемых вычислительных моделей для контроля деталей и технологии САД/САМ способствуют развитию и распространению измерительно-вычислительных комплексов.

За несколько последних десятилетий координатные измерения стали доминирующим инструментом в технологии машиностроения. По результатам проводимых оценок, координатные измерения применимы в различных областях машиностроительного производства и составляют от 75 % до 80 % общего числа проводимых измерений размеров, формы и расположения поверхностей деталей.

В зависимости от решаемых в ходе измерения задачи, все используемые средства измерений делятся на однокоординатные и многокоординатные. Проблема пространственной многомерной метрологии существенно сложнее одномерной. Действующие стандарты регламентируют процедуру калибровки КИМ, путем применения блоков концевых мер различной длины, устанавливаемых по направлениям перемещения измерительной головки. Однако современные измерительные задачи требуют не просто измерения длины с заданной точностью, а определения всего комплекса геометрических параметров, что требует их встраивания в действующие поверочные схемы. Координатная метрология – разработка метрологического обеспечения координатных средств измерений геометрических параметров поверхностей, в первую очередь КИМ.

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ РАДИАЦИОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ-СИГНАЛИЗАТОРОВ

Студент гр. 11305115 Лукаш В. С.
Доктор техн. наук, профессор Соломахо В. Л.
Белорусский национальный технический университет

Измерители-сигнализаторы поисковые предназначены для измерения мощности индивидуального эквивалента дозы (далее – МЭД) гамма-излучения, поиска радиоактивных и ядерных материалов. Одним из видов испытаний, которые проходят данные приборы, являются испытания на проверку устойчивости к быстрым температурным изменениям (термический удар). В ходе испытаний определяются пределы допускаемой относительной погрешности измерения МЭД по ^{137}Cs . При проведении испытаний используется камера тепла-холода и источники фотонного излучения.

Испытания приборов проводят в пять этапов, последовательность которых отображена на рис. При проведении испытаний прибор стабилизируется в определенном температурном режиме, после чего к нему закрепляют источник ^{137}Cs и проводят десять измерений.

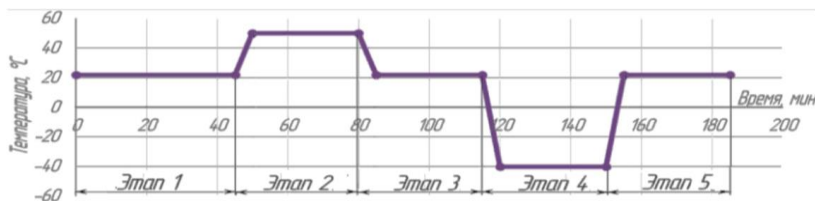


Рис. Этапы проведения испытаний

После каждого этапа измерений рассчитывают среднее значение и стандартное отклонение. На основе данных расчетов вычисляют статистику испытаний в соответствии со следующими уравнениями:

$$t_k = \frac{\bar{x}_{\text{конечное}} - 0,85 \cdot \bar{x}_{\text{начальное}}}{\sqrt{\frac{S_{\text{конечное}}^2 + (0,85 \cdot S_{\text{начальное}})^2}{n}}} \quad (1)$$

$$t_{k+1} = \frac{\bar{x}_{\text{конечное}} - 1,15 \cdot \bar{x}_{\text{начальное}}}{\sqrt{\frac{S_{\text{конечное}}^2 + (1,15 \cdot S_{\text{начальное}})^2}{n}}} \quad (2)$$

Прибор считается удовлетворяющим требованиям при $t_k \geq -0,86$ и $t_{k+1} \leq 0,86$. Эти критерии указывают на то, что ответы прибора до и после испытаний не отличаются более чем на 15 %.

САМООЦЕНКА КАК МЕТОД ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ

Студент гр. 11305117 Бабанюк Д. С.

Кандидат техн. наук, доцент Спесивцева Ю. Б.

Белорусский национальный технический университет

Самооценка может использоваться для сопоставления работы организации с конкурсной моделью и как средство диагностики для реализации улучшений.

Для оценки функционирования организации необходима панель управления за процессами с набором инструментов, методики систематических анализов причин недостижения целей. Тито Конти предложил подход «справа налево» для выявления причин сложных и критических проблем. Вначале оцениваются результаты (удовлетворение потребителей, получение прибыли и др.), потом процессы, приводящие к этим результатам, затем системные факторы (лидерство, стратегии и планы, организационная структура, ресурсы). Для определения причин в рамках одного процесса или системного фактора можно использовать простое средство – причинно-следственную диаграмму Исикавы, более тонким инструментом является матричный анализ.

Для диагностики должны исследоваться причины, источниками которых являются как процессы, так и системные факторы, поэтому следует использовать модифицированную диаграмму, включающую и то, и другое, при этом необходимо учитывать, что процессы часто образуют не линейную последовательность.

Затем надо определить вклад каждого процесса в решаемую проблему. Для этого на первом этапе для исключения источников, которыми можно пренебречь можно использовать закон Парето (для ориентировочных оценок, как правило, есть исходные данные или возможно организация мозгового штурма).

Следующий этап – последовательный анализ всех процессов с использованием традиционных для этого методов, при этом в качестве ветвей диаграммы предпочтительно рассматривать цели процессов, причины отклонения процессов от идеального состояния, ресурсы человеческие (квалификация, рабочая среда и др.) и материальные (наличие и состояние оборудования и др.), состояние контроля за процессом (сбор и анализ данных). В процессе диагностики в соответствии с найденными причинами к основным ветвям диаграммы добавляются ветви второго и третьего уровня.

ПРИМЕНЕНИЕ QFD ДЛЯ САМООЦЕНКИ ОРГАНИЗАЦИИ

Студент гр. 11305117 Бабанюк Д. С.

Кандидат техн. наук, доцент Спесивцева Ю. Б.

Белорусский национальный технический университет

Структурирование (развёртывание) функции качества (Quality Function Deployment – QFD) является одним из методов принятия решений при разработке изделий. Метод характеризуется возможностью преобразовать потребительские характеристики изделия в технические, далее в характеристики структурных элементов, затем в характеристики процессов производства и контроля.

Все взаимосвязи представляются в наглядной компактной форме таблиц. Такие причинно-следственные матрицы можно использовать для решения сложных проблем в рамках диагностической самооценки функционирования организации. Такой проблемой может быть снижение удовлетворенности потребителей, т. к. она имеет разнообразные причины, которые вызываются разными процессами.

Первая матрица – «потребитель/организация в целом». Она преобразует выявленные потребителем проблемы в комплексные недостатки организации. Возможность анализировать одновременно несколько взаимосвязанных проблем дает много преимуществ перед другими методами. Проблемам присваиваются весовые коэффициенты в соответствии с восприятием их потребителями. Оцениваются характеристики организации и конкурентов, выбираются самые критичные на рынке проблемы.

На основании первой матрицы строится вторая, где причины переходят на место процессов, здесь также определяются весовые коэффициенты «относительной важности». Строки матрицы содержат результаты, столбцы – вызывающие их причины. Схожая матрица строится для системных факторов (лидерство, стратегии и планы, организационная структура, ресурсы т. д.).

Дальнейшие производные матрицы формируются аналогично, пока не будут определены коренные причины проблем. Представление анализа в виде каскада матриц позволяет увидеть не только ясную картину возникновения проблем, но и направление действий для улучшения работы организации.

Литература

1. Конти, Т. Самооценка в организациях / Тито Конти. – М.: «Стандарты и качество», 2000. – 328 с.

