

## ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИДЕОФАЙЛА В КАЧЕСТВЕ КОНТЕЙНЕРА

Ст. преподаватель Ковынёв Н.В.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

В современном мире наблюдается рост объемов информации, передаваемой путем цифрового видео. Пропускная способность различных видео сервисов стремительно увеличивается, а передача информации путем видео сообщения стала обыденным событием. Увеличение пропускной способности видео сервисов повышает актуальность сокрытия информации в цифровом видеоряде.

При использовании видеофайла в качестве стегоконтейнера присутствует особенность – отсутствие статической закономерности. Несмотря на указанную особенность, поддержание необнаружимости статической закономерности является ключевой задачей даже в данном случае. Данная задача актуальна, если известен факт сокрытия информации в видео, например, демонстрация фильма в кинотеатре с защитой от незаконной съемки.

В области применения стеганографии к видеофайлам довольно много стеганографических алгоритмов, которые, в свою очередь, основаны на LSB в фреймах (заметны искажения в видео), либо на добавлении шума к аудио, также используются искажения ДКП коэффициентов в видео, что приводит к потере скрытой информации при перекодировании видеозаписи.

Ввиду большого объема видеофайла, по сравнению с изображением и звуком, он способен вместить в себя большое количество скрытой информации. Однако встраивание скрытой информации в видео вызывает искажение самого видео. Искажения происходят в результате того, что чаще всего видео передается или хранится в сжатом формате, параметры сжатого домена: движение вектора частиц, прогнозируемые коэффициенты шума часто используются для встраивания скрытой информации. При движении векторная информация передается без потерь при сжатии видео. При сокрытии на основе вектора движения главным аспектом является выбор подходящего вектора движения частиц для встраивания при смене кадров.

Исходя из особенностей стеганографии с видеофайлами, можно выделить следующие преимущества данных методов. А именно:

- большие размеры видеофайлов, что позволяет скрыть больше информации;
- различные варианты сокрытия информации, например, комбинирование звуковых дорожек и видео фреймами. Информацию можно передать при помощи встраивания её с определенной кадровой частотой;

В новой версии стандарта все так же присутствуют три высотных параметра, но изменены их термины, определения и методики расчетов ( $R_a$  – среднеарифметическое отклонение профиля;  $R_z$  – наибольшая высота профиля;  $R_{max}$  – полная высота профиля).

Развитие формообразования поверхностей привело к развитию новых технологий обработки, например, прогрессивные методы пластического деформирования, порошковая металлургия, точное литьё, электрофизические и физико-химические технологии, наплавка, напыление, а также аддитивные технологии.

Особенностью микрорельефа «новых» поверхностей является отсутствие взаимной зависимости. Это означает, что каждый параметр можно выбирать и нормировать автономно, исходя из требований к функционированию деталей. Появилась необходимость обновления подхода к нормированию микрогеометрии поверхности.

В соответствии с действующим стандартом микрогеометрию поверхности можно нормировать с использованием 6 параметров. Также стандарт позволяет рационально назначать базовую длину для любых норм, если есть необходимость.

Параметры шероховатости можно использовать не только для оценки качества поверхностей, но и в качестве инструмента управления качеством.

Таким образом, применение устаревших рекомендаций ограничивает возможность повышения уровня качества.

Выходом из данной ситуации является планирование исследовательских работ по разработке рекомендаций по нормированию шероховатости поверхностей.

### Литература

1. ГОСТ 2789 «Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики».
2. Табенкин А.Н. Шероховатость, волнистость, профиль. Международный опыт/ Табенкин А.Н., Тарасов С.Б., Степанов С.Н.; под ред. Н.А. Табачниковой. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – 136 с.
3. Хусу А.П. Шероховатость поверхностей: теоретико-вероятностный подход / А.П. Хусу, Ю.Р. Витенберг, В.А. Пальмов; под ред. А.А. Первозваноского. – М.: Наука, 1975. – 344 с.

## НОВОЕ В ОЦЕНКЕ ВЫСОТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

Студенты гр. 11305217 Качановская В.Ю., Заступневич Д.А.

Д-р техн. наук, профессор Соломахо В.Л.

Белорусский национальный технический университет

В современном производстве серийно выпускаемые изделия машиностроения и приборостроения имеют сходные конструктивные решения, базирующиеся на хорошо отработанной конструкции. Конкурентоспособность изделий зависит от уровня их качества, которое определяется комплексом характеристик функционально важных сопрягаемых поверхностей деталей. К ним относятся физико-механические свойства материала и микрогеометрия поверхности. Эти свойства формируются технологией создания материала и особенностями формообразования поверхностного слоя. В настоящее время необходимо уделять повышенное внимание проблеме формирования микрогеометрии и нормированию ее параметров.

Изначально параметры устанавливали через требования к шероховатости поверхности, при этом обращалось внимание исключительно на высоту микронеровностей.

Стандарт устанавливал 14 «классов чистоты поверхностей», в каждом из которых нормировались только параметры  $R_a$  – для средних «классов чистоты» и  $R_z$  – для грубых и особо высоких «классов чистоты», при фиксированных значениях базовых длин. Для контроля любого «класса чистоты» хватало одного из высотных параметров шероховатости.

Большинство технологических процессов изготовления деталей связывали окончательную обработку сопрягаемых поверхностей с использованием лезвийного или абразивного инструмента. Такие технологии обеспечивали достаточно устойчивые взаимосвязи между высотой и шагами микронеровностей с представительной базовой длиной. В таком случае выбор высотного параметра шероховатости был практически равноценен одновременному назначению базовой длины и косвенно определял шаговые параметры профиля.

Принятая концепция нормирования ограничивала возможности управления микрогеометрии поверхности.

Повышение требований к точности и надежности привели к переоценке роли микрогеометрии сопрягаемых поверхностей, что привело к разработке и внедрению нового стандарта ГОСТ 2789 «Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики». Стали обращать внимание на связь микрорельефа с несущей способностью и износом поверхностей, констатировали роль микровпадин в удержании смазки и «потенциальных ям» для твердых частиц, включая продукты износа трущихся поверхностей.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОСТЕЙШИХ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Студент гр. 11305217 Казаченко В.А.

Ст. преподаватель Ленкевич О.А.

Белорусский национальный технический университет

Смысл статистических методов контроля качества заключается в значительном снижении затрат на его проведение по сравнению с контролем, с одной стороны, и в исключении случайных изменений качества продукции – с другой.

В данной работе рассматриваются простейшие статистические методы контроля качества. К ним относятся те, которые отвечают следующим условиям: минимально использую математический аппарат; допускают простую инженерную интерпретацию; графическое отображение.

1. Диаграмма «причины–результат». Позволяет вывить факторы, потенциально влияющие на качество. К числу достоинств следует отнести: наглядность представления анализа; достаточно независимая классификация факторов, позволяющая избежать их пересечения; возможность вовлечения большого числа факторов для анализа.

2. Корреляционный анализ. Цель применения – определить и оценить линейную связь между фактором и показателем качества, т. е. решает задачи выявления наиболее влияющих факторов. Обнаружение связи или доказательство ее отсутствия между фактором  $X$  и показателем качества  $Y$  дает возможность объективно оценить проверку элементов системы качества. Визуализацию данного метода осуществляют с использованием диаграмм рассеяния.

3. Диаграмма Парето. Цель построения – выделение главных однородных факторов, влияющих на качество. Эффективность данного метода состоит в том, что с его помощью из большего числа факторов просто и в наглядной форме выделяется часть, наиболее влияющих непосредственно на качество.

4. Индексы воспроизводимости производственных процессов. Можно использовать для мониторинга и анализа поведения процесса. В свою очередь он соотносит допуск на параметр детали с фактическим разбросом.

5. Выборки. Особенность статистического приемочного контроля – исследование, как правило, не всей партии продукции, а только ограниченной по количеству выборки.

### Литература

1. Литвинов О.В. Знаки соответствия в СССР, России и странах СНГ // Стандарты и качество, 1998. – № 1.

3. Хусу А.П. Шероховатость поверхностей: теоретико-вероятностный подход / А.П. Хусу, Ю.Р. Витенберг, В.А. Пальмов; под ред. А.А. Первозваноского. – М.: Наука, 1975. – 344 с.

УДК 005.64

## **СИСТЕМА СБОРА И АНАЛИЗА ДАННЫХ КАК РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПА ПРИВЛЕЧЁННОСТИ ПЕРСОНАЛА**

Студент гр. 11305217 Зданович Е.С.

Ст. преподаватель Ленкевич О.А.

Белорусский национальный технический университет

Принципы менеджмента качества лежат в основе руководства организацией, а также ее деятельности, цель которых – долгосрочная непрерывная работа, ориентированная на удовлетворение нужд потребителей и учет потребностей всех заинтересованных сторон.

При рассмотрении общесистемных основ менеджмента качества нужно понимать, что основополагающий исходный принцип состоит в том, что целевая система управления качеством должен выступать как органичная составная часть системы управления предприятием [1].

Одним из принципов менеджмента качества, который изложен в серии стандартов ISO 9000, является привлечённость персонала.

Для того, чтобы результативно и эффективно осуществить менеджмент организации, важно уважать и вовлекать весь персонал на всех уровнях. В этом может помочь правильная организация системы сбора и анализа данных о качестве [2]. Вовлечение персонала может осуществляться путем участия его в сборе данных о качестве функционирования процесса, например, с помощью контрольных листков, регистрации данных на контрольных картах. Кроме того, приветствуется привлечение их к самостоятельной оценке и анализу собственных показателей, а также соотнесению их с поставленными целями и задачами.

### **Литература**

1. Общесистемные принципы менеджмента качества [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://spravochnik.ru/medzhment/medzhment\\_kachestva/principy\\_menedzhmenta\\_kachestva/](https://spravochnik.ru/medzhment/medzhment_kachestva/principy_menedzhmenta_kachestva/).

2. СТБ ISO 9000-2015 Система менеджмента качества. Основные положения и словарь.

прототипирование. Изготовление сложных изделий с помощью этих методов не требует сложной формообразующей оснастки.

Процессы формообразования оставляют на обработанной поверхности следы всех операций технологического процесса. Эти следы формируют на поверхности детали текстуру, состоящую из неровностей. Текстура включает шероховатость, волнистость, направление неровностей, изъёмы поверхности и отклонение формы в пределах ограниченной поверхности. Из множества показателей качества в настоящее время самым сложным в нормировании, измерении и метрологическом обеспечении является шероховатость поверхности.

Отличительная особенность микрорельефа «новых» поверхностей – отсутствие взаимной зависимости между шаговыми и высотными параметрами шероховатости поверхности. Из этого следует, что каждый параметр можно выбирать автономно и нормировать их, исходя из требований к функционированию деталей.

Согласно действующему стандарту ГОСТ 2789 «Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики» микрогеометрию поверхности нормируют с использованием шести параметров шероховатости (три высотных, два шаговых и показатель относительной опорной длины профиля) с использованием характеристики «направление неровностей», что обеспечивает удобство управления микрогеометрией нормируемой поверхности. Стандарт также позволяет целесообразно назначать базовую длину для любой из выбранных норм, что увеличивает возможности управления микрогеометрией поверхности. Активно проводимые теоретические и экспериментальные исследования роли микрогеометрии поверхностей в разнотипных сопряжениях позволяют сделать вывод о том, что параметры шероховатости можно использовать не только для оценки качества поверхностей, но и как инструмент управления качеством.

Ограниченность информации о шероховатости, предоставляемой параметрами  $R_a$  и  $R_z$ , не дает возможности использовать ее полностью как средство улучшения эксплуатационных свойств деталей. Наиболее целесообразным путем получения полной характеристики шероховатости является введение нескольких критериев оценки в зависимости от эксплуатационных свойств данной детали.

#### Литература

1. Ворошилов В.В. Методы формообразования изделий послойным синтезом // Обработка материалов: современные проблемы и пути решения: Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – С. 216–218.
2. Табенкин А.Н. Шероховатость, волнистость, профиль. Международный опыт / Табенкин А.Н., Тарасов С.Б., Степанов С.Н.; под ред. Н.А. Табачниковой. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – 136 с.

## **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И НОРМИРОВАНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ**

Студенты гр. 11305217 Заступневич Д.А., Качановская В.Ю.

Д-р техн. наук, профессор Соломахо В.Л.

Белорусский национальный технический университет

Контроль и испытания – главные составляющие технологического процесса современного производства при обеспечении качества продукции. При контроле и испытаниях широко используются измерения параметров технологических процессов, а также объектов производства (изделий или процессов).

Можно заметить, что процессы контроля могут быть основаны на использовании результатов, как испытаний, так и измерений (включая измерения нефизических величин). Иногда отдельные элементы этих процессов или даже процессы в целом (в неявной форме) путают между собой, хотя эти процессы в некоторых элементах несопоставимы, например испытание в целом и метрологическое обеспечение испытаний. Названные выше процессы часто проникают друг в друга с ростом сложности продукции и процессов ей оценивания, в результате чего происходит ненужное дублирование операций и путаница в сути процессов.

Вместе с увеличением объемов производства и требований к качеству обработки поверхностей все более возрастают требования к правильному нормированию параметров текстуры поверхности и методам их измерений. За последние годы накоплен огромный опыт в использовании связи качества поверхности с функциональным назначением детали.

На протяжении длительного времени формообразование изделий осуществлялось по двум направлениям: с удалением материала, без удаления материала. К технологии обработки с удалением материала относят все виды обработки резанием, электрохимическую, электроэрозионную обработку, плазменную, лазерную резку и т. п. Для реализации этой технологии и достижения требуемой точности требуется наличие большого количества инструментов, форма которых, как правило, определяет геометрию получаемых поверхностей.

К технологиям обработки без удаления материала относят обработку давлением, литейные технологии и термообработку. Данные технологии применяются в промышленном производстве заготовок и готовых изделий с использованием литейных форм, штампов и ковочных инструментов. Появление систем автоматизации проектирования (CAD/CAM/CAE) повлияло на развитие новой технологии формообразования – аддитивной. Аддитивные технологии направлены на создание сложных объемных изделий путем последовательного добавления материала (или материалов). К данным способам относятся – напыление, наплавка, осаждение, быстрое

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ В ОБЛАСТИ ИСПЫТАНИЙ ЭМС

Магистрант Евсюк Е.А.

Кандидат техн. наук, доцент Гуревич В.Л.

Белорусский государственный институт метрологии

Электромагнитная совместимость – это способность технического средства функционировать с заданным качеством в заданной электромагнитной обстановке и не создавать недопустимых электромагнитных помех другим техническим средствам. Данный термин устанавливается техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС № 20 «Электромагнитная совместимость технических средств». Проведение испытаний напряженности поля от технического средства является очень важной частью испытаний на электромагнитную совместимость. Для обеспечения правильности и повторяемости результатов таких измерений применяют полубезэховые экранированные камеры (БЭК).

До настоящего времени, для контроля метрологических характеристик БЭК, раз в три года проводилась их аттестация. В соответствии с обновленным стандартом ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 все испытательное оборудование подлежит калибровке поэтому появилась необходимость в разработке методики калибровки безэховых камер.

За основу методики калибровки взят действующий метод аттестации в соответствии с ГОСТ CISPR 16-1-4-2013 «Совместимость технических средств электромагнитная. Требования к аппаратуре для измерения параметров промышленных радиопомех и помехоустойчивости и методы измерений. Часть 1–4. Аппаратура для измерения радиопомех и помехоустойчивости. Антенны и испытательные площадки для измерения излучаемых помех». В соответствии с которым для контроля метрологических характеристик БЭК в диапазоне частот 30–1000 МГц проводят измерения затухания измерительной площадки. В диапазоне частот 1–18 ГГц проводят измерения КСВН.

В докладе рассмотрены существующие методы аттестации БЭК, средства измерения необходимые для проведения аттестации. Приведены результаты измерений при аттестации БЭК. Рассмотрены основные источники неисключенной систематической погрешности.



ния нового килограмма даже не нужно ничего взвешивать, благодаря чему каждая страна может воспроизвести эталонную установку самостоятельно в любое время, не сверяя с главным эталоном. Преимущество нового эталона состоит в том, что баланс Киббла всегда можно изготовить заново и провести с помощью него необходимое эталонирование единицы.

УДК 621.31

## **ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ КАТУШЕК РОГОВСКОГО В ТОКОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ДАТЧИКАХ**

Студент Дмитрук И.А.

Кандидат техн. наук, доцент Коробко Ю.С.

Белорусский национальный технический университет

Тенденция к повышению быстродействия современной аппаратуры, привели к тому, что в настоящее время возникла потребность в точных и достаточно широкополосных измерителях тока, применяемых в разнообразных технологических операциях и лабораторных исследованиях.

В рамках доклада рассмотрены преимущества использования современных датчиков на основе катушки Роговского в сравнении с датчиками Холла.

Катушка Роговского – это тороидальная катушка, расположенная вокруг первичного провода точно так, как вторичная обмотка в обычном трансформаторе тока, но только без ферромагнитного сердечника.

Напряжение сигнала на выходе датчика пропорционально производной тока:

$$U = M \cdot d_i/d_t$$

где  $M$  – взаимная индуктивность между проводником тока и катушкой.

Выходное напряжение, будучи проинтегрированным по времени, с точностью до константы соответствует току в измеряемой цепи.

На ряду, с датчиками, основанными на принципе Холла, катушка в сумме с компенсаторами имеют намного более низкую стоимость.

До настоящего времени датчики на основе катушек Роговского обеспечивали погрешность измерения не лучше 2%. При смещении проводника в область замка петли погрешность могла достигать 6%. В настоящее время точность датчиков зависит от качества намотки самих катушек, а погрешность, обусловленная несимметричностью их обмотки, может быть менее 0,75%, что может конкурировать с датчиками Холла (1,5%), при этом не сильно увеличивая стоимость датчика.

Современные датчики Роговского по комплексу параметров успешно могут конкурировать с лучшими токовыми трансформаторными датчиками. Их основные преимущества – высокие токи, дешевизна, малые размеры, вес, гибкость и легкость монтажа.

В докладе приведено обоснование метрологического подтверждения пригодности счетчика частиц Handheld 3016 IAQ для решения всего комплекса задач контроля в чистых помещениях 7-ого и 8-ого класса чистоты ЗАО «АЛТИМЕД».

УДК 682.62.018.012

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МАССЫ**

Студент гр. 11305117 Гордейко В.Г.

Кандидат техн. наук, доцент Соколовский С.С.

Белорусский национальный технический университет

В основе повышения точности измерений той или иной физической величины, выполняемых в любой сфере, лежит в первую очередь повышение точности воспроизведения единицы данной величины с помощью эталонов. На современном этапе развития метрологического обеспечения измерений ключевым направлением совершенствования эталонной базы считается направление, базирующееся на использовании фундаментальных физических констант и атомных постоянных, характеризующихся высокой стабильностью, в качестве основы новых, более совершенных эталонов. Это можно проиллюстрировать на примере эволюции эталона массы – килограмма.

На протяжении многих лет в качестве Международного прототипа (эталона) килограмма выступал цилиндр, выполненный из сплава платины и иридия, который хранится в городе Севр, Франция. Было изготовлено 40 копий данного эталона, которые в своё время отправили в национальные бюро мер и весов разных стран. Периодически их сверяли с оригиналом, в результате чего ученые пришли к выводу, что массы копий меняются относительно главного эталона в диапазоне  $\pm 50$  микрограммов за 100 лет. При этом неизвестно, как изменялась масса главного эталона, так как его не с чем сравнивать. Для многих типов измерений такое отклонение может приводить к недостоверным результатам.

16 ноября 2018 года участники 26-й Генеральной конференции по мерам и весам в Париже приняли решение о воспроизведении единицы массы на основе одной из базовых физических констант – постоянной Планка. Для создания нового эталона массы было предложено использовать так называемый баланс Киббла – устройство, напоминающее весы, которое с высокой точностью позволяет определить, какой ток нужен для того, чтобы создать электромагнитное поле, способное уравновесить чашу с тестируемым эталоном. Таким образом, массу объекта можно найти за счет равенства электрической и механической сил, что позволяет воспроизвести постоянную Планка с беспрецедентной точностью. Следовательно, для воспроизведе-

дить линейно-геометрические измерения всей выпускаемой продукции на предприятии. Построение плана контроля сразу по нескольким геометрическим параметрам детали, возможно с применением 3D моделей изделий, что значительно сокращает время к подготовке и процессу контроля необходимых показателей.

В докладе приведено обоснование, план и реализация метрологического подтверждения пригодности КИМ Carl Zeiss DuraMax для решения задач контроля линейно – угловых параметров медицинских имплантов.

УДК 658.5

## **МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ**

Магистрант Герасимчик Е.Е.

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

Белорусский национальный технический университет

В медицинской промышленности особое внимание уделяется чистоте и стерильности на производственных участках, устанавливаются специальные требования к чистоте воздуха в помещениях. Эти требования выполняются за счет применения чистых помещений, в которых концентрация аэрозольных частиц не должна превышать установленных пределов.

Класс чистоты воздуха по концентрации частиц обозначается классификационным числом (1,2..9) в соответствии с ГОСТ Р ИСО 14644-1-2017 «Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 1. Классификация чистоты воздуха по концентрации частиц»

На территории предприятия ЗАО «АЛТИМЕД» созданы чистые помещения 7-ого и 8-ого класса чистоты. В связи с спецификой производства на данном предприятии важным критерием в чистой зоне – температура и влажность воздуха.

Для подтверждения класса чистоты и контроля числа аэрозольных частиц в воздухе, а также контроля температуры и влажности воздуха в чистых помещениях, в соответствии с требованиями, приобретен ручной счетчик аэрозольных частиц Handheld 3016 IAQ с возможностью измерения массовой концентрации частиц.

Портативный счетчик частиц Handheld 3016 IAQ оснащен цветным сенсорным экраном, позволяет измерять количество частиц в воздухе, а также температуру и влажность. Применение этого счетчика уменьшает количество измерительных приборов (потенциальных источников загрязнения) в чистых помещениях, его портативные свойства позволяют производить замеры в любой точке чистого помещения. Возможность выгрузки данных на ПК позволяет проводить анализ данных, формировать отчеты и вести статистику по произведенным измерениям.

Рекомендуемым методом для определения контекста организации является SWOT-анализ. Данный метод обладает рядом преимуществ, основными из которых являются простота метода и широкий спектр применения. Также с привлечением экспертной группы для выполнения анализа, можно определить границы рисков для наиболее весомых факторов, оказывающих влияние на деятельность организации в целом или на её отдельные подразделения.

Информация, собранная в результате SWOT-анализа, является очень полезной для поиска возможностей улучшения компании, и к ним элементарно невыгодно относиться формально. Понимание среды, в которой работает компания, и учет мнений заинтересованных сторон даст возможность внести необходимые улучшения и сделать предприятие лучше.

УДК 658.5

## **ОПТИМИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗГОТАВЛИВАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ ЗАО «АЛТИМЕД»**

Магистрант Герасимчик Е.Е.

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

Белорусский национальный технический университет

При производстве медицинских имплантов выпуск некачественной, бракованной продукции не допустим. Ведь установка некачественно изготовленного импланта может привести к нежелательным пост операционным последствиям.

С целью исключения попадания несоответствующей продукции потребителю, изготавливаемые импланты ЗАО «АЛТИМЕД» проходят проверку качества на всех этапах производственного процесса – от входного контроля качества закупаемого сырья в собственных лабораториях отдела технического контроля, до проверки готовых изделий в работе на испытательных установках.

На предприятии применяться сплошной контроль качества изготавливаемой продукции – проверка каждого изделия в изготовленной партии, осуществляется после операций, имеющих решающее значение для качества готовых изделий. Применении сплошного контроля требует больших трудозатрат, также формирование достаточно большого фонда средств измерения, а в связи с специфичностью производства изготовления дополнительной вспомогательной оснастки.

С целью оптимизации фонда средств измерений принято решение оснастить производство координатной измерительной машиной (КИМ) Carl Zeiss DuraMax с программным обеспечением Calypso. Данная КИМ имеет относительно небольшие размеры, при этом диапазон измерений по осям X, Y, Z составляет 500 мм. Это, в свою очередь, позволят произво-

общий характер. Поэтому в [1] и [2] для дополнительной информации рекомендуется обращаться к Руководству ISO/IEC 98-4 [3].

В докладе анализируются основные правила принятия решения о соответствии, рекомендованные в [3].

#### **Литература**

1. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.
2. ILAC-G8:09/2019 Guidelines on Decision Rules and Statements of Conformity (Руководство по правилам принятия решения и декларациям соответствия).
3. ISO/IEC Guide 98-4 Uncertainty of measurement - Part 4: Role of measurement uncertainty in conformity assessment (Неопределенность измерений. Часть 4. Роль неопределенности измерения в оценке соответствия).

УДК 681

### **ВАЖНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТЕКСТА ОРГАНИЗАЦИИ**

Студент гр. 11305317 Вечерская Л.А.

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

Белорусский национальный технический университет

В современном мире развитие организации, ее конкурентоспособность зависят от ее внутренней и внешней среды, от правильной постановки целей самой организации. Именно поэтому одним из наиболее важных разделов в СТБ ISO 9001:2015 является «Понимание организации и ее контекста» (п. 4.1). Основная идея данного раздела состоит во внедрении системы менеджмента качества в повседневную оперативную деятельность организации. Сам контекст организации представляет собой комбинацию внутренних и внешних факторов, которые могут оказать влияние на подход организации к разработке и достижению своих целей. Систематизация данной информации позволяет не только определить и показать реальную картину, в которой сейчас находится организация, но также выявить какие возможности и риски существуют для ее бизнеса. Это поможет организациям правильно определить область применения СМК и те задачи, которые она должна решать, и разработать уникальные, рабочие системы менеджмента качества, которые будут отвечать их реальным потребностям и возможностям.

На практике многие организации испытывают трудности с определением контекста организации, не знают, с чего начать, как задокументировать всю полученную информацию и что с ней делать в дальнейшем. В самом же стандарте не предусматривается конкретный метод идентификации контекста организации.

мируемые платы позволяют преобразовывать значения эталонов физических величин в специальный код, передающийся на такую же плату заказчика, которая, в свою очередь, преобразует полученный код в аналоговый сигнал для передачи его средству измерения, что делает дистанционную калибровку возможной [1].

#### Литература

1. Ершов И.А. Технология блокчейн в обеспечении метрологической прослеживаемости / И.А. Ершов, Р.Ж. Аймагамбетова, О.В. Стукач // Динамика систем, механизмов и машин. – Томск: Томский политехнический университет, 2017. – С. 57–61.

УДК 681.518

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЗАДАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РИСКА**

Студент гр. 11305117 Бочан К.Ю.

Кандидат техн. наук, доцент Нефедов С.Н.

Белорусский национальный технический университет

Международной организацией по стандартизации ISO 30 ноября 2017 года опубликована новая версия стандарта ISO/IEC 17025 и в соответствии с резолюцией № 15 Генеральной ассамблеи Международной организации по аккредитации лабораторий (ILAC) от 2016 года переходный период составляет 3 года. Данный документ был кардинально пересмотрен, поэтому был установлен достаточно большой срок перехода на его новую версию. Соответствующий межгосударственный стандарт был принят в 2019 году [1]. А срок перехода в Республике Беларусь продлен до 01.06.2021.

Одним из важных нововведений стандарта является введение специального подраздела «Представление заключений о соответствии», в котором установлено требование, что в лаборатории должно быть установлено правило принятия решения о соответствии. Это правило должно описывать, как неопределенность измерения будет учитываться при решении о соответствии установленному требованию. Лаборатория должна документировать и указывать свое правило принятия решений и применять его при определении соответствия результатов испытаний стандарту или спецификации (любому документу, устанавливающему требования). Правило принятия решения должно учитывать уровень риска ложного принятия или отклонения результата, а также неопределенность измерения результата, прежде чем сообщать, соответствует ли он требованиям.

Однако данный подраздел очень краткий и не содержит развернутых требований. Соответствующее руководство ILAC [2] носит достаточно

основные фонды и эффективная, с точки зрения низкого уровня издержек, работа предприятия.

Таким образом, внедрение MRP/ERP системы – это показатель качественного рывка компании в будущее, резкое повышение степени зрелости компании, ее нацеленность на модернизацию, повышение конкурентоспособности и экспансивное развитие.