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ОТБРАКОВКИ ПОТЕНЦИАЛЬНО НЕНАДЕЖНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТОДОМ ПОРОГОВОЙ ЛОГИКИ

Магистрант гр. 915441 Даниленко А. В.
Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники

Надежность радиоэлектронной аппаратуры определяется надежностью, входящих в него элементов. Для обеспечения функционирования устройства необходимо убедиться, что элементы обладают значениями надежности достаточными для безотказной работы системы.

Задача отбраковки некачественных изделий электронной техники (ИЭТ) становится все актуальнее и сложнее. Поэтому большое значение имеет поиск метода отбраковки, позволяющего определить принадлежность каждого экземпляра (ИЭТ) к определенному классу. Один из таких методов рассмотрен в статье [4] – метод пороговой логики. Основой этого метода служит наличие вероятностной связи между значениями информативных параметров в начальный момент времени ($t = 0$), и надежностью изделий на момент времени $t_{пр}$.

Решение о принадлежности элемента к одному из двух классов: K_1 – классу надежных экземпляров, K_2 – классу потенциально ненадежных экземпляров – на момент времени $t = t_{пр}$ принимается на основе признаков экземпляра.

В статье [4] признаки x_1, \dots, x_k предложено преобразовывать в двоичные сигналы z_1, \dots, z_k так, чтобы значения $z_i = 1$ в основном соответствовали экземплярам класса K_1 . Для обеспечения этого могут использоваться выражения:

$$\left. \begin{aligned} z_i &= 1, \text{ если } x_i \geq x_{i0}; \\ z_i &= 0, \text{ если } x_i < x_{i0}; \end{aligned} \right\}$$

где x_{i0} – пороговый уровень i -го признака, определяемый экспериментально с использованием результатов обучающего эксперимента.

Также метод пороговой логики удобно автоматизировать. Следует осуществить предварительную обработку данных, например, методом Случайного леса. Опираясь на результаты этого метода, можно будет получить информацию о наиболее значимых признаках ИЭТ, в наибольшей степени влияющих на показатели надежности. Помимо этого, метод использует результаты вычислений большого количества Деревьев решений, что позволяет минимизировать вероятность ошибки в присвоении класса надежного или ненадежного элемента.

Литература

1. Hughes R., Campbell D., Chew K. // AIAAPap., 1975, vol. 8, no. 88.
2. Пестряков, В. Б., Андреева, В. В. Индивидуальное прогнозирование состояния РЭА с использованием теории распознавания образов. Куйбышев, 1980. – 88 с.

3. Никифорова, Л. Г., Боровиков С. М. // Изв. Белорус. инж. акад. 2004. – № 2 (18)/2. – С. 117–119.

4. Прогнозирование надежности изделий электронной техники методом пороговой логики / С. М. Боровиков и [др.]. – Минск. – Доклады БГУИР. – № 2. – 2006. – С. 49–55.

УДК 006

НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В АККРЕДИТОВАННОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Студенты гр. 11305116 Позняк Д. Ю., Шевчук В. А.,
гр. 11305117 Лавринович М. В.

Кандидат техн. наук, доцент Савкова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Идеология стандартов ГОСТ ISO/IEC 17025-2019, ГОСТ 34100.1-2017/ ISO/IEC Guide 98-1:2009 [2], ГОСТ 34100.3.1-2017/ ISO/IEC Guide 98-3/Suppl 1:2008 [3], ГОСТ 34100.3.2-2017/ ISO/IEC Guide 98-3/Suppl 2:2011 [4], ISO/IEC Guide 98-4:2012 и др. основана на риск-ориентированном мышлении, предполагающем разработку и актуализацию документированных процедур по управлению рисками на всех этапах лабораторной деятельности. Выполненный анализ документов ГОСТ Р 56275-2014, ГОСТ Р 51897-2011, Руководство ИСО 73:2009, ГОСТ Р 51901.22-2012, ГОСТ Р 51901.23-2012 и др. позволил сделать следующие выводы.

1. В общем случае риски, возникающие при измерительном контроле в деятельности аккредитованной лаборатории, можно разделить по следующим категориям:

а) по продолжительности действия во времени – частные и глобальные;

б) по стадиям протекания операционной деятельности – на этапе пробоборота (отбора образцов), пробоподготовки, проведения испытаний (калибровок), обработки и анализа результатов испытаний (калибровок);

в) по виду источника – риски, связанные с влиянием средств измерений (измерительного оборудования), оператора, условий, обработкой измерительной информации; а также социальные, информационные и др.;

г) по классам опасностей – природные, биолого-социальные, техногенные, экологические, профессиональные, информационные, экономические, террористические, киберопасности и др.

2. Процесс оценки рисков является частью деятельности аккредитованной лаборатории и включает проведение мероприятий в виде совещаний с участием экспертов и специалистов.

3. Нормативно-методическое обеспечение управления рисками в аккредитованной лаборатории, по мнению авторов, должно включать следующие документы:

– процедура оценки рисков опасных событий, включающая этапы установления области применения, идентификацию, анализ и сравнительную оценку, а также рисков;

– матрицы качественной и количественной оценки рисков при различных уровнях неопределенности информации;

– реестр риска – форма записи информации об идентифицированном риске согласно ГОСТ Р 51901.22-2012.

УДК 621

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ

Студент гр. 11304116 Юрчик Р. В.

Кандидат техн. наук, доцент Ковалевская А. В.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучение оборудования для ионно-плазменного напыления. Ионно-плазменное напыление производится путем бомбардировки подложки ионами плазменного вещества газовым разрядом. Состояние плазмы вещества достигается с помощью катодного пятна.

При изготовления радиотехнических деталей используют ионно-плазменное напыление нитрида титана. Это покрытие получило свою популярность при изготовлении кровельных материалов из-за антикоррозионных свойств и эстетическому виду. Основополагающим элементом является нержавеющей сталь. Ионно-плазменное напыление нитрида титана осуществляется в два этапа в условиях вакуума. Вначале наносят слой титана, он в свою очередь служит переходным материалом между подложкой и основным слоем нитрида титана. Толщина этих слоев не превышает 40 мкм [1].

Так же есть установки ионно-плазменного напыления. Принцип работы у всех установок одинаков. Подложка подготавливается и закрепляется в технологической оснастке. Вследствие чего создается вакуум в камере. Затем включают электропривод, передающий планетарное вращение вокруг своей оси деталям. Также подложка вращается вокруг катода. После приведения в движения детали и катода, который возвратно-поступательно ходит вдоль основной оси, включают катушки анода. Приводится в действие электромагнитный фиксатор, начинается подача электрического потенциала смещения с отрицательным показателем на подложку. Затем возбуждается вакуумный дуговой разряд между катодом и анодом. Горение разряда поддерживает инверторный источник питания. В итоге мишень превращается в плазму, которой покрывают деталь.