УДК 001.893.65.011.56

## **ТЕХНОЛОГИЯ БЛОКЧЕЙН В ОБЕСПЕЧЕНИИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ**

Студент гр. 11305117 Бочан К.Ю.

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

Белорусский национальный технический университет

На основании анализа достоинств, стремительно набирающей в последнее время популярность технологии блокчейн предлагаются возможные варианты её использования в сфере государственного обеспечения единства измерений.

Блокчейн представляет собой последовательную и децентрализованную базу данных. Отличительной чертой такой организации базы данных является высокая защита информации и исключение возможности ее подмены. Данная технология способна обеспечивать подлинность информации с помощью нового блока информации, связанного с блоками, записанными в базу данных до него. Предлагаемая технология для обеспечения единства измерений, в частности, способна реализовать дистанционный вариант калибровок с целью обеспечения метрологической прослеживаемости. Данный метод калибровок способен значительно снизить материальные и временные затраты потребителей. Актуальность предлагаемого метода дистанционной передачи единицы физической величины обусловлена постоянным увеличением количества используемых средств измерений, а также повышением конкуренции на рынке. В результате проведенного анализа определены условия реализации данного метода, необходимое для этого оборудование, а также роль блокчейн-технологии в обеспечении достоверности информации, получаемой в процессе «калибровки в удаленном доступе». На сегодняшний день существуют специальные технологии и комплексы, которые предоставляют возможность удаленно сравнивать показания средств измерений, подвергаемых метрологическому контролю, со значениями величин, воспроизводимых эталонами.

Так, например, американская компания National Instrument занимается разработкой и созданием различного аппаратного и программного обеспечения для систем автоматизированного тестирования. Их програм-

Классы энергетической эффективности изменились в сторону ужесточения. В новом Регламенте максимальный класс энергетической эффективности А, минимальный – G. Полностью изменился дизайн энергетической маркировки. Параметры, наносимые на маркировку, практически не изменились, за исключением времени работы стандартной программы стирки, которое теперь будет наноситься на энергомаркировку.

УДК 658.5

## **МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

Магистрант специальности 1-54 80 01 Белова Е.А.

Кандидат техн. наук, доцент Гуревич В.Л.

Белорусский государственный институт метрологии

На сегодняшний день запущена «Четвертая промышленная революция», результатом которой должен стать переход к новому технологическому укладу и новому типу промышленного производства.

«Индустрия 4.0» предполагает рациональное использование природных и технических ресурсов, максимально эффективное энергосбережение, вторичную переработку всех отходов и получение из них новых товаров, сырья или энергии. Очевидно, что ни одна организация не может существовать без ресурсов, в то время как их управление является достаточно сложным и трудоемким процессом. Однако, в рамках развития «Индустрии 4.0» широкое распространение получили такие стандарты, как ERP и MRP.

MRP (Material Requirements Planning) – методология планирования потребности в материалах. Сущность заключается в определении конечной потребности в ресурсах по данным объемно-календарного плана производства. Такая методология, позволяет оптимально управлять заказами на готовую продукцию, производством и запасами сырья и материалов, автоматически создавать проекты заказов на закупку и/или внутреннее производство необходимых материалов – комплектующих. Она оптимизирует загрузку производственных мощностей, количество и время поставки комплектующих, уменьшает затраты на хранение, повышая эффективность производства.

ERP-стандарт (Enterprise Resource Planning) – планирование ресурсов предприятия, который позволяет объединить все ресурсы предприятия, таким образом, добавляя возможности по учету остальных затрат предприятия, управление заказами, финансами и т. д. Основная цель оптимизации организации производства и управления предприятием – максимальный уровень сервиса для потребителей, минимальные вложения в



1) Индекс энергоэффективности ( $E_{E_{w}}$ ) для бытовых стиральных машин и цикл стирки бытовых стиральных машин должны быть ниже 105 (после 1 марта 2024 должен быть менее 91);

2) Эффективности стирки ( $I_w$ ) программы есо 40–60 должен составлять: больше 1,03 для бытовых стиральных машин загрузкой больше 3 кг, и меньшей или равной 3 кг индекс эффективности стирки ( $I_w$ ) программы есо 40–60 должна быть больше 1,00 при номинальной вместимости белья.

3) Для бытовых стиральных машин с номинальной вместимостью белья более 3 кг эффективность полоскания ( $I_R$ ) программы есо 40–60 должна быть не более 5,0 г/кг;

4) Продолжительность программы есо 40-60 ( $t_w$ ), выраженная в часах и минутах, должна быть меньше или равна предельному значению  $t_{cap}$ , которое зависит от номинальной вместимости белья.

Для номинальной вместимости белья ограничение по времени определяется как

$$t_{cap} \text{ (в мин)} = 137 + c \times 10,2 \text{ (максимум 240 минут).}$$

Для половины номинальной вместимости белья и четверти номинальной вместимости белья ограничение по времени определяется как

$$t_{cap} \text{ (в мин)} = 120 + c \times 6 \text{ (максимум 180 минут),}$$

где  $c$  – номинальная вместимость белья бытовой стиральной машины для программы есо 40–60.

5) Для бытовых стиральных машин взвешенный расход воды ( $W_w$ , в литрах/цикл) для программы есо 40-60 должен составлять  $W_w \leq 2,25 \times c + 30$ .

6) Бытовые стиральные машины должны иметь режимы выключения, ожидания или оба режима. Потребляемая мощность этих режимов не должна превышать 0,50 Вт, если режим ожидания включает отображение информации или статуса, потребляемая мощность этого режима не должна превышать 1,00 Вт.

Если режим ожидания предусматривает подключение к сети и обеспечивает сетевой режим ожидания, потребляемая мощность в этом режиме не должна превышать 2,00 Вт. Бытовая стиральная машина предусматривает задержку запуска, потребляемая мощность этого условия, включая любой режим ожидания, не должна превышать 4,00 Вт. Задержка запуска не должна программироваться пользователем на время более, чем 24 ч. Бытовая стиральная машина, которая может быть подключена к сети, должна обеспечивать возможность активировать и деактивировать сетевое соединение (я). Сетевое соединение (я) должно быть деактивировано по умолчанию.

необходимо сместить внутрь приемочную границу на величину расширенной неопределенности измерений, выполняемых при поверке средств измерений (поверка с введением защитной полосы). При этом практически сводится к нулю риск принятия в качестве годного средства измерений, у которого погрешность выходит за приемочную границу. В то же время увеличивается риск отбраковывания годных средств измерений, что ведет к увеличению финансовых затрат. Для снижения такого риска необходимо уменьшить неопределенность измерений при поверке средств измерений и в основу этого следует положить оптимизацию схемы передачи размера единицы от эталонов рабочим средствам измерений, направленную на рациональное сокращение ступеней такой передачи.

УДК 621.4

## **АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К МАШИНАМ СТИРАЛЬНЫМ ПО ПАРАМЕТРАМ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

Магистрант Белов П.С.

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

Белорусский национальный технический университет

На сегодняшний день на территории стран ЕС разработаны требования (Регламент ЕС 2019/2023) к стиральным машинам по параметрам энергетической эффективности. С 1 марта 2021 года Регламент ЕС 2019/2023 вступает в силу и становится обязательным для соблюдения.

Регламент требует определение следующих показателей: 1) Индекс энергетической эффективности ( $EEL_w$ ); 2) Индекс эффективности стирки; 3) Индекс эффективности полоскания; 4) Максимальная температура белья, достигаемая в течение 5 минут цикла стирки; 5) Взвешенное потребление воды ( $W_w$ ); 6) Содержание остаточной влаги ( $D$ ); 7) Потребление электроэнергии в режиме Выключено, режиме ожидания, режиме отложенного старта.

Изменениям подверглись и расчеты различных показателей. Взвешенное потребление электроэнергии бытовой стиральной машины рассчитывается при помощи весовых коэффициентов А, В, С. Формула расчета содержит энергопотребление бытовой стиральной машины при четвертичной загрузке. Весовые коэффициенты присутствуют так же и в формулах расчета взвешенного потребления воды и взвешенного содержания влаги. Индекс эффективности стирки теперь рассчитывается из наименьших численных показателей полной, половинчатой и четвертичной загрузки.

Особое внимание уделено требованиям, установленных в новом Регламенте и отсутствующих в старом:

менчивость процесса становится меньше, процессы становятся статистически управляемыми, увеличиваются индексы воспроизводимости и пригодности). В этих условиях применение калибров для целей разбраковки теряет практический смысл. В то же время по результатам атрибутивного контроля, мы не получаем статистических характеристик процесса, а значит, не можем в полной мере осуществлять его управление.

Важнейшей задачей, определяющей перспективы дальнейшего применения калибров, является его адаптация для целей управления процессами и оценка рисков, возникающих при применении контроля по атрибутивным признакам.

УДК 006.91:681.2

## **ПОВЫШЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ЗА СЧЕТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Студент гр. 11305117 Бабанюк Д.С.

Кандидат техн. наук, доцент Соколовский С.С.

Белорусский национальный технический университет

Согласно Закону Республики Беларусь «О радиационной безопасности» от 18 июня 2019 г. № 198-3, радиационная безопасность – состояние защищенности населения, персонала и окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения.

На объектах с источниками ионизирующего излучения, например, атомной электростанции (далее АЭС), в плане обеспечения радиационной безопасности персонала определяющее значение имеет уровень метрологического обеспечения радиационного контроля.

Ссылаясь на ГОСТ 8.638-2013, метрологическое обеспечение радиационного контроля – установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для получения достоверной измерительной информации о значениях радиационных характеристик контролируемых объектов.

Учитывая специфику данной области измерений, необходимо использовать особый подход к организации метрологического контроля применяемых здесь средств измерений. В качестве вида их метрологического контроля должна использоваться государственная поверка в органах государственной метрологической службы. Причем в основу организации такого вида метрологического контроля и разработки соответствующего методического обеспечения необходимо положить риск-ориентированный подход, позволяющий свести к минимуму риск принятия неверного решения в отношении поверяемых средств измерений. Чтобы свести к минимуму риск, связанный с принятием негодного средства измерения,

есть нужно дополнительное разъяснение. Для решения данной проблемы необходима разработки новых средств, которые были бы универсальными, позволяли бы тренеру или спортсменам-любителям оценивать состояние осанки и выдавали рекомендации по устранению нарушений.

#### Литература

1. Приложения в Google Play [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://play.google.com/store/apps?hl=ru&gl=US> .– Дата доступа:07.03.2021.

УДК 303.222

### ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АТТРИБУТИВНОГО КОНТРОЛЯ В СОВРЕМЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПРОЦЕССЕ

Андрейковец А.С., Булышко В.Ю., Ильинчик И.В.

Д-р техн. наук, профессор Соломахо В.Л.

Белорусский национальный технический университет

Важным вопросом современного производства является обеспечение качества выпускаемой продукции, которое формируется на этапе её изготовления. При этом контроль, в ходе которого продукцию разделяют на «пригодную» и «непригодную», определяет выходной уровень её качества.

В серийном и массовом производстве традиционным, наиболее удобными и широко распространенными является контроль калибрами. В отличие от контроля с использованием универсальных или специальных средств измерений, позволяющих получать действительное значение контролируемого параметра, результатом контроля калибрами является заключением годности по типу: «да» или «нет». Такая методика оценивания относится к атрибутивному контролю

Следует отметить, что любой контроль по своей сути является атрибутивным потому, что конечным его результатом является ответ на вопрос – соответствует продукция заданному уровню качества либо нет.

С помощью предельных калибров изначально решались две основные задачи:

- разбраковка продукции непосредственно в ходе её изготовления;
- снижение затрат на контроль за счет привлечения операторов низкой квалификации или же совмещения в одном лице исполнителя и контролера.

Простота и очевидность такого подхода привели к практическому отсутствию исследований, связанных с развитием атрибутивных методов контроля.

По мере повышения качества процессов изменяется соотношение полной изменчивости процесса и допуска контролируемого параметра (из-

## Литература

1. Скиндер Л.А. Физическая реабилитация детей с нарушениями осанки и сколиозом: учеб.-метод. пособие / Л.А. Скиндер [и др.]; под общ. ред. Л.А. Скиндер. – Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина. – Брест: БрГУ, 2012. – 210 с.

УДК 616.71.3

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СМАРТФОНОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ КИНЕМАТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОСАНКИ ЧЕЛОВЕКА**

Студент гр. 11305118 Алешевич Д.Д.

Магистр техн. наук Самохвал П.М.

Белорусский национальный технический университет

В связи с ростом популяризации здорового образа жизни у населения появилась заинтересованность в фитнесе. Большой интерес, как для тренера, так и для клиента, представляет возможность сравнения прогресса. В данной работе мы рассматриваем приложение, позволяющие, как тренеру, так и клиенту, оценить антропометрию тела, в частности состояние осанки. В этом могут помочь приложения для смартфонов на Android операционная система от Google и iOS от Apple. Данные операционные системы обладают своими магазинами приложений, в которых присутствуют приложения для контроля нарушений осанки. Среди которые можно выделить: PostureScreen Mobile; SAM Posture Print; APECS: AI Posture Evaluation and Correction System.

Приложение PostureScreen Mobile рассчитано для врачей, специалистов, которые занимаются осанкой, а также для фитнес-тренеров. Позволяет оценивать осанку не только в положении основной стойки, но и в процессе выполнения тестовых упражнений, которые заложены в приложении.

Приложение SAM Posture Print рассчитано на врачей и специалистов, которые занимаются осанкой. Для корректной работы требуется измерительная стойка, которая позволяет оценивать асимметрию осанки.

Приложения APECS: AI Posture Evaluation and Correction System рассчитано на врачей и специалистов, которые занимаются нарушениями осанки, фитнес-тренеров и представляет собой очень многофункциональный инструмент, который позволяет контролировать состояние осанки, как в положении основной позы, так и в процессе выполнения функциональных тестов. Позволяет отдельно оценивать положение шеи, головы и плечей.

Но у этих приложений есть свои недостатки, а именно они не предлагают программу для решения проблемы с осанкой, не отслеживают динамику искривления, не все параметры понятны обычному пользователю, то

## СЕКЦИЯ 7. СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 616.71.3

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОСЪЕМКИ В ОЦЕНКЕ КИНЕМАТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИ ОСАНКИ ЧЕЛОВЕКА

Студенты гр. 11305118 Алешевич Д.Д., гр. 11305119 Кошель И.В.  
Магистр техн. наук Самохвал П.М.

Белорусский национальный технический университет

Нарушение осанки с каждым годом становится все более и более распространенным явлением, причем оно очень сильно «молодеет». Согласно современной статистике нарушение осанки наблюдается у 28% детей в возрасте 7–9 лет, у 36% детей 10–14 лет, а в возрасте 15–17 лет – уже более, чем у 41%. Среди студентов вузов этот показатель достигает 90% [1].

Для раннего выявления нарушений осанки используют различные средства диагностики, позволяющие осуществлять контроль в динамике. Контроль за нарушениями осанки осуществляется при помощи визуальной оценки, тестирования, рентгенографии, КТ, МРТ, ЭМГ, термографии.

В ходе эксперимента, мы проводили фотосъемку испытуемого с четырёх сторон. Испытуемый был помещен в центре кадра, для того чтобы максимально минимизировать дисторсию. Затем полученные фотографии обрабатывались в программе Adobe Photoshop. Полный процесс проведения эксперимента представлен на рис.

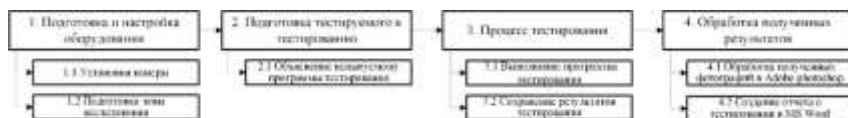


Рис. Функциональная схема оценки кинематического состояния осанки по фотографии

Разработанный нами метод позволяет оценить состояние осанки в четырех плоскостях: фронтальной (вид спереди), фронтальной (вид сзади), сагитальной (вид справа), сагитальной (вид слева). Данная методика позволяет определить кинематические отклонения изгибов позвоночника, асимметрию тела человека в целом, а также определить положение различных ориентиров на теле человека, характеризующих состояние осанки.

Данный метод является трудоемким и требует внимательности от исследователя. Для повышений точности и продуктивности работы требуется разработки программных макросов, которые сократили бы трудоемкость и увеличили бы точность выполнения расчетов.

самом высоком уровне, так как посетители находятся в них длительное время.

Целью является выявление всех параметров внутренней среды арены, которые воздействуют на сооружение и людей, находящихся в нем.

Назначение и план здания – баскетбольная арена. Здание расположено в городе – Брест (Республика Беларусь). Ориентация главного фасада – юг.

Для создания требуемых климатических условий необходимо проектировать и реализовать надежную и эффективную систему вентиляции, как самих спортивно-зрелищных залов, так и имеющихся вспомогательных помещений.

Температура воздуха на арене – от 12 до 18°C. Для зрителей в холодный период года оптимальной температурой воздуха является 18°C, а в теплый период – не выше 25°C.

Влажность воздуха в служебных помещениях должна составлять от 30 до 60 %. Такие же показатели влажности поддерживаются и для зрителей.

Следуя из всего вышеперечисленного, раздача воздуха на арене осуществляется вертикальными регулируемыми струями через инъекционные воздухораспределители, в зону зрителей (трибуны) – через сопловые распределители.

Система вентиляции и воздухораспределения должна обеспечивать подачу не менее 80 м<sup>3</sup>/ч наружного воздуха на одного занимающегося и не менее 20 м<sup>3</sup>/ч на одного зрителя. Подвижность воздуха в зонах нахождения занимающихся должна быть не более 0,5 м/с.

По режимам работы были выявлены температура и влажность воздуха на арене для зрителей в холодный и теплый период года.

Анализируя все параметры внешних и внутренних сред, способных негативно влиять на конструктивные компоненты спортивного сооружения, а также на здоровье людей, непосредственно находящихся в данном здании, учитывались данные факторы: теплопоступления, теплотери, влагопоступления, поступления CO<sub>2</sub>.



Рис. Общий вид тренажёра для тренировки учащихся БНТУ

Принцип действия тренажёра состоит в следующем. До выполнения упражнения настраивается сила сопротивления электродвигателя для создания необходимой нагрузки. Спортсмен садится на сидение, колени при этом упираются в предназначенный для этого упор. Исходное положение – хват за перекладину, ширина хвата и положение рук выбирается индивидуально в зависимости от целевого упражнения. Сгибанием рук в локтях спортсмен тянет перекладину к груди либо за голову в зависимости от задания. Далее следует разгибание рук и возврат в исходное положение. Если тренер, зная индивидуальные особенности спортсмена и наблюдая за выполнением упражнения, сочтет необходимым изменить силу сопротивления электродвигателя при выполнении упражнения, то, изменяя силу сопротивления посредством переключателя, он устанавливает в любой момент времени нужную величину нагрузки, не прерывая выполнение спортсменом заданного упражнения.

УДК 796.028

## **ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ БАСКЕТБОЛЬНОЙ АРЕНЫ**

Студенты гр.11902117 Яцко Н.А., Долгачева Д.О.

Беляева А.А.

Белорусский национальный технический университет

В спортивных сооружениях предъявляются повышенные требования к инженерным системам и их оборудованию. Комфортность пребывания в спортивных и физкультурно-оздоровительных объектах должна быть на



В ходе проекта была скомпонована схема автоматизации системы климатизации для ледового дворца г. Лида, которая изображена на рисунке.

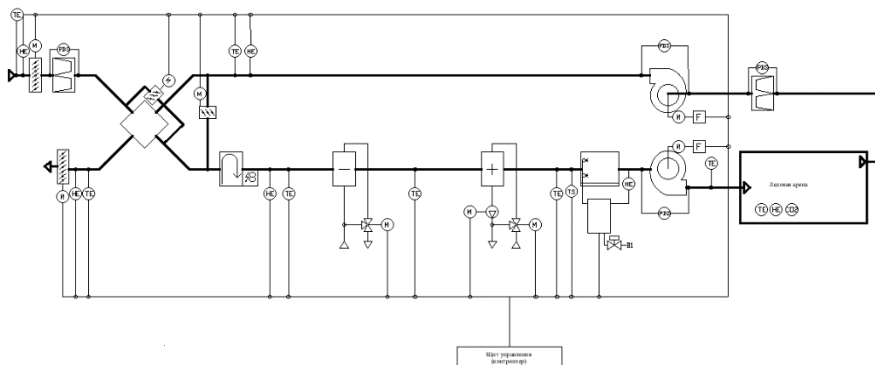


Рис. Схема автоматизации системы климатизации ледового дворца г. Лида

Основные элементы, которые используются для автоматизации системы климатизации ледового дворца: контроллер (щит автоматизации), датчики, терморегуляторы, приводы исполнительных устройств. Управление установкой осуществляется контроллером, установленным в щит управления. После пуска установки контроллер, получая сигнал от датчиков температуры, управляет степенью рекуперации, а также нагревом воздуха в воздухонагревателе. Поддержание заданной влажности в помещении осуществляется путем регулирования рециркуляции и выбора режима работы установки. Если подключить датчики к щиту автоматизации системы кондиционирования, который, в свою очередь, учитывает тип сигнала (аналоговый, дискретный или пороговый), передаваемого преобразователем, то после программирования контроллер может вывести систему на заданные параметры работы, а система за счет этого способна функционировать в полностью автоматическом режиме.

УДК 796.022

## ТРЕНАЖЁР ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ УЧАЩИХСЯ БНТУ

Студент гр. 11904116 Яцевич А.А.

Кандидат пед. наук, доцент Васюк В.Е.

Белорусский национальный технический университет

Тренажёр для тренировки учащихся БНТУ предназначен для развития силовых способностей мышц верхних конечностей и туловища. Общий вид тренажёра представлен на рисунке.

ляции, как самих спортивно-зрелищных залов, так и имеющих вспомогательных помещений.

В соответствии с требованиями к поверхности льда и воздуха ледового дворца, а также с полученными в ходе исследования данными с помощью программы CLIMATSIAT была сконпанована конечная система климатизации для ледового дворца г. Лида (рисунок).

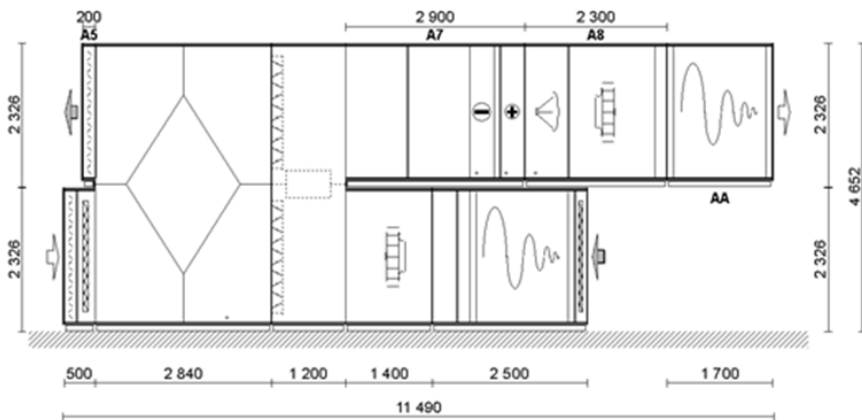


Рис. Схема установки для обработки воздуха ледового дворца г. Лида

Устройство спроектировано так, чтобы соответствовать ряду требуемых функций, таких как смешение, фильтрация, нагрев, охлаждение, осушение, увлажнение, воздухообмен, рекуперация и шумоглушение. Длину и высоту устройства можно увидеть на рисунке, ширина составила 2172 мм, а масса – 7098 кг ( $\pm 10\%$ ).

По итоговым расчетам было выявлено, что расход воздуха при максимальной загрузке объекта составил  $116322 \text{ м}^3/\text{ч}$ , и для его подготовки и доставки в помещение понадобится 3 установки с расходом не менее  $38774 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

УДК 796.028

## АВТОМАТИЗАЦИЯ УСТАНОВОК КЛИМАТИЗАЦИИ ЛЕДОВОГО ДВОРЦА Г. ЛИДА

Студент гр. 11902116 Шешко В.В.

Ст. преподаватель Ливанский Д.Г.

Белорусский национальный технический университет

Системы климатизации воздуха предназначены для создания и автоматического поддержания необходимых параметров воздуха в помещениях.

Большой популярностью пользуются ледовые дворцы, на сегодняшний день в Республике Беларусь насчитывается более 30 ледовых арен.

Климатизация – комплекс климатического оборудования и системы автоматизации, обеспечивающих создание искусственного климата во всём помещении.

Спортивные сооружения формата ледового дворца имеют две уникальные особенности: во-первых, требуется обеспечить и поддерживать две разные по температурно-влажностным показателям зоны – оптимальные условия для болельщиков и спортсменов, а также условия оптимального функционирования ледового поля; во-вторых, требуется задать требуемую холодильную мощность для намораживания и сохранения ледового покрытия в разные периоды года и для различных режимов эксплуатации льда.

Объектом разработки был выбран ледовый дворец спорта г. Лида, который используется для массового катания людей, проведения хоккейных матчей, тренировочной деятельности спортсменов, а также проведения различных мероприятий.

Ледовый дворец включает в себя ледовое поле размером 30×60 метров, оборудованное трибунами на тысячу зрительских мест. В ходе проектирования были проведены расчеты толщины слоя утеплителя (0,1 м), тепловлажностный режим наружной стены (3,741 м<sup>2</sup>×ч×Па/м), теплопоступления (от людей – 155 кВт), от освещения и электрооборудования – 36,75 кВт, от табло – 27,84 кВт, от солнца – 15,89 кВт), теплопотерь (холодный период года – 81,635 кВт, переходный период года – 10 кВт), влагопоступлений от людей (61,5 кг/ч), поступлений CO<sub>2</sub> (36 кг/ч), воздухообмена по тепловлажностному режиму и по CO<sub>2</sub>, воздухораспределения.

Также был осуществлен подбор воздухообрабатывающей установки с определенными характеристиками, которая позволяет корректно выполнять свои задачи, поддерживать благоприятный микроклимат внутри ледовой арены для проведения как тренировочной, соревновательной деятельности, так и для проведения различного рода мероприятий.

УДК 796.028

## **ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ КЛИМАТИЗАЦИИ ДЛЯ ЛЕДОВОГО ДВОРЦА Г. ЛИДА**

Студент гр. 11902116 Шешко В.В.

Ст. преподаватель Ливанский Д.Г.

Белорусский национальный технический университет

Для создания требуемых климатических условий была задана цель спроектировать и реализовать надежную и эффективную систему вентили-

Измерение параметра производится путем закрепления магнита на шатун велосипеда и закреплением геркон-датчика на раме велосипеда. В момент прохождения шатуна рядом с рамой велосипеда происходит замыкание контактов геркона 1 и сигнал поступает в блок предварительной обработки сигнала датчика каденса по линиям 2. После, в параллельном формате, сигнал поступает на схему параллельно-последовательного преобразования сигнала. В схеме происходит его преобразование в последовательный формат.

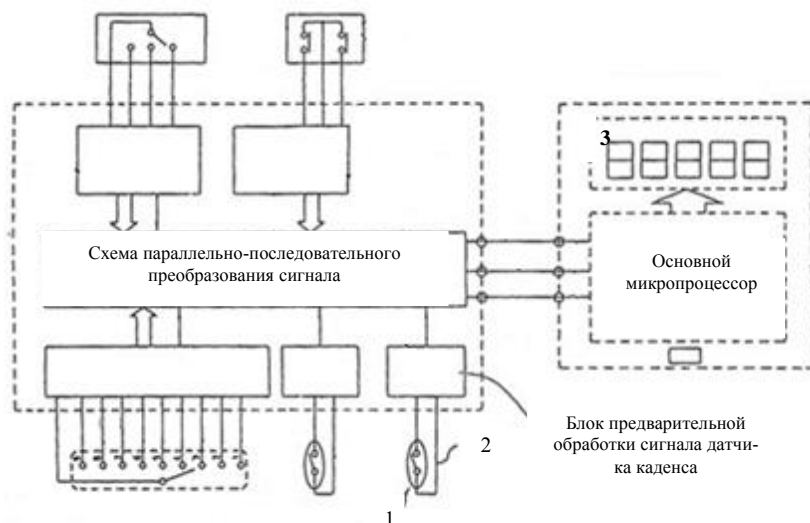


Рис. Цикловой велокомпьютер

Далее сигнал поступает в основной микропроцессор, где происходит идентификация сигнала и другие операции обработки, после чего данные выводятся на дисплей 3.