Литература

1. Барвинок, В. А. Управление напряженным состоянием и свойства плазменных покрытий: монография / В. А. Барвинок. – М.: Машиностроение, 1990. – 384 с.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

<i>Акиншиева А. В., Черняк А. С., Шенделева В. А., Микитевич В. А.</i> Накапливающий сумматор.....	3
<i>Belman O. I., Stelmakh N. V.</i> Automated waste sorting system based on visual spectrometry	4
<i>Беспалая М. А., Матвиевич В. Г., Куклицкая А. Г.</i> Контроль остаточной толщины трубопроводов ультразвуковым толщиномером с отображением А-скана	5
<i>Борисова И. А., Ломтев А. А.</i> Устройство для измерения дистанции в легкой атлетике	6
<i>Величко А. В., Тявловский К. Л.</i> Реверсивный счётчик с оптоэлектронным датчиком	7
<i>Гадайчук Я. А., Кишило Д. Н., Ризноокая Н. Н.</i> Контроль трубопроводов малого диаметра с применением системы цифровой радиографии «НОВОСКАН»	8
<i>Юдин С. А., Ломтев А. А.</i> Измерение силовых качеств в спортивных единоборствах	9
<i>Касьмин В. Ю., Тявловский К. Л.</i> Прибор контроля качества атмосферы	10
<i>Кишило Д. Н., Гадайчук Я. А., Куклицкая А. Г.</i> Тепловизионный контроль объектов в печах	11
<i>Климашонок В. Л., Лях Л. А., Куклицкая А. Г.</i> Компьютерная рентгенография труб большого диаметра с применением запоминающих пластин.....	12
<i>Ковеня В. М., Шевченко В. В.</i> Методы и средства контроля состояния режущего инструмента.....	13
<i>Ковеня В. М., Шевченко В. В.</i> Адаптивные системы управления технологическими процессами	14
<i>Ковынёв Н. В.</i> Возможность сокрытия данных при использовании специальной файловой системы.....	15
<i>Касьянов Т. А., Здоровцев С. В.</i> Система контроля параметров удаленных объектов	18
<i>Лях Л. А., Климашонок В. Л., Куклицкая А. Г.</i> Ультразвуковой контроль трубопроводов газораспределительной системы с применением фазированных решеток	19
<i>Малахов Е. Н., Лисенков Б. Н.</i> Автоматизированный измерительный комплекс	20

<i>Мартыненко В. И., Терещенко Н. Ф.</i> Система комплексной биомпедансометрии.....	22
<i>Перминов В. В., Ломтев А. А.</i> Ультразвуковой анемометр.....	24
<i>Перминов Д. А., Юран С. И.</i> Разработка автоматической системы для GROW BOX для выращивания рассады в индивидуальных и фермерских хозяйствах.....	26
<i>Пузырёва А. М., Тявловский К. Л.</i> Измеритель интенсивности рентгеновского излучения.....	27
<i>Радькова В., Баев А. Р.</i> Устройство контроля скорости звука с малошумящими точечными преобразователями.....	28
<i>Русинович Н. С., Тявловский К. Л.</i> Оптоэлектронный датчик приближения.....	29
<i>Селицкий Р. В., Здоровцев С. В.</i> Модуль приема-передачи данных сенсорных устройств.....	30
<i>Сикорская К. В., Лозюк М. М., Тявловский К. Л.</i> Применение нематического жидкого кристалла для изучения свойств поверхности материала.....	31
<i>Субач А. А., Хилько Г. И.</i> Получение информации о внутренней структуре объектов с использованием обратнорассеянного рентгеновского излучения.....	32
<i>Любчик Е. В., Тявловский А. К.</i> Прецизионная система трёхкоординатного сканирования учебного лабораторного комплекса, для совершенствования учебного процесса на кафедре «Информационно-измерительная техника и технологии» БНТУ.....	33
<i>Тихоновец Е. С., Фолынсков Д. И., Куклицкая А. Г.</i> Тепловизионный контроль периметра промышленного здания.....	34
<i>Палабугин М. В., Усольцев В. П.</i> Разработка базы данных дефектов драгоценных камней.....	35
<i>Усольцева А. В., Алексеев В. А.</i> Исследование режимов лазерной обработки комбинированных материалов.....	37
<i>Цапенко В. В., Терещенко Н. Ф.</i> Биофизические методы исследования нижних конечностей.....	38
<i>Цедрик Н. А., Ризноокая Н. Н.</i> Механизированный ультразвуковой контроль сварных соединений магистральных трубопроводов.....	39
<i>Yukhymenko Y. A., Stelmakh N. V.</i> The use of neural networks and machine learning for analysis and processing of tomography results.....	40
<i>Музыка Д. С., Пивторак Д. А.</i> Системы дистанционного управления на базе протокола X10.....	41
<i>Музыка Д. С., Пивторак Д. А.</i> Использование ETHERNET модуля в системе дистанционного управления RC модели.....	42

<i>Короткевич З. М., Бурак В. А.</i> Особенности магнитного контроля качества закалки инструментальных углеродистых сталей	43
<i>Шиманович М. Б., Ломтев А. А.</i> Устройство измерения пройденного расстояния в беговой дорожке	44
<i>Губенко Е. А., Цыбульник С. А.</i> Имитационное моделирование влияния динамических нагрузок на строительные конструкции	45
<i>Москалёва А. В., Савлевич В. А., Владимиров Т. Л., Безлюдов А. А.</i> Блок ввода 8-разрядного устройства выполнения логических операций	46
<i>Лозюк М. М., Сикорская К. В., Самарина А. В.</i> База данных «КАССА АЭРОФЛОТА»	47
<i>Сикорская К. В., Лозюк М. М., Самарина А. В.</i> База данных «КАССА АВТОВОКЗАЛА»	48
<i>Станкевич Д. Г., Куклицкая А. Г.</i> Ультразвуковой контроль с фазированной решеткой	49
<i>Клютченя Я. В., Хомич Е. М., Воробей Р. И.</i> Визуально-измерительный контроль коррозионных поражений элементов конструкции летательных аппаратов	50
<i>Сикорская К. В., Лозюк М. М., Воробей Р. И.</i> Автоматические установки для капиллярного метода	51
<i>Скрипка И. Н., Воробей Р. И.</i> Ультразвуковая дефектоскопия на железнодорожном транспорте	52
<i>Хомич Е. М., Клютченя Я. В., Куклицкая А. Г.</i> Рентгенографический контроль элементов конструкции летательных аппаратов	53
<i>Красневский Д. Ю., Париза И. А., Куклицкая А. Г.</i> Ультразвуковой контроль сварных швов сосудов с нефтью	54
<i>Лозюк М. М., Владимиров Т. Л., Безлюдов А. А.</i> Метод выполнения операции сложения с отрицательным числом в цифровой электронике	55
<i>Лозюк М. М., Сикорская К. В., Воробей Р. И.</i> Ультразвуковая дефектоскопия сварных тавровых соединений с использованием фазированных решеток	56
<i>Париза И. А., Красневский Д. Ю., Воробей Р. И.</i> Использование ультразвуковых дефектоскопов для контроля сварных швов трубопроводов пара и горячей воды	57
<i>Савлевич В. А., Москалева А. В., Самарина А. В.</i> Разработка базы данных для склада товаров	58
<i>Капуза В. С., Ломтев А. А.</i> Измерение перемещения спортсмена при прыжках в длину	59