УДК 796.028

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ КЛИМАТИЗАЦИИ ЛЕДОВОЙ АРЕНЫ НА ПРИМЕРЕ ЛЕДОВОГО ДВОРЦА Г. ЛИДА

Студент гр. 11902116 Шешко В.В.

Ст. преподаватель Ливанский Д.Г.

Белорусский национальный технический университет

Роль спорта в современном ритме жизни очень высока. В любом крупном городе располагается большое количество спортивных объектов.

Бросок – прием, позволяющий забросить мяч в ворота или осуществить его передачу, который можно выполнить в опорном положении, в падении, в прыжке, с места, с разбега. Основные составляющие броска – мощность, скорость, сила, правильность выполнения. Штрафной бросок – это бросок, который производится с места с обязательной опорой на впереди стоящую ногу.

Нами изучены модельные характеристики техники выполнения штрафного броска мяча с места. Для получения количественных данных использовалось спидографическое устройство Tendo и аппаратно-программный комплекс Qualisys. В Tendo были рассмотрены графики трех попыток с определением лучшей с точки зрения характеристик броска. В Qualisys была выбрана определенная точка, отмеченная на правой кисти спортсмена, так как скорость и вращение, с которыми был выпущен мяч, полностью зависели от движения в кистевом суставе. Проанализированы результаты составляющих броска, разобраны основные ошибки его выполнения, худшее и лучшее повторения, проведен их сравнительный анализ. Выявлено, что основным аспектом правильного и четкого выполнения штрафного броска является его резкость. При максимальной резкости достигаются максимальные значения. Для достижения лучшего результата необходимо больше времени на тренировках отрабатывать штрафные броски, разбирать основные ошибки при его выполнении для того, чтобы в последствии избежать их.

УДК 621.1

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КАДЕНСА**

Студент гр. 11904117 Цинкевич С.В.

Ст. преподаватель Ломтев А.А.

Белорусский национальный технический университет

В современном велоспорте необходимо отслеживать такой важный параметр как каденс (число оборотов педалей в минуту).

Для этого применяются различные устройства. Самыми распространенными из них являются следующие:

- велосипедные навигаторы, к которым можно подключить самые различные датчики, в том числе датчик для измерения каденса;
- мобильные телефоны, которые имеют возможность подключения датчика со встроенным модулем Bluetooth;
- велокомпьютеры, которые могут иметь как встроенный датчик, так и отдельно подключаемый.

В данной работе был рассмотрен цикловой велокомпьютер с возможностью измерения каденса, функциональная схема которого представлена на рисунке 1.

$$L = \frac{L_{max} \cdot (L \cdot W)}{F_{\text{потолка}}}$$

Также построены графики обработки воздуха на i-d диаграммах для каждого из режимов работы с отображёнными на них процессами подготовки воздуха. Для каждого режима работы здания по i-d диаграммам были выбраны схемы установок обработки приточного воздуха, посредством которых удалось составить общую схему установки, изображённую на рисунке.

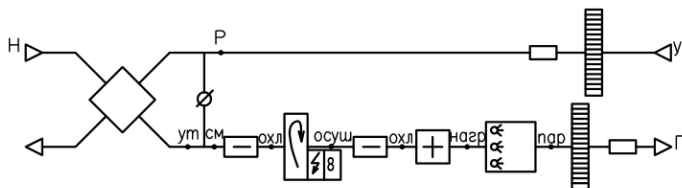


Рис. Воздухообрабатывающая установка

Для обслуживания здания крытого слалома необходимо 15 таких установок, мощность каждой 34 810 м<sup>3</sup>/ч. В настоящее время остаётся актуальной проблема выявления особенностей проектирования спортивных комплексов для всесезонных занятий зимними видами спорта.

УДК 796.322

## МОДЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УПРАЖДЕНИЯ «БРОСОК МЯЧА В ГАНДБОЛЕ» (НА ПРИМЕРЕ ШТРАФНОГО БРОСКА)

Студент гр. 11904117 Траханов А.П.

Белорусский национальный технический университет

Гандбол – атлетическая игра, предъявляющая высокие требования к двигательным и функциональным возможностям спортсмена. Сила и координация игроков – главные составляющие победы. Передвижение на высокой скорости сочетается с ловлей, передачей и броском мяча в ворота. Двигательная деятельность включает ходьбу, бег, прыжки, рывки, ловлю и передачу мяча, броски мяча в ворота, точность которых определяется умением поражать мячом неподвижную и движущуюся цель с места или в движении и зависит от позиции игрока по отношению к воротам противника и от действий вратаря противника. Умение выполнить точный бросок является составным компонентом временно-пространственной координации (способности оценить ситуацию и предугадать ее продолжение), межмышечной и внутримышечной координации, определяемой конкретной двигательной активностью и траекторией перемещения игрока.

системы звукоусиления является равномерное распределение звука по областям, где находятся слушатели.

В процессе проектирования было выполнено электроакустическое трехмерное моделирование линейных массивов и коаксиальных акустических систем в программе SOUNDVISION. В данной программе была построена трехмерная модель ГУ «Национальный олимпийский стадион «Динамо». Также были введены координаты озвучиваемых плоскостей, что позволило получить наиболее оптимальное количество акустических систем, а также предельно эффективное размещение и направление их в пространстве. Для воспроизведения низких частот и придания звучанию объема было рассчитано необходимое количество сабвуферов фирмы L-Acoustics.

Были разработаны структурная схема акустической системы, структурная схема подключения микшерного пульта, схема устройства колонки, схема подвеса, а также схема подключения электрического питания.

Для подключения элементов сценического оборудования был выбран акустический кабель. Для питания звукового оборудования был произведен выбор распределительных устройств и электрического кабеля с разъёмами типа СЕЕ.

Данная система является универсальной и может быть использована при проведении культурно-зрелищных мероприятий, а также для проведения спортивных мероприятий любого уровня.

УДК 796.028

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОЗДУХООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ КРЫТОГО СЛАЛОМА**

Студент гр.11902117 Скрипко В.С.

Белорусский национальный технический университет

В работе исследовались параметры внутренней среды крытого слалома, которые воздействуют на сооружение и людей, находящихся в нем. Внутри данного спортивного объекта существует искусственная среда, пригодная для создания и круглогодичного поддержания устойчивого снежного покрова. В зависимости от проводимого мероприятия необходимо поддерживать различные температурные режимы внутри здания при помощи воздухообрабатывающей установки. Был осуществлён расчёт толщины слоя утеплителя, расчёт тепловлажностного режима, расчёт теплоступлений и теплопотерь, расчёт влагоступлений, расчёт поступлений  $\text{CO}_2$ . По режимам работы были рассчитаны воздухообмен и воздухораспределение сооружения крытого слалома. Расход воздуха определяется по формуле:

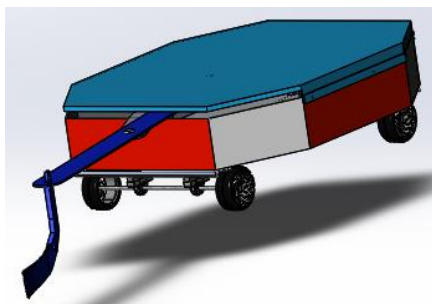


Рис. Устройство для обучения дриблингу

Данное устройство передвигается на 4 колёсиках, задняя ось вращается за счёт ремённой передачи, она же связана напрямую с двигателем, отвечающим за передвижение. Благодаря пульта управления, устройство дистанционно получает команду передвижения вперёд или назад. Данная скорость передвижения напрямую зависит от встроенного двигателя. За передвижение клюшки отвечает кривошипно-шатунный механизм.

Устройство для обучения дриблингу в хоккее безопасно в работе и отвечает требованиям, предъявляемым к спортивным устройствам.

УДК 796.028

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЗВУКОУСИЛЕНИЯ  
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КОНЦЕРТНОГО МЕРОПРИЯТИЯ  
НА ГУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ОЛИМПИЙСКИЙ СТАДИОН  
«ДИНАМО»**

Студент гр. 11902116 Сидорчик А.В.

Ст. преподаватель Барановская Д.И.

Белорусский национальный технический университет

Система звукоусиления – это совокупность устройств, которая включает в себя акустические системы, процессоры обработки звука, усилители звука и контролируется микшерным пультом, который делает звуки громче, а также может распространять их на большую или более удаленную территорию. Также система звукоусиления используется для улучшения или изменения звука, получаемого от источников на сцене, обычно с использованием электронных эффектов.

Система звукоусиления разрабатывается и проектируется так, чтобы улавливать и усиливать звук и доставлять его аудитории. Главной ролью



Устройство состоит из следующих основных элементов: рама основания, каркас, компрессор, шаговый двигатель, линейный актуатор, подшипниковые узлы, ролики.

В раме предусмотрены отверстия для установки четырёх роликов, позволяющих перемещать конструкцию в пространстве, и отверстия для установки линейного актуатора и подшипниковых узлов. В каркасе предусмотрены отверстия под болт для установки подшипниковых узлов, компрессора, ресивера, направляющих для актуатора, держателей для направляющей мячей, трубы с вырезом для мячей и декоративных крышек. В подшипниковые узлы рамы основания и каркаса устанавливается вал для создания оси вращения. В вал линейного актуатора вставляется ступенчатый вал, который сопряжён с направляющими. Приведение в движение вала линейного актуатора перемещает ступенчатый вал вдоль предусмотренной прорези в направляющих, что позволяет вращать каркас тренажера и регулировать угол вылета мяча. Ресивер компрессора сопряжён с трубой для мячей с помощью Г-образных труб и соединительных муфт. Подача мячей в трубу осуществляется с помощью лопасти, установленной на валу шагового двигателя. «Выстрел» мяча из трубы осуществляется ударом сжатого воздуха.

С помощью тренажёра для тренировки волейболистов тренирующийся получает возможность задавать скорость и угол вылета мяча.

УДК 796.022

## **СПОРТИВНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ДРИБЛИНГУ В ХОККЕЕ**

Студент гр. 11904116 Савось В.Г.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И.Н.

Белорусский национальный технический университет

Устройство для обучения дриблингу в хоккее способно заменить тренировку ведения шайбы без реального соперника, развивает навык владения шайбой во время занятий в зале без использования устройства на льду.

Конструкция устройства для обучения дриблингу состоит из стального каркаса на колёсиках, в котором находится механизм для поворота клюшки, двигатели отвечающие за передвижение устройства и сам механизм (рисунок). Скорость поворота клюшки и всего устройства осуществляется с помощью пульта управления.

Данное устройство может работать в двух режимах:

- движения клюшки при неподвижном устройстве;
- движения клюшки при перемещающемся устройстве.

Для измерения частоты дыхания или вентиляции можно использовать расходомер воздуха. Анализ, сегментирование и расчет выполняются программным обеспечением, таким как Microsoft Excel или специализированным, которое можно интегрировать в приложения для фитнес-тестов на различных устройствах, включая, например: пульсометры, смартфоны, планшеты и фитнес-браслеты, где подходящее устройство имеет процессор, память и программное обеспечение, а также пользовательский интерфейс.

### Литература

1. Михайлов В.М. Нагрузочное тестирование под контролем ЭКГ: велоэргометрия, тредмилл-тест. – Иваново, 2018. – 545 с.
2. Фитнес: [учеб. пособие] / О.В. Сапожникова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 144 с.

УДК 796.022

## ТРЕНАЖЁР ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ ВОЛЕЙБОЛИСТОВ

Студент гр. 11904116 Рутковский А.В.

Кандидат пед. наук, доцент Васюк В.Е.

Белорусский национальный технический университет

Тренажёр для тренировки волейболистов предназначен для развития скоростно-силовых и координационных способностей волейболистов. Общий вид тренажёра представлен на рисунке.

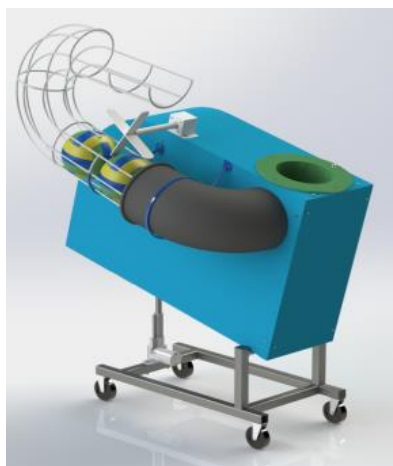


Рис. Общий вид тренажёра для тренировки волейболистов

бирования измеренного  $VO_{2max}$  или  $ME_{Tmax}$  в зависимости от возраста и пола человека, в зависимости класс фитнеса. Предпочтительный метод состоит из следующих этапов:

1. Пользователь выбирает тип упражнения и вводит свои личные параметры (как минимум возраст, желательно максимальную частоту пульса). Позже максимальная частота пульса может быть определена во время сеансов упражнений, выполняемых пользователем, и при необходимости обновлена.

2. Сбор данных сердцебиения и данных о производительности во время сеансов упражнений, выполняемых пользователем. Пользователь может свободно выполнять упражнения, но также можно дать пользователю общие рекомендации о том, как получить наиболее точные результаты.

3. Сегментация собранных данных по разным диапазонам частоты пульса

4. Расчет надежности различных сегментов данных

5. Расчет весовых коэффициентов для различных сегментов данных на основе их надежности или исключения сегментов данных с низкой надежностью из дальнейшего анализа, где низкая надежность характеризуется следующими факторами:

Сегменты данных в самом начале каждой тренировки (например, первые 3 минуты)

Сегменты данных со значительными изменениями определяемых параметров интенсивности сердечных сокращений или внешней рабочей нагрузки. Если выходная мощность не измеряется напрямую, сегменты с крутыми спусками должны быть исключены.

6. Выбор наиболее надежных сегментов данных для дальнейшего анализа; или выбор всех сегментов данных для дальнейшего анализа, в которых сегменты данных с высокой надежностью имеют высокие весовые коэффициенты.

7. Формирование оценки уровня физической подготовки человека путем использования либо линейной, либо нелинейной зависимости между одним или несколькими определяемыми параметрами сердечного ритма и данными о производительности человека или с использованием только данных о производительности.

8. Предоставление человеку плана тренировок, оптимального с учетом его/ее уровня физической подготовки.

Использование информации о физической форме пользователя в автоматическом управлении одной тренировкой, при этом цель автоматического руководства состоит в том, чтобы заставить пользователя достичь заранее установленной физиологической цели. Предварительно установленная физиологическая цель может быть установлена пользователем или системой автоматического планирования тренировок.

Основные технические характеристики системы: система может обслуживать до 10 дорожек; автоматическое тестирование всех компонентов системы хронометража, финишных панелей; система фальстарта; кнопки секундометристов А, В, С; встроенный усилитель для динамиков на каждой дорожке; до 20 динамиков мощностью 45 Вт каждый; автоматическое определение номера дорожки; встроенный LED стробоскоп; подключение 2-х стартовых микрофонов; ручное и автоматическое выставление параметров бассейна; автоматическое и ручное выставление дистанции; встроенный цветной дисплей для отображения параметров дистанции; вывод на встроенный дисплей бегущего времени, времени реакции, сплитов, пройденной дистанции, результатов, места; тип хронометра – циклический; диапазон измерения времени от 0 до 23 ч 59 мин 59.99 сек; точность измерения результатов до 0.001 сек.; питание от внешнего источника питания 24 В; встроенный аккумулятор 24 В; диапазон рабочих температур от 0 °С до 50 °С.

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

УДК 57.087.1

## **АНАЛИЗ ДАННЫХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ФИТНЕС-ТЕСТОВ**

Магистранты гр. 915441 Ращинский О.Д., Михнюк В.А.

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

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Предлагается способ снятия и анализ данных во время проведения фитнес-теста, при котором пользователь может свободно тренироваться (бегать и ездить на велосипеде, велоэргометре, гребном велоэргометре, беговой дорожке) и который обеспечивает оценку физической формы пользователя во время и / или после упражнения. Анализ может быть выполнен как в режиме реального времени, так и в виде постанализа [1].

Оценка физического состояния человека может быть дана на основе одного сеанса, если имеется уверенность в надежности данных. В иных случаях и для повышения точности оценки можно использовать несколько сеансов упражнений.

Определение кардиореспираторной пригодности человека означает определение способности к аэробной нагрузке, обычно измеряемой как  $VO_{2max}$  или  $MET_{max}$  ( $MET$ -метаболический эквивалент, 1  $MET$  = уровень метаболизма человека в состоянии покоя) [2]. Определение кардиореспираторной пригодности также может быть выполнено путем масшта-

марки ИРП-1338. Применение в качестве панели управления – плёночной панели, обеспечивает дополнительный уровень герметизации.

При помощи расчётов установлено, что максимальное усилие сжатие прокладки уплотнения составляет не более 340 Н. Определён тип оптимальной посадки для сопряжения печатного узла и ступенчатой опоры – Н9/е10. Данная посадка обеспечит безопасное функционирование соединения. Твердотельная модель блока управления (рис.) тренажёром для тренировки гребцов и рабочие чертежи деталей конструкции разработаны при помощи САПР SolidWorks.

УДК 621

## **СИСТЕМА ХРОНОМЕТРАЖА В ПЛАВАНИИ**

Студент гр. 11902117 Презов И.А.

Ст. преподаватель Ломтев А.А.

Белорусский национальный технический университет

Спорт (в любом виде) – это соревнование. Одним из главных атрибутов любых соревнований является судейство, и систему хронометража в плавании можно отнести к подобным. На соревнованиях высокого уровня крайне сложно определить победителя и установить точный результат заплыва. Сложность заключается в том, что спортсмены, как правило, одного уровня, а в случае международных соревнований, таких как ЧМ, ЧЕ или ОГ, то уровень спортсменов – мировой. Разница между первым и вторым местом минимальна и очень часто составляет сотые доли секунды. Для решения проблемы судейства применяются различные технические средства.

Существует два основных способа замерять время в плавании. Первый – использование простого хронометра (секундомера). Способ простой и экономичный. Но подходит он только для соревнований школьного уровня, так как имеет ряд недостатков: малая точность и большая погрешность. Для соревнований высокого уровня такое устройство не подходит.

Второй вариант – система хронометража. Эта специальное оборудование, которое позволяет точно определять победителя заплыва, распределять участников по результатам и выводить результаты заплыва на электронное табло. Система имеет панели касания, которые прикреплены к бортику бассейна. Стартовые sireны подают сигнал старта и с ними начинается отсчёт времени. При касании панели спортсменом цепь замыкается и время передаётся на компьютер.

Система имеет ручной и автоматический режимы определение дистанции. В ручном режиме система управляется с пульта управления или с компьютера.

Таким образом, адаптивная кинезитерапия с применением роботизированных систем является неотъемлемой частью современной медицинской реабилитации.

### Литература

1. Лукашевич В.А. Адаптивная кинезитерапия в коррекции дефектов пространственного ориентирования у постинсультных пациентов / Лукашевич В.А., Пономарев В.В., Тарасевич М.И. // Наука и здравоохранение. – 2019. – № 3(21). – С. 108–115.

УДК 621.396

## БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНАЖЁРОМ ДЛЯ ГРЕБЦОВ

Студент гр. 11904116 Нурсахадов Н.М.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И.Н.

Белорусский национальный технический университет

Освоение техники гребли и её совершенствование является основной задачей задачи тренировки. Блок управления предназначен для контроля и управления работой гребного тренажёра, для динамичного изменения параметров воздействия нагрузки.

Цель данной работы является разработка конструкции блока управления для дистанционного изменения параметров работы тренажёра для гребцов.

Разработано техническое задание на проектирование конструкции блока управления климатического исполнения Т2 и степени защиты конструкции IP55.

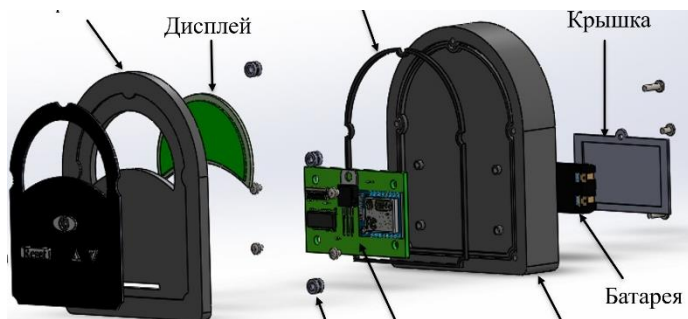


Рис. Блок управления тренажёром для гребцов

Для обеспечения технологичности и ремонтпригодности конструкции, защитный корпус выполнен разъёмным. Требуемый уровень герметичности обеспечивается прокладкой уплотнения из силиконовой резины

В качестве панели управления применяется плёночная панель с 4-х ножковыми клавишами с металлической мембраной для создания чётко ощущаемого тактильного эффекта со щелчком.

Длина шлейфа коммутации плёночной панели составляет 40 мм.

В ходе выполнения данной работы при помощи САПР SolidWorks разработаны твердотельные модели всех деталей и конструкции блока управления (рис.) в целом, а также сборочный чертёж конструкции и рабочие чертежи деталей.

УДК 681

## **ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ**

Магистранты гр. 915441 Михнюк В.А., Ращинский О.Д.

Кандидат техн. наук, доцент Давыдов М.В.

Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники

По оценкам ВОЗ, в настоящее время 2,4 миллиарда человек в мире имеют такие нарушения здоровья, облегчению которых может способствовать реабилитация. Актуальным направлением является двигательная реабилитация. Реабилитацию можно проводить как с применением технических средств, так и без их применения.

Современное развитие науки и робототехнике формирует новый тренд медицинской реабилитации, обозначенной как роботизированная реабилитация. За последнюю декаду в мире разработано много реабилитационных роботов. Каждое техническое решение имеет как положительные, так и отрицательные стороны.

Целью исследования является описание общих принципов устройства реабилитации. Устройство должно соответствовать 4 принципам:

Принцип безопасности. Устройство должно соответствовать требованиям безопасности при применении в реабилитации.

Принцип методологии. Устройство должно реализовывать определенный метод реабилитации. Примером может служить методика персонализированной адаптивной кинезитерапии. Применение методики позволяет достигать лучших результатов восстановления.[1]

Принцип физиологической направленности. Устройство должно воздействовать на физиологические процессы: биомеханика, нейромышечная активация, нейросенсорная активация.

Принцип обратной связи. Устройство должно предоставлять информацию пользователю о изменении собственных физиологических процессов.

Область применения ГОУ – тренировочный процесс. Данная конструкция может использоваться в тренировочном процессе волейболистов различной квалификации. Устройство состоит из следующих основных элементов: стойка (состоящая из швеллера и зубчатой рейки), каркасная рама, направляющие и механизм для скатывания мячей, корзина с фиксаторами мяча. Вертикальное перемещение каркасной рамы относительно стойки управляется двигателем.

Тренажёр служит для формирования и закрепления двигательного навыка спортсменов и получения максимального результата в тренировочном и соревновательном процессе.

УДК 621.396

### **БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНАЖЕРОМ ДЛЯ БОКСЁРОВ**

Студент гр. 11303117 Маргуж М.А.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И.Н.

Белорусский национальный технический университет

Благодаря тренажёрам в наши дни возможно развивать разнообразные двигательные качества и способности, а также создавать необходимые условия для точного контроля и управления важнейшими параметрами тренировочной нагрузки.

Целью работы является разработка конструкции блока управления интегрированного с тренажёром Cardio boxer климатического исполнения ВЗ и степени защиты конструкции IP 44.

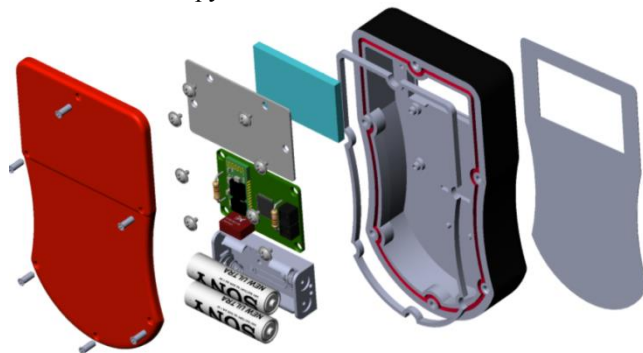


Рис. Блок управления тренажером для боксёров

Для обеспечения требуемой степени защиты между сопрягаемыми частями корпуса применяется прокладка уплотнения из силиконовой резиновой смеси марки ИРП-1338 НТА. Рассчитана необходимая сила сжатия уплотнительной прокладки, которая составляет не более 700 Н.



течение 10 секунд. Этот сигнал устойчив к помехам, а значит и вероятность погрешности очень мала.

Использование систем видеорегистрации позволяет повысить объективность судейства.



Рис. Схема расположения камер на футбольном поле

УДК 796.022

## **ТРЕНАЖЁР ДЛЯ ОТРАБОТКИ НАПАДАЮЩЕГО УДАРА В ВОЛЕЙБОЛЕ**

Студент гр. 11904116 Лютынский С.Ю.  
Снарская Е.А.

Белорусский национальный технический университет

Тренажёр для отработки нападающего удара в волейболе (ТОУ) (рисунок) предназначен для тренировки спортсменов, занимающихся волейболом.

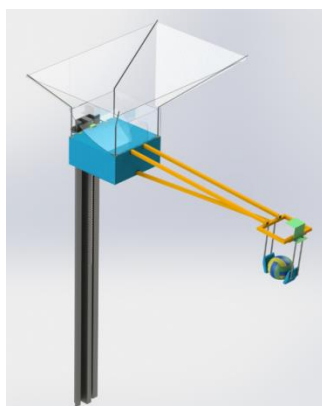


Рис. Твёрдотельная модель конструкции тренажёра для отработки нападающего удара в волейболе

Принцип работы тренажёра заключается в том, что при соприкосновении струн теннисной ракетки с мячом, мяч по инерции направляется вперёд, но за счет храпового механизма, соединенного со стержнем, на котором крепится теннисный мяч, происходит возвращение в исходную позицию. Если же тренер либо спортсмен сочтет необходимым поменять высоту нахождения теннисного мяча на стержне и скорость перемещения каретки, на которой крепится весь узел (храповой механизм, стержень и мяч), то это можно сделать в любой момент времени с помощью блока управления. Посредством переключателя на пульте управления спортсмен (или тренер) устанавливает необходимую исходную высоту нахождения теннисного мяча и скорость перемещения каретки направляющей.

Применение данного технического устройства позволяет совершенствовать технику и качество подачи в теннисе, повысить эффективность ударов справа и слева, а также развивать силу мышц верхних конечностей спортсменов.

Тренажёр для ударов в большом теннисе безопасен в работе и отвечает требованиям, предъявляемым к спортивным тренажерам.

УДК 796.028

## **СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ СТВОРА ВОРОТ ФУТБОЛЬНЫМ МЯЧОМ**

Студент гр. 11902119 Лукашевич В.А.

Ст. преподаватель Барановская Д.И.

Белорусский национальный технический университет

Футбол – игра, в которой победитель определяется по наибольшему количеству мячей, забитых в ворота соперника. Однако, бывают моменты, когда возникает необходимость в уточнении сложившейся у ворот спорной ситуации и правильности принятия решения арбитром о засчитанном голе. С этой целью используются различные системы видеорегистрации. Одна из них – Hawk-Eye. Это система, которую используют в футболе для объективизации судейства. Ее основа – несколько высокоскоростных камер (500 кадров в секунду), стоящих по периметру поля. В футболе их 14 (семь с одной стороны ворот и семь с другой) (рисунок).

Эти камеры устанавливаются на крыше или непосредственно под крышей. Если крыши нет, то их ставят в других местах, но очень важно, чтобы у камер был свободный обзор. Hawk-Eye постоянно моделирует на компьютере все, что происходит в штрафной и вычисляет положение мяча относительно ворот. Для идентификации гола достаточно и двух камер, остальные пять помогают определить местонахождение мяча. Если он пересек линию, то главный арбитр получает сигнал на свои часы в

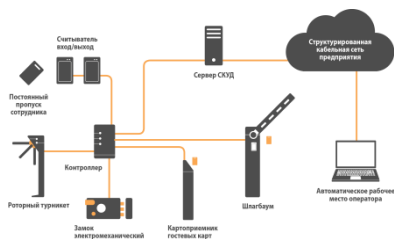


Рис. Используемое в системе оборудование

Принцип работы СКУД: сотрудник или рабочий, подходя к считывателю, подносит идентификатор к контроллеру. Он же, в свою очередь, обрабатывая данные с идентификатора, решает открывать преграждающее устройство или нет.