Будар Мохамед Р.Ф., Шепеленко И.В. Приспособление для определения прочности сцепления покрытия с основным материалом.....	60
Буримский А. В., Савёлов И. Н. Портативный измеритель кислотности «ПИК1».....	61
Кривошеин Д. В., Савёлов И. Н. Контактный цифровой тахометр «МК1».....	62
Морозов Д. А., Савёлов И. Н. Цифровой солемер.....	63
Полещук П. А., Савёлов И. Н. Сробоскопический тахометр.....	64
Путырская А. А., Савёлов И. Н. Портативный анализатор водорода.....	66
Рыбак Д. А., Савёлов И. Н. Цифровой рН-метр.....	67
Савёлов П. И., Ливищ Ю. Е. Устройство контроля качества воздуха.....	68
Савёлов П. И., Ливищ Ю. Е. Обеспечение теплообмена в электронной аппаратуре.....	69
Савёлов П. И., Ливищ Ю. Е. Компактный пульсоксиметр.....	70
Плытник Е. А. Система слежения за движущимися объектами.....	71
Шелемаха В. В., Цыбульник С. А. Моделирование периодических сигналов с цветным шумом.....	72
Шляжко В. Д., Савёлов И. Н. Цифровой инклинометр.....	73
Кучура Е. А., Безлюдов А. А., Антошин А. А., Василевский А. Г. Анализ динамики пропускающей способности среды при пожаре методом евклидовых расстояний.....	74
Микитевич В. А., Свистун А. И., Жарин А. Л. Бесконтактные методы измерения поверхностной фото-ЭДС.....	75
Борисова И. А., Владимирова Т. Л. Блок индикации адресного устройства контроля измеряемого параметра.....	77
Долгачева Д. О., Владимирова Т. Л. Многоканальное устройство декодирования.....	79
Кумагерчик А. Н., Владимирова Т. Л. Операционный блок многоканального устройства декодирования.....	81
Пашко М. А., Мисюкевич Н. С. Система охранной и пожарной сигнализации банка.....	83
Снигирёв А. В., Владимирова Т. Л. Правильности ввода параметра.....	84
Пузырёва А. М., Шадурская Л. И. Разработка лабораторной работы по курсу «методы контроля» измерение влияние легирующих элементов на электросопротивление меди.....	86
Фольнсков Д. И., Тихоновец Е. С., Пантелеев К. В., Свистун А. И. Неразрушающий контроль печатных узлов.....	87

Асимов А. Р., Плытник Е. А., Савченко А. Л. Использование системы внутреннего позиционирования при создании виртуальной реальности	88
Матвеев В. Ю., Хохлов А. В., Черняк А. С., Суходолов Ю. В., Исаев А. И. Измерение упругой деформации строительных материалов	89
Липай Е. А., Бичель М. Ю., Редько С. Р., Суходолов Ю. В., Исаев А. И. Развитие систем испытания и контроля строительных материалов	91
Кузнецов В. Ю., Шавела Е. Ю., Исаев А. И. Нормативная документация регламентирующая контроль строительных материалов	92
Кондратьева Н. К., Габец В. А., Карпович Д. А., Суходолов Ю. В., Исаев А. И. Принципы организации определения нагрузок на разрушение образцов	93
Кастевич А. Е., Сопряков В. И. Установка модуляционного дифференцирования вольт-амперных характеристик силовых полупроводниковых структур	94
Хилько А. Н., Фолынский Д. И., Гусев О. К., Пантелеев К. В. Контроль свойств функциональных слоев микроэлектронных структур	95
Кондратьева Н. К., Василевский А. Г. Устройство контроля остаточной ёмкости и отключения аккумуляторной батареи резервного источника питания	96
Матвиенко В. Ю., Василевский А. Г. Измеритель падения напряжения на проводах удаленных линий оповещения	97
Габец В. А., Василевский А. Г. Речевой оповещатель с питанием и управлением по проводам бытовой сети освещения	98
Яцко Н. А., Владимирова Т. Л. Многоканальное устройство декодирования блока вывода	99
Ардашев Д. С., Закорко Н. В., Пантелеев К. В., Гусев О. К., Визуализация распределения электропотенциала поверхности	100
Кмита К. Ю., Микитевич В. А., Пантелеев К. В., Жарин А. Л., Построение трехмерных изображений распределения потенциала поверхности из массива измерительных данных в ORIGIN PRO	101
Устимович И. В., Савёлов И. Н. Исследование эксплуатационных нагрузок несущих конструкций спортивной техники	103
Устимович И. В., Савёлов И. Н. Электронный блок управления спортивным тренажёром	104

<i>Корнев И. В., Мисюкевич Н. С.</i> Система охранной и пожарной сигнализации станции технического обслуживания	105
<i>Дёмин А. К., Савёлов И. Н.</i> Исследование влияния эксплуатационных нагрузок.....	106
<i>Vytautas Jūrėnas, Gražvydas Kazokaitis.</i> Multi DOF piezoelectric motor.....	107

СЕКЦИЯ 2. КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ПРИБОРОВ

<i>Бурак Д. В., Минченя В. Т.</i> Установка для контроля геометрических размеров гибких волноводов	109
<i>Бородавкин А. Ю., Габец В. Л.</i> Стенд для испытаний искусственных клапанов сердца	110
<i>Грибов К. В., Монич С. Г.</i> Устройство испытания амортизаторов.....	111
<i>Киндрук А. Н., Раткевич О. А., Филонова М. И.</i> Особенности изготовления деталей конической формы из стекла	112
<i>Кит Д. В., Подолян А. А.</i> Контроль объектов трёхмерной печати.....	113
<i>Кожемяченко К. А., Киселёв М. Г.</i> Устройство определения параметров мышечной ткани	114
<i>Козлова О. А., Зайцева Е. Г.</i> Усовершенствование процедур, основанных на IPL –технологии.....	115
<i>Королинский Р. Н., Анацко Н. Э., Берхина А. А.</i> О централизованной системе компьютерного взаимодействия человека с окружающей средой.....	116
<i>Кравченко А. Ю., Терещенко Н. Ф.</i> Методика температурной оценки воздействия ультразвука на биологические ткани.....	117
<i>Пищалова Д. И., Киселёв М. Г.</i> Разработка устройства для испытания прочности соединения трубки инъекционной иглы с головкой.....	118
<i>Платов И. М., Павловский А. М.</i> Алгоритм построения шагающего робота с четырьмя конечностями	119
<i>Потапенко Е. А., Суровой С. Н.</i> Машина разрывная	120
<i>Семенова А. Н., Монич С. Г.</i> Устройство испытания датчика угла поворота рулевого колеса	121
<i>Serhiienko K. S., Podolian A. A.</i> Testing technology of the coupling on the main pipeline.....	122
<i>Соболев Д. Е., Киселёв М. Г.</i> Методика и аппаратные средства оценки остроты острия хирургических игл	123
<i>Соболев Д. Е., Киселёв М. Г.</i> Устройство испытания остроты режущей кромки медицинских скальпелей.....	124

Хацкевич А. Д., Ланин В. Л. Управление термическими профилями нагрева высокочастотным инвертором с цифровым контролем частоты и напряжения	125
Чернецкий М. В., Зайцева Е. Г. Модули дистанционной медицинской диагностики, лечения и профилактики в системе «УМНЫЙ ДОМ»	126
Шевель Н. А., Зайцева Е. Г. Визуализация звуков дыхания при аускультации	127
Янкина Я. В., Киселёв М. Г., Монич С. Г., Богдан П. С. Устройство определения усилия неравномерного отслаивания клеевого слоя гибких материалов от жесткой пластины под углом 90°	128
Войнилович А. Э., Муминбоев А., Габец В. Л. Стенд для испытания тростей	130
Наумкина З. Н., Терещенко Н. Ф. Модернизация инструмента факэмульсификации для разных типов колебаний	131
Окопчук Я. В., Щетникович К. Г. Конструкция инструмента для шлифования стеклянных шариков	132
Роговцова А. С., Муха И. М., Жуков В. И., Степаненко Д. А. Влияние формы переходных участков на характеристики ступенчатых волноводов для ультразвуковой тромбэктомии	134
Стамбровский А. С., Савченко А. Л. Контроль параметров гибких волноводных систем для ультразвукового тромболитизиса	135
Mastenکو I. V., Stelmakh N. V. Features of topological optimization	136
Шиманец Ю. Г., Габец В. Л. Модернизация лабораторного устройства испытаний оправ корректирующих очков	137
Набеева О. А., Луговой В. П. Особенности композиции шейных украшений	139
Денис А. И., Луговой В. П. Абстракционизм в дизайне ювелирных украшений	139
Янкойть А. Н., Луговой В. П. Перспективы IT-технологий в ювелирном искусстве	140
Янчук Н. С., Луговой В. П. Солярные символ и луна в образах ювелирных украшений	142
Кострюкова О. С., Луговой В. П. Керамика – новое слово в ювелирном искусстве	143
Рулькевич К. А., Луговой В. П. Нанотехнология в ювелирном искусстве	144
Шпак А., Луговой В. П. Материалы драгоценных украшений Африки	145
Дубина Н. Н., Есьман Г. А. Аппарат для обработки эндоскопов	146