Нами была разработана СКУД в здании крытого катка ГУ «Хоккейный клуб "Юность-Минск"». Проанализировав текущий рынок было решено использовать оборудование системы контроля и управления доступом компании PERCo. Оборудование полностью соответствует требованиям, а именно, доступной ценой, качеством и подходит под нужные характеристики. Также рассчитаны затраты на приобретение нужных материалов. Предлагается использовать программное обеспечение фирмы PERCo.

УДК 796.022

## СПОРТИВНЫЙ ТРЕНАЖЁР ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УДАРОВ В БОЛЬШОМ ТЕННИСЕ

Студент гр. 11904116 Литовченко В.А.

Снарская Е.А.

Белорусский национальный технический университет

Конструкция тренажера для совершенствования ударов в большом теннисе состоит из стального каркаса, одной направляющей, на которой расположена каретка, двух шарикоподшипниковых механизмов, храпового механизма и стержня, на котором расположен теннисный мяч.

Упражнения на тренажере для совершенствования ударов в большом теннисе включает в себя два вида упражнений:

- отработка ударов справа и слева (форхенд и бэкхенд) – высота направляющей регулируется в зависимости от антропометрических данных спортсмена;

- отработка подачи – высота направляющей увеличивается, по сравнению с упражнениями по отработке ударов справа и слева и регулируется в зависимости от антропометрических данных спортсмена.

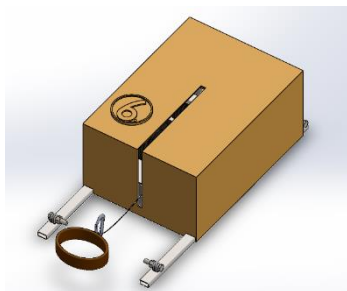


Рис. Устройство для тренировки рывка из низкого старта

Тренажёр устанавливается в заранее подготовленное место и закрепляется болтами для большей устойчивости, после чего спортсмен надевает на себя пояс, присоединённый к тросу при помощи карабина, который намотан на барабан. При подаче сигнала от пульта мотор-редуктор начинает вращать барабан, сматывая трос, что начинает оказывать нагрузку на спортсмена, которой он должен сопротивляться при отталкивании из низкого старта.

Применение данного технического устройства позволяет повысить эффективность развития силы мышц ног спортсменов за счет регулирования величины нагрузки с учетом их индивидуальных физических возможностей.

УДК 796.028

### **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ В ЗДАНИИ КРЫТОГО КАТКА ГУ «ХОККЕЙНЫЙ КЛУБ «ЮНОСТЬ-МИНСК»**

Студент гр. 11902116 Ладесов П.И.

Ст. преподаватель Барановская Д.И.

Белорусский национальный технический университет

Система контроля и управления доступом (СКУД) – это комплекс технических и программных средств, основной задачей которых является ограничение и регистрацию входа-выхода людей или транспорта на какую-либо территорию.

СКУД состоит из следующих компонентов: контроллер, считыватель, коммутатор, кнопка аварийного выхода, кнопка блокировки всех дверей, преграждающее устройство, источник бесперебойного питания (рисунок).

Для получения максимальной пользы от СКУД возможна интеграция с различными системами безопасности, такими как системы видеонаблюдения, системы пожарной и охранной сигнализации.

Табл. Энергозатраты ламп

Период времени	Лампа накаливания, Лк	Светодиодная лампа, Лк
1 день	0,9	0,15
1 неделя	27	3,15
1 год	324	37,8

Преимущества светодиодных ламп перекрывают недостатки, вызванные их стоимостью. Постоянное развитие и совершенствование технологий в изготовлении LED-ламп способствует повышению эффективности и снижению стоимости. Высокая степень энергоэффективности – актуальный аспект в условиях постоянного повышения цен на энергоносители, включая электроэнергию.

Широкое использование светодиодного освещения оказывает наибольшее потенциальное влияние на экономию энергии в Республике Беларусь.

При цене электроэнергии 0,32 рубля за кВт\*ч и режиме работы объекта 15 часов в день, экономия на электроэнергии составляет от 18 тыс. до 32 тыс. долларов в год.

УДК 796.022

## **СПОРТИВНЫЙ ТРЕНАЖЁР ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ НИЗКОГО СТАРТА В СПРИНТЕ**

Студент гр. 11904116 Коротчя У.Д.

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

Белорусский национальный технический университет

Целью проекта являлась разработка тренажёра для тренировки оттачивания из низкого старта. Задачей проекта является усовершенствование тренажёра для тренировки ног с целью улучшения качества тренировок спортсменов.

Данный тренажёр поможет ускорить рост мышечной массы в области ног. Он укрепляет и развивает мышцы нижних конечностей, улучшает скоростно-силовые способности спортсмена, а также его координацию.

Конструкция тренажера для тренировки мышц ног состоит из стальной рамы, защитного кожуха, барабана с тросом, соединенным с мотором-редуктором, пояса, карабина, а также блока микросхемы (рисунок). Нагрузку определяет тренер или сам спортсмен при помощи пульта.

системы – это визуализация информации из источников разного рода, голосование в режиме реального времени, обработка и передача звуковой информации, а также сопровождение ее синхронным переводом; контроль работы дисплея, выбор входов и настройки громкости с единого контроллера.

Согласно проекту в состав системы входит: интегрированная система управления, дискуссионная система, звукоусиливающее и микширующее оборудование, система синхронного перевода, проекционное и коммутационное оборудование.

На основании рассчитанного энергопотребления оборудованием конференц-системы был выбран источник бесперебойного питания, что позволяет обеспечить непрерывность и качество электропитания, а также стабилизировать его параметры в установленных пределах.

Исходя из выше сказанного, спроектированный конференц-зал позволяет проводить различные мероприятия на высоком уровне благодаря мультимедийной системе, обеспечивающей получение качественного аудио и видео сопровождения, удобное управление комплексом через единый интуитивно понятный интерфейс, а также поддержку различных форм индивидуальной и коллективной работы зала.

УДК 796.028

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ОСВЕЩЕНИЯ КРЫТОГО КАТКА**

Студент гр. 11902116 Зданчук А.В.

Ст. преподаватель Барановская Д.И.

Белорусский национальный технический университет

Новые эргономические и экологические стандарты, борьба за энергоэффективность, прогресс элементной базы – все это требует своевременной модернизации.

Если в структуре коммунальных расходов счета за электричество составляют 40% и более – это повод для неотложного анализа эффективности освещения. Не менее тревожные сигналы – аварии, несанкционированное использование сотрудниками дополнительного осветительного оборудования и рост стоимости технического обслуживания системы. Наличие перечисленных факторов предполагает проведение модернизации системы освещения. В первую очередь это замена ламп накаливания на светодиодные. Если учесть, что свет на ледовой арене горит около 15 часов в день, мы получаем примерно такие энергозатраты при использовании вышеупомянутых ламп (таблица).

Принцип работы электрофиксатора для различных видов оружия: для рапиры – ток постоянно движется в цепи и прерывается в момент прикосновения оружия к электроконтактной одежде, вызывая при этом срабатывание сигнала; для шпаги – контакты в электроцепи замыкаются и аппарат регистрирует сигнал; для сабли – аппарат работает в результате контакта между электропроводящей курткой соперника и сабли.

Устройство представляет собой единый контрольно-измерительный комплекс, которым можно управлять как с ИК-пульта удаленно, так и с помощью сенсорного экрана, на который и выводится необходимая информация. Для использования беспроводной аппаратуры предусмотрен беспроводной режим работы устройства.

Всего лишь укол (удар), нанесенный первым, будет зарегистрирован прибором. Устройство сигнализирует взаимные уколы, в случае если промежуток времени между двумя уколами меньше 40 мс, и сигнализирует только об одном уколе, если промежуток времени находится за пределами 50 мс.

В работе проведен анализ источников методических и инструментальных погрешностей при определении момента фиксации уколов и ударов с помощью рассматриваемого устройства.

УДК 796.028

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНФЕРЕНЦ-ЗАЛА АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ ГУ «ХОККЕЙНЫЙ КЛУБ «ЮНОСТЬ-МИНСК»**

Студент гр. 11902116 Емельянов А.А.

Белорусский национальный технический университет

Конференц-зал определяется как нежилое помещение, предназначенное для проведения публичных мероприятий, показов, просмотров аудио- и видеозаписей, предоставляемое вместе с технологическим оборудованием и оснащением, необходимым для использования помещения по прямому назначению.

В комплекс современных мультимедийных систем, обеспечивающих определённый набор функциональности для проведения конференций, совещаний, тренингов и презентаций, входит различное оборудование для отображения визуальной информации, синхронного перевода, звукового и звукоусиливающего оборудования. Также для полноценного функционирования конференц-зала, необходимо наличие коммутационного и вспомогательного оборудования мультимедийной системы, систем синхронного перевода и интегрированной системы управления всем комплексом оборудования системы и техническим оснащением.

Основные функциональные возможности проектируемой конференц-

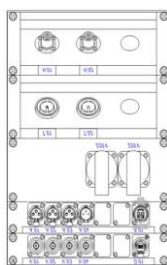


Рис. Схема ШВ

Дополнительно в состав стационарного ПСТТП может входить контрольно-измерительное оборудование для мониторинга сигнальных линий спортивного объекта. Объем транспункта определяется исходя из назначения данного спортивного сооружения. Оборудование помещения ПСТТП: площадки размещения ТВ операторов; комплект коммутационных шкафов (ШВ). Схема коммутационного шкафа с усилителями-распределителями, преобразователями сигнала, устройствами передачи сигнала представлена на рисунке.

УДК 551.508.54

## **ФИКСАЦИЯ УДАРОВ И УКОЛОВ В ФЕХТОВАНИИ**

Студент гр. 11902117 Заяц В.В.

Ст. преподаватель Ломтев А.А.

Белорусский национальный технический университет

На протяжении долгого времени фиксация ударов и укулов в фехтовании осуществлялась визуально. Четыре ассистента главного арбитра располагались по разные стороны дорожки. Так как укулы (удары) происходят в один миг, то зачастую судьи могли не всегда справедливо оценить борьбу. Для более точного судейства стали вводиться правила, по которым укулы (удары) в борьбе регистрировались с помощью электрофиксатора.

На соревнованиях электрофиксаторы эксплуатируются с проводами, связывающие центральный аппарат с курткой фехтовальщика и имеющие при этом световую и звуковую сигнализацию. Индикаторные лампы на приборе свидетельствует о том, что они находятся под напряжением. Укол и удар считается зафиксированным, если давление на наконечниках оружия составляет минимум 4,9Н (500 г.) для рапиры и 7,35 Н (750 г.) для шпаги.

В данной работе рассматривается электрофиксатор, предназначенный для фиксации укулов (ударов) в фехтовании.



В свою очередь, выбор мощности двигателя зависит от массы тренирующегося:

- 1) масса 50–70 кг – требуемая мощность двигателя от 2,00 до 2,75 л.с.;
- 2) масса 80–100 кг – требуемая мощность двигателя от 3,00 до 3,50 л.с.;
- 3) масса 110–160 кг – требуемая мощность двигателя от 3,50 до 4,00 л.с.

Для профессиональных спортсменов существуют дорожки, способные развивать скорость до 45 км/ч.

УДК 796.028

### **МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ, ОБЩЕЙ АНТЕННЫ И ВИДЕОСЪЕМОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В МКСК «МИНСК-АРЕНА»**

Студент гр. 11902116 Денисик А.С.

Ст. преподаватель Барановская Д.И.

Белорусский национальный технический университет

Увеличение объема спортивных программ в ТВ-вещании делает актуальной задачу специализированной подготовки спортивных объектов и оснащения их видео- и аудиооборудованием. Одним из главных ТВ-объектов на спортивном сооружении является полустационарный телевизионный транспункт (ПСТТП), предназначенный для подключения передвижной телевизионной станции (ПТС) к коммутационной инфраструктуре сооружения. Сигналы с коммутационных шкафов, расположенных на территории объекта, по кабельным линиям поступают на ПСТТП для дальнейшей коммутации и выдачи сигнала на ПТС или в любую из аппаратных. ПСТТП обычно имеет коммутационные связи со следующими аппаратными: аппаратной систем телевидения (ПТС); аппаратной интершума; звукоаппаратной; технической аппаратной субцентра; комментаторскими местами; аппаратной волоконно-оптической линии связи; точками подключения камер и микрофонов (шкафы коммутации по всему сооружению); аппаратной систем мультимедиа (управления светодиодными экранами); конференц-залом; аппаратной системы «общей антенны». ПСТТП может быть выполнен как в виде внутренней аппаратной, так и в виде внешнего, расположенного вне здания, коммутационного шкафа. Аппаратная ПСТТП включает в себя оборудование коммутации и распределения сигналов с видеокамер, контрольных и программных видео-аудиосигналов, линий связи, сигналов синхронизации, управления и электропитания внешней ПТС.

мальном ускорении и т.д. Лазеры расположены по горизонтали вдоль обеих сторон корта. Когда теннисист или мяч попадают в активную зону лазера, то автоматически информация об их местоположении на корте поступает в основной судейский штаб. Информация, полученная с камер и лазеров, обрабатывается пятью серверами и благодаря аналитической системе «Diamond Data System» на внешний монитор (или в телевизионную сеть) выдается статистическая информация в реальном времени.

УДК 796.022

## **ОРГАНИЗАЦИЯ НАГРУЗКИ В СИСТЕМЕ ТРЕНАЖЕРА «БЕГОВАЯ ДОРОЖКА»**

Студент гр. 11904118 Дарануца К.С.

Ст. преподаватель Барановская Д.И.

Белорусский национальный технический университет

На сегодняшний день существует огромное количество беговых тренажёров. Тренировочный эффект основан на ходьбе или беге с разной скоростью по движущейся поверхности. Движение и скорость последней могут задаваться как самим человеком за счёт мускульной силы, так и с применением технических средств.

Из-за разнообразия технического обеспечения (двигателей, микроконтроллеров, датчиков и т.д.) эффективность и качество работы тренажера не могут быть однозначны, следовательно, дать полноценную оценку системе организации нагрузки беговой дорожки невозможно. В связи с этим, задача по организации этой системы является актуальной.