<i>Дубина Н. Н., Есьман Г. А.</i> Аппарат для удаления зубного камня.....	147
<i>Левчук А. Д., Шевченко В. В.</i> Система ультразвуковой диагностики.....	148
<i>Малич Э. В., Есьман Г. А.</i> Установка для испытаний на растяжение.....	149
<i>Малич Э. В., Есьман Г. А.</i> Комплекс автоматический сортировочный.....	150
<i>Примова В. В., Щетникович К. Г.</i> Изготовление шара из поделочного камня на модернизированном токарном станке за один установ.....	151
<i>Хоменко А. А., Гребень И. Е., Яковенко И. О.</i> Модуль перфорации кожи для биометрической автоматизированной системы забора крови.....	152
<i>Кубарькова Ю. Д., Щетникович К. Г.</i> Формообразование каменного шара из цилиндрической заготовки на модернизированном токарном станке.....	153

СЕКЦИЯ 3. МИКРО- И НАНОТЕХНИКА

<i>Альффер А. Ю., Кузнецова Т. А., Лапицкая В. А.</i> Пути повышения конкурентоспособности микрохолодильников на эффекте пельтье.....	155
<i>Анискевич В. Э., Кузнецова Т. А., Лапицкая В. А.</i> Влияние толщины микронагревателя на его быстродействие	156
<i>Байчук Н. А., Сернов С. П.</i> Метод ускоренных испытаний МОП ИС.....	157
<i>Байчук Н. А., Ковалеская А. В.</i> Технология травления покрытия нитрида кремния.....	158
<i>Бука А. В., Дятлова Е. М.</i> Синтез композиционных материалов на основе полимеров и ортоферрита висмута.....	159
<i>Василевский Д. А., Кузнецова Т. А., Лапицкая В. А.</i> Скорость потока жидкостей различной вязкости в насосе микрожидкостной ячейки.....	160
<i>Вершинин М. Н., Юран С. И.</i> Выбор лазера для воздействия на биологические объекты	161
<i>Галацевич В. В., Кузнецова Т. А., Лапицкая В. А.</i> Магнитные терапевтические наночастицы	162
<i>Климович Т. А., Колонтаева Т. В.</i> Самоорганизация и самосборка при получении твердофазных материалов.....	163
<i>Комар Л. В., Колонтаева Т. В.</i> Физико-химические методы анализа наносистем.....	164

<i>Корениха Н. А., Кузнецова Т. А., Лапицкая В. А.</i> Влияние длины невозмущенного резонатора МЭМС-акселерометра на ПАВ на его резонансную частоту	165
<i>Кот С. И., Кузнецова Т. А., Лапицкая В. А.</i> Влияние геометрических параметров микроканала микрофлюидного устройства на количество введенной пробы	166
<i>Мерзурьев И. С., Кузнецова Т. А., Лапицкая В. А.</i> Консольные МЭМС-биосенсоры из алмазоподобного углерода	167
<i>Мишкovich Н. С., Кузнецова Т. А., Лапицкая В. А.</i> Влияние длины тактильного сенсора на изменение сопротивления при касании.....	168
<i>Макушенко Е. Н., Дятлова Е. М., Богдан Е. О.</i> Теплоизоляционные и звукоизоляционные материалы, получаемые по шликерной технологии с применением пенообразователей.....	169
<i>Климович Т. А., Кузнецова Т. А., Лапицкая В. А.</i> Металлические стекла	170
<i>Назарович А. Д., Кузнецова Т. А., Лапицкая В. А.</i> МЭМС-актуаторы на основе пьезоэлектрических пленок	171
<i>Предко П. А., Кузнецова Т. А., Лапицкая В. А.</i> Длина передвижения робота на основе эффекта памяти формы.....	172
<i>Назарович А. Д., Предко П. А., Люцко К. С.</i> Использование дендримеров в электрохимических биосенсорах.....	173
<i>Самсонова А. С., Попов Р. Ю.</i> Термостойкая кордиеритсодержащая керамика на основе различного природного магнезисодержащего сырья.....	174
<i>Татура П. О., Люцко К. С.</i> Использование глюкозы в качестве единственного источника энергии микроконтроллера	175
<i>Радюкевич Д. Л., Чижик С. А., Мельникова Г. Б.</i> Влияние параметров распылительной сушки на морфологию микрочастиц куркумина.....	176
<i>Стецкий А. Н., Кузнецова Т. А., Лапицкая В. А.</i> Изменение емкости гребенчатого привода с уменьшением расстояния между гребенками в присутствии воды	177
<i>Савончик С. Н., Кузнецова Т. А., Лапицкая В. А.</i> Механическая чувствительность МЭМС-микрофона с гофрированной мембраной	178
<i>Татура П. О., Кузнецова Т. А., Лапицкая В. А.</i> МЭМС-сенсоры давления на основе монокристаллического кремния	179
<i>Трухан Р. Э., Лапицкая В. А., Кузнецова Т. А., Куприн А. С.</i> Триботехнические свойства никелевых покрытий, полученных вакуумно-дуговым методом, в условиях микроконтакта	180

<i>Трухан Р. Э., Кузнецова Т. А., Лапицкая В. А.</i> Оптимизация условий эксплуатации никелевого покрытия на основании триботехнических свойств	181
<i>Баранов Р. А., Колонтаева Т. В.</i> Современные химические источники тока	182
<i>Льюко К. С., Реутская О. Г.</i> Формирование биоанализируемых слоев на поверхности сенсорных устройств	183
<i>Льюко К. С., Плескачевский Ю. М.</i> Емкостные биосенсорные устройства.....	184
<i>Льюко К. С., Реутская О. Г.</i> Влияние двойного электрического слоя на выходные сигналы биосенсоров	185
<i>Шабуря М. А., Колонтаева Т. В.</i> Синтез сегнетокерамических материалов на основе твердых растворов титанатов бария и висмута	186
<i>Хабарова А. В., Кузнецова Т. А., Лапицкая В. А., Куприн А. С.</i> Влияние давления газа N ₂ в камере на морфологию покрытий VN.....	187
<i>Хабарова А. В., Кузнецова Т. А., Куприн А. С.</i> Зависимость микротвердости и модуля упругости износостойких покрытий VN от изменения напряжения на подложке при нанесении.....	188
<i>Ширяева В. Д., Кузнецова Т. А., Лапицкая В. А.</i> Влияние формы сечения канала на гидравлическое сопротивление для микрофлюидного устройства.....	189
<i>Галацевич В. В., Колонтаева Т. В.</i> Использование коллоидной химии для охраны окружающей среды.....	190
<i>Бородин А. Н., Колонтаева Т. В.</i> Возникновение внутренних напряжений при закалке стекла.....	191
<i>Бускис К. П., Ковалевская А. В.</i> Аккумуляторы с применением графена.....	192
<i>Корениха Н. А., Щербакова Е. Н.</i> Технологии формирования преобразователей для солнечных элементов.....	193
<i>Василевский Д. А., Щербакова Е. Н.</i> Пленочные преобразователи рентгеновского излучения в видимое	194
<i>Мишкович Н. С., Щербакова Е. Н.</i> Технологии формирования светоизлучающих диодов на основе наноструктурированного кремния	195
<i>Савончик С. Н., Щербакова Е. Н.</i> Технология формирования фотокаталитически активных покрытий для систем очистки воды.....	196
<i>Предко П. А., Щербакова Е. Н.</i> Пористый кремний и его особенности.....	197
<i>Мерзурьев И. С., Щербакова Е. Н.</i> Одноэлектронный транзистор.....	198

<i>Ширяева В. Д., Маркевич М. И., Щербакова Е. Н.</i> Технология микросварки.....	199
<i>Назарович А. Д., Маркевич М. И., Щербакова Е. Н.</i> Электрохимическая алюмооксидная технологи.....	200
<i>Буйницкая А. С., Маркевич М. И. Щербакова Е. Н.</i> Исследование морфологии поверхности натуральной кожи после лазерного воздействия	201
<i>Анискевич В. Э., Щербакова Е. Н.</i> Технология изготовления многоостровкового одноэлектронного транзистор	202
<i>Татура П. О., Щербакова Е. Н.</i> Технология микропайки	203
<i>Кот С. И., Щербакова Е. Н.</i> Создание форм и отливка деталей на вакуумной установке	204
<i>Козуля А. А., Щербакова Е. Н.</i> Использование возможностей EXCEL для оптимизации составления расписания для студентов заочной формы получения образования БНТУ	205
<i>Аль Камали М.Ф.С.Х., Алексеенко А. А.</i> Морфология процесса высокотемпературного восстановления оксида меди на поверхности оксида алюминия	206
<i>Добровольский Р. В., Ковалевская А. В.</i> Технология получения пленок титаната бария по методу «ФЛЭШ».....	207
<i>Климко В. В., Шадрская Л. И.</i> Зависимость дефектности эпитаксиального слоя от способа его легирования.....	208
<i>Калковская А. С., Колонтаева Т. В.</i> Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем	209
<i>Полюх Д. М., Балохонов Д. В.</i> Органические светодиоды и их применение в приборостроении	210
<i>Предко А. К., Колонтаева Т. В.</i> Закономерности протекания адсорбции на пористых адсорбентах	211
<i>Ширяев В. Д., Таратын И. А.</i> Датчики давления на основе вибрирующей кремниевой струны	212
<i>Зубелик Д. Т. , Колонтаева Т. В.</i> Термодинамика образования полимерных гелей	213
<i>Tomas Janusas, Arvydas Palevicius, Giedrius Janusas.</i> Plasmon metal nanostructures formation in piezocomposite material controllable in micrometric level for detection and sensing cell-biological particles	214

СЕКЦИЯ 4. ОПТОЭЛЕКТРОНИКА, ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

<i>Альхимович М. А., Климчук Д. Э., Козерук А. С.</i> Прибор управления тепловизионный.....	216
--	-----

<i>Судников Г. А., Горбаченя Е. Н., Кисель В. Э., Кулешов Н. В., Мальцев В. В., Леонюк Н. И.</i> Непрерывный лазер на основе кристалла $Er:Yb:YMGb_5O_{10}$	217
<i>Архипов И. В., Каиуба Н. М.</i> Совершенствование технологии изготовления подложек из алюминиевого сплава, обработанных по технологии алмазного точения, для создания устройств опто- и микросистемной техники.....	218
<i>Буранов Д. Н., Усольцев В. П.</i> Разработка системы лазерного мониторинга загрязнения сточных вод антибиотиками.....	219
<i>Карпушева А. Г., Терещенко Н. Ф.</i> Автоматизированная система лазерной терапии.....	220
<i>Кузьмин В. И., Кисель В. Э., Кулешов Н. В.</i> Эрбиевый лазер с продольной диодной накачкой в режиме пассивной модуляции добротности.....	221
<i>Дорофейчик А. В., Купреев А. Г.</i> Влияние клиновидности интерферометра Фабри-Перо на резкость мультиспектральной картины.....	223
<i>Левчук А. Д., Шевченко В. В.</i> Способ управления магнитно-лазерной терапии.....	224
<i>Меркулова А. А., Вершинин М. Н., Зарипов М. Р., Юран С. И.</i> Лабораторный стенд для предпосевной обработки семян пшеницы.....	225
<i>Романова А. Ю., Зарипов М. Р.</i> Система изменения диаграммы направленности излучения адаптивных фар.....	226
<i>Рудой А. Д., Терещенко Н. Ф.</i> Система мониторинга уровня экспозиционной дозы в рентгендиагностике и терапии.....	227
<i>Ситникова Е. А., Зарипов М. Р., Алексеев В. А.</i> Импульсный лазерный источник на кольцевой зеркально-призмной задержке.....	229
<i>Смягликова А. И., Поляков А. В.</i> Волоконно-оптическое динамическое запоминающее устройство с оптической регенерацией....	230
<i>Юхновская А. В., Вилейшикова Е. В., Юмашев К. В.</i> Спектрально-люминесцентные свойства кристалла иттриевого ортованадата, активированного ионами диспрозия.....	231
<i>Мандик Н. С., Богданович Д. А., Козерук А. С.</i> Устройство контроля дальности действия лазерных дальнометров.....	232
<i>Кузьмин А. В., Фёдорцев Р. В.</i> Малогаборитные оптические системы обнаружения прицельной техники снайперов.....	233
<i>Мингараев К. Р., Корнеева И. Н.</i> Подбор режимов для гравировки корпуса с-8 на установке квант-60.....	234
<i>Недабой Т. Д., Шахлевич Г. М.</i> Алгоритм автоматизированного выбора оптимальных режимов лазерной обработки.....	235

<i>Шанчук В. А.</i> Области применения объективов различных типов	237
<i>Вяжесвич Г. И., Фёдорцев Р. В.</i> Разработка стенда для исследования воздействия коротковолнового излучения с длиной волны 405 нм на животные и растительные ткани	238
<i>Кузнецов А. В., Фёдорцев Р. В., Музыка О. В.</i> Стенд для проверки параметров лазерных излучателей.....	239
<i>Шор Р. В., Ясюкевич А. С., Дубовский В. Л.</i> Измерение концентраций химических элементов в стекловолокне методом ЛИЭС	240
<i>Юшевич Д. О., Кулешов Н. В.</i> Лазерная дальнометрия.....	241
<i>Муравьёв Д. С., Фёдорцев Р. В., Свиблов И. В.</i> Двухканальный компактный монокуляр-дальномер	243
<i>Чернавциц Д. А., Артюхина Н. К.</i> Линзовый инфракрасный объектив с ахроматической коррекцией	244
<i>Шупенько А. Г., Манего С. А.</i> Деградация одноваттных светоизлучающих диодов фирмы HELIO OPTOELECTRONICS CORP.....	245
<i>Антонов Н. Г., Манего С. А.</i> Применение светодиодов в автомобильной промышленности.....	246
<i>Мерзурьев И. С., Люцко К. С.</i> Применение рефрактометрии	247
<i>Ахремчик А. А., Манего С. А.</i> Расчет эффективного освещения уличных дорог.....	248
<i>Сергиевич Е. К., Бобко А. Н., Артюхина Н. К.</i> Прицел тепловизионный	250
<i>Ёлочкин Е. С., Артюхина Н. К.</i> Микроскоп автоколлимационный переменного увеличения	251
<i>Лобаневская А. А., Евстрат Я. В., Артюхина Н. К.</i> Композиция из концентрических зеркал	252
<i>Бондарович В. В., Артюхина Н. К.</i> Канал излучателя нефелометра	253

СЕКЦИЯ 5. ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

<i>Sokolova O. A., Vysloukh S. P.</i> Modeling of technological processes by artificial neural networks	254
<i>Voloshko O. V., Vysloukh S. P.</i> Method technological provision of detail's quality parameters	255
<i>Дегтярёв А. Д., Бокуть Л. В.</i> Проектирование и создание в программе 3D MAX	256
<i>Завацкая Д. С., Серченя Т. И.</i> Оценка степени готовности перехода Республики Беларусь к цифровой экономике	257

Заказников В. Д., Бокуть Л. В. Создание баз данных в среде VISUAL FOXPRO	258
Кошель И. В., Бумай Ю. А., Васьяков О. С., Нисс В. С. Методика исследования и анализа дифференциальных тепловых параметров межэлементных соединений в мощных полупроводниковых приборах различного типа методом тепловой релаксационной дифференциальной спектрометрии	259
Ярыгин В. А., Выслоух С. П. Исследование параметров процесса 3D-печати деталей	260
Медведева Д. А., Бокуть Л. В. Применение электронных таблиц EXCEL в формировании баз данных	261
Подгайская Д. А., Мармыш Д. Е., Щербаков С. С. Объемная повреждаемость толстостенных цилиндров в температурном поле и при наличии локальных дефектов	262
Сапранкова А. А., Почкаев А. В., Почкаева Т. В., Бумай Ю. А. Исследование температурной зависимости удельного сопротивления сахарозы и лактозы методом емкостной релаксационной спектрометрии	263
Сотиженков С. В., Бокуть Л. В. Проектирование анимации средствами MACROMEDIA FLASH	264
Точило П. М., Князев М. А. Решение уравнения теории ϕ^4 при наличии затухания	265
Tretyak E. V., Stelmakh N. V. Analysis and development prospects of 3D-printing with metal powders	266
Юхновская О. В., Гундина М. А. Разработка приложения в WOLFRAM MATHEMATICA, определяющего эмоцию	267
Жолнеркевич А. И., Жолнеркевич Н. О. Определение вероятности получения положительной оценки при написании тестовой работы путем угадывания правильных ответов	268
Печинский З. В., Попов Р. А., Красовский В. В., Развин Ю. В. Технологии и свойства синтезированного кварца	269
Радевич Е. С., Яцкевич К. В., Красовский В. В., Развин Ю. В. Изучение свойств образцов природного мусковита	270
Родевич В. А., Коршак В. Е., Гацкевич Е. И. Прогнозирование ВВП некоторых стран на 2020-2025 гг. на основе аппроксимации данных за 25 лет	271
Сучкова П. Н., Красовский В. В., Развин Ю. В. Исследование образцов природного синего галита	272
Кальчев И. К., Лыхва М. В., Корнеева И. Б. Лабораторные испытания моделей многопустотных плит перекрытия	273

<i>Mihalkina Galina I.</i> Wolfram research – work with data, devices and linking to sources	274
<i>Стоев С. С., Писаный К. С., Неутов С. Ф.</i> Экспериментальное определение несущей способности арок.....	275
<i>Маковкина Т. С., Кириченко Д. А., Сурьянинов Н. Г.</i> Стенд для проведения модального анализа.....	276
<i>Гребень И. Е., Хоменко А. А., Яковенко И. О.</i> Биометрическая автоматизированная система.....	277
<i>Полтавцев К. А., Колонтаева Т. В.</i> Термодинамика необратимых процессов	278
<i>Руленков А. Д., Прусова И. В.</i> Методы дефферинциального термического анализа	279
<i>Пилипчик Е. А., Бобученко Д. С.</i> Измерение моментов инерции грузов	281
<i>Кулик М. А., Бобученко Д. С.</i> Расчет погрешности измерения момента сил трения.....	281
<i>Шамко Е. В., Бобученко Д. С.</i> Использование PYTHON для инженерных и научных расчетов.....	282
<i>Ковалев И. В., Свирина Л. П.</i> Эффект доплера и его применение в медицине	283
<i>Галаваченко П. О., Свирина Л. П.</i> Применение лазеров в медицине	284
<i>Ширяева В. Д., Люцко К. С.</i> Турбидиметрические и нефелометрические методы анализа растворов	285
<i>Savkov N.</i> Risks and opportunities of participation in global value chains for small economies	286
<i>Логонюк И. И., Прусова И. В.</i> Программно-аппаратный комплекс SAP ERP ECC 6.00	287
<i>Антонович М. В., Кондратьева Н. А.</i> Создание сайта для ОДО «СПЕЦТЕХНОРЕГИОН»	288
<i>Ахремчик А. А., Кондратьева Н. А.</i> Компьютерная анимация в DELPHI с использованием спрайтов.....	289
<i>Головня К. Ч., Кондратьева Н. А.</i> Применение статистических методов в контроле производственного процесса	290
<i>Стриго Н. А., Кондратьева Н. А.</i> Создание сайта о БНТУ в пакете DREAMWEAVER.....	291
<i>Шик Д. В., Кондратьева Н. А.</i> Расчет и визуализация движения космического тела в пакете MATHCAD	292
<i>Головня К. Ч., Чёрный В. В.</i> Исследование свойств полевых транзисторов с затвором Шоттки.....	293

СЕКЦИЯ 6. СПОРТИВНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

<i>Усольцев А. В., Юран С. И.</i> Комплекс оценки некоторых качеств боксеров на тренировках	295
<i>Ращинский О. Д., Шахлевич Г. М.</i> Велоэргометрический тест максимальной аэробной мощности	296
<i>Асташевич А. А., Васюк В. Е.</i> Устройство для тренировки бросков хоккеистов	297
<i>Бесан А. В., Белоус П. А.</i> Модельные характеристики выполнения упражнения «сгибание и разгибание рук в висе на перекладине»	298
<i>Вергейчик В. С., Барановская Д. И.</i> Проектирование системы диспетчеризации учреждения «РЦОП ПО ФРИСТАЙЛУ»	299
<i>Даньков Д. А., Петух М. М.</i> Разработка интерактивной системы визуализации на СКС «АРЕНА»	300
<i>Коваленко А. Г., Барановская Д. И.</i> Проектирование центра обработки данных для МКСК «МИНСК-АРЕНА»	301
<i>Котов И. В., Сергиевич П. В.</i> Проектирование системы вентиляции воздуха в аквазоне учреждения «РЦОП ПО ФРИСТАЙЛУ»	302
<i>Кузьменков М. В., Барановская Д. И.</i> Разработка схемы подвеса оборудования концерта в здании многофункциональной спортивной зрелищной арены	303
<i>Лавор А. Д., Фомочкина Г. И.</i> Система определения победителя при помощи фотофиниша	304
<i>Литовченко В. А., Белоус П. А.</i> Модельные характеристики подачи мяча в теннисе	305
<i>Маргуж М. А., Барановская Д. И.</i> Разработка микропроцессорного блока устройства для тренировки боксеров на основе микроконтроллера семейства ARM-CORTEХ	306
<i>Миронов А. А., Барановская Д. И.</i> Проектирование системы водоподготовки бассейнов учреждения «РЦОП ПО ФРИСТАЙЛУ»	307
<i>Рутковский А. В., Белоус П. А.</i> Определение кинематических характеристик двигательного действия	308
<i>Сидорчик А. В., Фомочкина Г. И.</i> Системы регистрации результатов в легкой атлетике	309
<i>Тричев А. В., Васюк В. Е.</i> Тренажер для тренировки баскетболистов (система возврата мячей)	310
<i>Тричев А. В., Васюк В. Е.</i> Электрическая схема блока управления тренажера для тренировки баскетболистов	311

<i>Устимович И. В., Васюк В. Е.</i> Устройство для развития скоростно-силовых способностей прыгунов в высоту	312
<i>Чигринов И. С., Барановская Д. И.</i> Проектирование оборудования мобильного катка на прилегающей территории МКСК «МИНСК-АРЕНА».....	313
<i>Чура А. И., Забурьянова Г. В.</i> Повышение энергоэффективности систем кондиционирования СС «ВЕЛОДРОМ» ГУ «МКСК «МИНСК-АРЕНА».....	315
<i>Шашок А. В., Барановская Д. И.</i> Основные расчеты при проектировании системы климатизации плавательного бассейна.....	316
<i>Шешко В. В., Парамонова Н. А.</i> Особенности спортивного освещения на примере МКСК «МИНСК-АРЕНА»	317
<i>Яцевич А. А., Белоус П. А.</i> Определение динамических характеристик выполнения упражнений	318
<i>Абрамчук А. А., Васюк В. Е.</i> Устройство контроля техники выполнения приседания со штангой в пауэрлифтинге.....	319
<i>Кумагерчик А. Н., Барановская Д. И.</i> Измерение пульса спортсмена при занятии на эллипсоидном тренажере.....	320
<i>Савицкий А. А., Барановская Д. И.</i> Измерение ударного импульса при нападающем ударе по мячу в волейболе	321
<i>Guseinov Daniil, Janusas Tomas.</i> The biomechanical analysis of canoe rowing technique based on wireless strain measurement	322
<i>Галай Н. К.</i> Средства и методы оценки стрелковой подготовленности биатлонистов	323

СЕКЦИЯ 7. СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

<i>Цокота М. В.</i> Расчет распределения тепла в тканях при лазерной терапии	324
<i>Белевич Д. Б., Гуревич В. Л.</i> Метрологический контроль средств измерений параметров электробезопасности	325
<i>Ермакович А. В., Гуревич В. Л., Толочко Т. К.</i> Анализ прослеживаемости измерений ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 37,5 ГГц	326
<i>Ермакович А. В., Гуревич В. Л.</i> Перспективы совершенствования национального эталона единицы ослабления электромагнитных колебаний.....	327
<i>Красильников Е. В., Гуревич В. Л.</i> Калибраторы многофункциональные	328

Красильников Е. В., Гуревич В. Л. Разработка государственного стандарта Республики Беларусь «Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Калибраторы многофункциональные. Методика поверки»	329
<i>Андроник К. А., Кудина А. В.</i> Анализ методов контроля шероховатости	330
<i>Бабанюк Д. С., Лавринович М. В., Кудина А. В.</i> Терминологические аспекты экспертизы технических нормативных правовых актов	331
<i>Вечерская Л. А., Кудина А. В.</i> Экспертиза текстовой документации и гармонизация требований для ее проведения	332
<i>Песляк И. Е., Кудина А. В.</i> Методология проведения экспертизы методик выполнения измерений и методик испытаний	333
<i>Дарган А., Кудина А. В.</i> Шероховатость в аспекте международных стандартов	334
<i>Наджафова А. А., Купреева Л. В.</i> Особенности разработки и внедрения системы управления окружающей средой в ООО «ЭКСО ПЕТРОЛЕУМ»	335
<i>Михейчик А. В., Ленкевич О. А.</i> Практический опыт применения модели КАНО	336
<i>Тарасенко В. И., Шевчук В. А., Лысенко В. Г.</i> 3DS MAX как средство для визуализации источников погрешностей	337
<i>Тарасенко В. И., Шевчук В. А., Лысенко В. Г.</i> Визуализация погрешностей с помощью функционала SOLID WORKS	338
<i>Хомиченко А. В., Павлов К. А.</i> ISO/TC 324 SHARING ECONOMY – решение разногласий в экономике совместного потребления	339
<i>Павлов К. А., Кудина А. В.</i> Новая версия стандарта ISO 19011	340
<i>Позняк Д. Ю., Тарасенко В. И., Савкова Е. Н.</i> Концепция применения метода монте-карло при оценивании неопределенности измерений на этапе отбора проб	341
<i>Шевчук В. А., Тарасенко В. И., Савкова Е. Н.</i> Пример реализации метода монте-карло при оценивании неопределенности измерений на этапе отбора проб	342
<i>Попов А. В., Серенков П. С.</i> Формирование требований пользователя при покупке или разработке систем электронного документооборота в пищевой отрасли	343
<i>Архипенко П. Р., Серенков П. С., Гундина М. А.</i> Обработка экспертных данных в пакете WOLFRAM MATHEMATICA	344
<i>Архипенко П. Р., Серенков П. С.</i> Унификация методов экспертного оценивания для решения задач менеджмента качества	345

<i>Вечерская Л. А., Серенков П. С.</i> SWOT-анализ с использованием количественных методов оценивания.....	346
<i>Вечерская Л. А., Серенков П. С.</i> Анализ потенциальных возможностей развития техники SWOT-анализа.....	347
<i>Житков Ю. С., Серенков П. С.</i> Статистические методы реализации подходов «КАЙРИО» и «КАЙЦЕН» к совершенствованию качеством процесса	348
<i>Фомиченко Е. А., Серенков П. С.</i> Программа метрологического контроля средств измерений по контролю показателей качества воздуха	349
<i>Шукелович М. И., Серенков П. С.</i> Перспективы разработки и внедрения систем менеджмента бережливого производства.....	350
<i>Шукелович М. И., Серенков П. С.</i> Анализ вариантов разработки и внедрения систем менеджмента бережливого производства.....	351
<i>Якименко М. А., Соколовский С. С.</i> Методическое обеспечение испытаний конструктивных элементов систем молниезащиты и заземления	352
<i>Якименко М. А., Соколовский С. С.</i> Выбор метода и средства измерения толщины покрытий конструктивных элементов систем молниезащиты и заземления	353
<i>Вашкевич А. А., Соломахо В. Л.</i> Применение групповых подходов при проектировании МВИ на КИМ.....	355
<i>Ковалёва А. М., Соломахо В. Л.</i> Координатные измерения и координатная метрология	356
<i>Лукаш В. С., Соломахо В. Л.</i> Температурные испытания радиационных измерителей-сигнализаторов	357
<i>Бабанюк Д. С., Спесивцева Ю. Б.</i> Самооценка как метод диагностики состояния организации.....	358
<i>Бабанюк Д. С., Спесивцева Ю. Б.</i> Применение QFD для самооценки организации	359
<i>Даниленко А. В.</i> Программное средство отбраковки потенциально ненадежных элементов методом пороговой логики	360
<i>Позняк Д. Ю., Шевчук В. А., Лавринович М. В., Савкова Е. Н.</i> Нормативно-методическое обеспечение управления рисками в аккредитованной лаборатории.....	361
<i>Юрчик Р. В., Ковалевская А. В.</i> Оборудование для ионно-плазменного напыления	362
СОДЕРЖАНИЕ	363

Научное издание

НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

Материалы

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

(15–17 апреля 2020 г.)

Ответственный за выпуск *Н. Н. Ризноокая*
Оформление и компьютерная верстка *О. Л. Чабаровой*

Подписано в печать 17.04.2020. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 22,20. Уч.-изд. л. 17,36. Тираж 30. Заказ 241.

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.