Изменение нагрузки тренажера зависит от правильно подобранных электромеханических элементов, которые не просто исполняют свои функции, но и взаимодополняют друг друга.

Беговая дорожка применяется в подготовке профессиональных спортсменов и фитнес-тренировках любителей в следующих целях:

- совершенствование общей выносливости;
- совершенствование аэробных способностей;
- контроль общей и специальной работоспособности;
- регуляция обмена веществ за счет выбора интенсивности нагрузки.

Важным фактором для организации нагрузки является мощность используемого двигателя и энкодер, который задает скорость, изменяет ее и, тем самым, изменяет нагрузку при эксплуатации тренажера.

Рабочая мощность двигателей беговых дорожек подразделяется на три основные категории:

- слабая (до 1,1 л.с.);
- средняя (от 1,5 до 2,0 л.с.);
- высокая (от 2,0 до 4,0 л.с.).

Для формирования качественного воздухообмена необходимо наличие подходящего оборудования, обеспечивающего нормальный режим поступления и вывода воздушных потоков.

Правильно спроектированный комплекс вентиляции важен для комфорта и здоровья спортсменов. Она контролирует влажность и может помочь предотвратить распространение болезни.

УДК 796.028

### СИСТЕМА ВИДЕОПОВТОРОВ «FOXTENN»

Студент группы 11902119 Голуб К.А.

Белорусский национальный технический университет

Теннис является одним из самых консервативных видов спорта, правила в котором в последний раз менялись в 1970 году, когда в игру ради ограничения ее продолжительности ввели тай-брейки. Однако постепенно в тактику и технику тенниса вносятся изменения. Одним из таких нововведений являются системы видеоповторов. Теннисный мяч после удара в среднем достигает скорости 200 км/ч и более. Поскольку человеческий глаз не в состоянии точно зафиксировать точку приземления мяча на таких скоростях, в теннисе резко возросло количество судейских ошибок. В связи с этим начали вводиться системы видеоповторов, с помощью которых можно зафиксировать координаты мяча в пространстве. «FOXTENN» – высокотехнологическая система, состоящая из 44-х сверхскоростных HD-камер (22 на земле и 22 на определенной высоте) и 10 лазеров (рисунок). Каждая камера захватывает 2500 изображений в секунду.

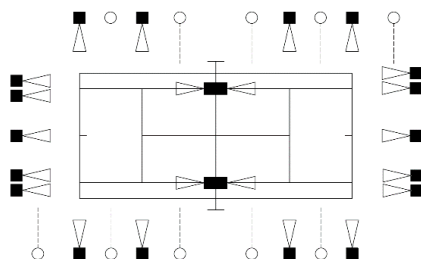


Рис. Схема расположения лазеров и камер системы FOXTENN на теннисном корте

Система синхронизируется работой десяти лазеров, определяет координаты мяча с погрешностью 3 мм и дает информацию о скорости бега и ударов теннисистов, траектории их передвижения на корте, среднем и макси-

Принцип работы тренажёра заключается в преодолении атлетом сопротивления, создаваемого магнитной системой. Спортсмен силой мышц кисти и предплечья вращает вокруг своей оси гриф, преодолевая усилие электромагнитного тормоза, которое может изменяться с помощью пульта.

УДК 796.028

## **ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА ЗАЛА ТЯЖЕЛОЙ АТЛЕТИКИ**

Студент гр. 11902116 Вавулова П.М.

Белорусский национальный технический университет

Зал тяжелой атлетики – это ограниченное помещение, в котором в одно время может находиться десятки человек, занятых выполнением тренировочных заданий с максимальной и субмаксимальной интенсивностью. Уровень нагрузок, концентрация большого числа людей, которые занимаются, создают обстановку, часто превышающую норму по количеству и уровню негативных факторов.

Атмосфера зала тяжелой атлетики обладает испарениями тел, углекислым газом. Упражнения вызывают учащенное и глубокое дыхание, если не производить своевременный воздухообмен, то вместо пользы от упражнений организму будет нанесен большой вред.

Правильно организованный комплекс кондиционирования воздуха и вентиляции должен обеспечивать зал тяжелой атлетики притоком свежего воздуха, чистить его, поддерживать постоянную температуру и удалять воздух, который уже отработан.

При проектировании комплекса необходимо организовать расположение вентиляционного оборудования, а именно решеток таким образом, чтобы в помещении зала тяжелой атлетики отсутствовал сквозной поток воздуха, возникающий через отверстия. Для залов тяжелой атлетики в основном используют каналный комплекс кондиционирования воздуха и вентиляции, которые позволяют наилучшим образом распределить воздушные потоки и подать приточный воздух во всем объеме. Если при организации подачи приточного воздуха возникли проблемы с разрешенной мощностью электроэнергии, то устанавливают консольные приточно-вытяжные установки с рекуператором или биоклиматизатор. Для достижения необходимого комплекса необходимых физических факторов в помещении зала тяжелой атлетики летом устанавливают мультizonальные кондиционеры. Эти системы позволяют в самые небольшие сроки сделать помещение холоднее и поддержать нужную температуру.

ности и состоянии кожных покровов (на кожу наносился солевой раствор). Измерения показали существенное изменение проводимости, зависящее, в том числе, и от частоты токовых импульсов. Это позволяет сделать вывод о возможности применения метода для оценки эффективности электрофореза при введении лекарственных средств через кожу и слизистые оболочки.

УДК 796.022

## **СПОРТИВНЫЙ ТРЕНАЖЁР ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ МЫШЦ ПРЕДПЛЕЧИЙ**

Студент гр. 11904116 Бесан А.В.

Ст. преподаватель Барановская Д.И.

Белорусский национальный технический университет

Многие виды спорта предполагают проявление силовых способностей в процессе соревновательной деятельности. С этой целью используют тренировочные средства, предполагающие использование отягощений. Применение данного технического устройства позволяет повысить эффективность развития силы мышц кистей и предплечий спортсменов за счет регулирования величины нагрузки с учетом индивидуальных физических возможностей спортсмена и, следовательно, повысить силовые способности спортсмена.

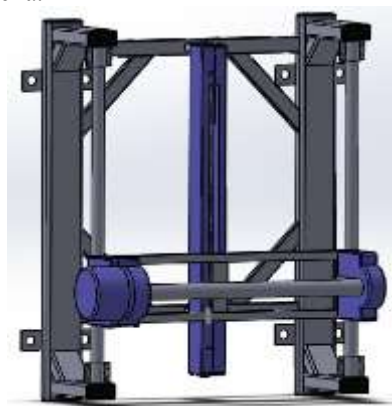


Рис. Тренажёр для развития силы мышц кистей и предплечий

Конструкция тренажера для тренировки мышц предплечья состоит из стальной рамы, ШВП, направляющих, электромагнитного тормоза, вала, кожуха ШВП, кожуха вала (рисунок). Нагрузку определяет сам спортсмен при помощи пульта.

Проектирование мобильной системы позволяет перемещать оборудование на конкретный стадион страны, что дает возможность экономить на стационарных системах. На рисунке представлена принципиальная схема системы видеопомощи арбитра VAR.

УДК 681

## **НОВАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСДЕРМАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА**

Магистрант гр. 915501 Бекмурадов Х.Н.

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

Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники

**Электрофорез** – это физиотерапевтическая процедура, при которой организм человека подвергается воздействию импульсов электрического импульсов с целью оказания общего и местного терапевтического эффекта. Также с помощью электрофореза производится введение лекарственных средств через кожу и слизистые оболочки. Данный путь введения препаратов обладает следующими преимуществами:

- безболезненность процедуры;
- практически не наблюдаются побочные эффекты и аллергические реакции;
- терапевтическое действие введенного лекарственного средства может сохраняться от одного до двадцати дней;
- возможность введения лекарственного препарата непосредственно в очаг воспаления;
- при введении, лекарственное вещество не проходит через желудочно-кишечный тракт и не разрушается в нем.

К недостаткам относят то, что не все лекарственные препараты можно вводить данным методом и противопоказания электропроцедур, сложность контроля дозы введенного препарата.

Один из методов эффективного косвенного контроля степени насыщения ткани лекарственным препаратом является исследования электрической проводимости кожных покровов. Для оценки возможности определения состояния кожных покровов при внешних воздействиях по этому параметру было проведено исследование влияния внешних воздействий на проводимость кожи человека в диапазоне частот от 25 Hz до 100 kHz.

Эксперимент проводился с помощью измерителя иммитанса E7-20. На руку испытуемого прикреплялось два металлических электрода, аналогичные применяемым при электрофорезе. Электропроводность участка кожи между электродами измерялась при различных температурах, влаж-

future research in unitary developing countries in transitioning processes to decentralization. By that, further analysis is most desirable.

### References

1. Kovalchuk A. Fiscal decentralization and economic growth: The case of Ukraine. Journ. of Bus. Econ. Manag., 2020, vol. 8, no. 11, pp. 406–414.

УДК 796.028

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ VAR ДЛЯ ФУТБОЛЬНОГО СТАДИОНА

Студент гр. 11902117 Абрамчук А.А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время футбол является самым популярным и массовым видом спорта в мире. Что касается правильных решений в спорте, то нельзя с абсолютной уверенностью сказать, что тот или иной судья всегда будет работать без ошибок. В таких случаях на помощь приходила система видеоповтора VAR.

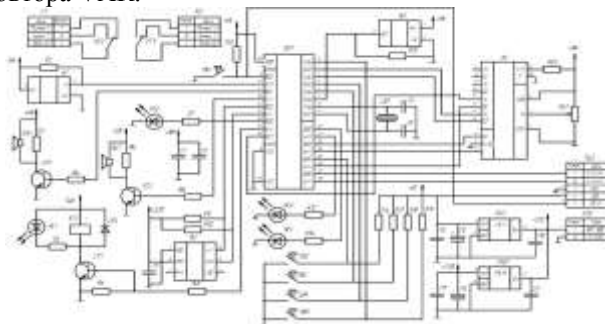


Рис. Принципиальная схема VAR

Система видеопомощи арбитрам сокращенно VAR или видеопомощник арбитра – это технология в футболе, которая позволяет главному судье принимать решения в спорные моменты матча с помощью видеоповторов. Она официально включена в правила игры в футбол в 2018 году после серии испытаний на международных турнирах. Система VAR позволяет просмотреть четыре типа спорных моментов и помочь судье принять правильное решение: нарушение правил при забивании голов, эпизоды с назначением пенальти, ошибочное предъявление красной карточки (эпизоды со второй желтой карточкой не учитываются) и ошибки в идентификации наказанных игроков (помогает определить, кто именно совершил фол). Таким образом, система видеопомощи позволяет официально выявить и подтвердить «очевидные ошибки» судьи во время матча.

in “developed” regions have more tendency to fiscal autonomy and have more fiscal power than in “not- developed” regions. In Ukraine, local budget revenues are more centralized than expenditures, and local governments are heavily dependent upon intergovernmental transfers to finance local public goods and services, which is detrimental to economic development.

Thus, findings eventually depend on the methods applied, definitions, dependent and independent variables, etc. The slightly detrimental effect of FD indicators on gross regional product (GRP) may be explained by spontaneous decentralization reform accompanied by inefficiency and difficulties in capturing the results of tax decentralization, and because of a time lag between the implementation period and first gains on obtaining an economic effect in the form of an increase in economic growth. That might be an issue of the limitations of our research. Consequently, model uncertainty is arguably the most significant limitation of exploring data procedures. Besides, our study has several more limitations.

First of all, because we cannot obtain any proper data to capture technology advancement by local government, the regression estimations may be to some extent limited. Second, because of the relatively short period of FD launching (since 2014), we have a limited number of time points in the estimation. Third, the issue with the employment of fiscal measures for decentralization has to do primarily with the effects of transfers. This is a typical phenomenon in developing countries. The study supports the idea that conditional transfers are counted as central government expenditures and unconditional transfers are counted as local revenue. Fourth, in order to reinforce the research, we begun to recognize the necessity of accurate and consistent data supported by survey analysis, and the ascertaining of the effects of FD policies as perceived by local officials. So, we have utilized the supplementary data by using survey research, which has limitations due to small sample size and spatial interval in observations. The other weaknesses lay in the data output and additional restrictions in the statistical observations of individual regions, relatively short time-horizon, data availability, and restrictions on the variables, which data missing, and frequent substitutes in data-recording techniques make consistent data collection arguable.

Hence, FD is referred to more effective innovation policy, investment policy, technology advancement, transparency, and local governments’ proficiency to meet local needs, adopt budgetary policies. But, in countries lacking the institutional development, legal systems, all these determinants are ruled out as factors to connect to economic performance. Thus, the degree of regional economic growth in Ukraine is hard to specify as a direct result of FD. Finally, having identified an ambiguous causal relationship, from a policy perspective, we assume that policymakers should be aware of the economic compromises when pushing ahead hasty administrative and fiscal reforms towards more decentralization. In addition, the following findings provide interest for the



UDC 681

**THE EFFECTS OF FISCAL DECENTRALIZATION ON ECONOMIC DEVELOPMENT: LIMITATIONS OF EMPIRICAL RESEARCH**

Ph.D. Student Kovalchuk A.

School of Economics, Shandong University, China

In the dissertation analysis, we catch sight of fiscal decentralization (FD) to be popular area of modern research. The circumstantial evidence is that FD is suggested to have the potential to improve the performance of the public sector; the common evidence is that FD is considered to have the potential to foster economic development and institutional advancement. However, numerous studies adhere to the conventional argument that FD may raise economic efficiency in the public sector has a possibility not to be suitable in developing countries. Moreover, the conventional argument regarding functional revenue assignment and expenditure responsibilities has been challenged on repeated occasions.

The dissertation research brings up following matters of FD. First, Oates's decentralization hypothesis, FD contributes to economic growth? Second, productivity enhancement hypothesis, where business environment, technology advancement and institutional factors affected economic growth? Third, real population and the ratio of rural citizens in total population as the measures of human capital quality influence the economic growth after the onset of FD? Forth, the ability-to-pay approach, FD differently impacts economic growth in regions depending on the level of economic development. Fifth, convergence hypothesis, balance between expenditure and revenue on lower levels is positively related to economic growth prospects.

The study employs various regression techniques analysis to scrutiny these issues, reveals an up-to-date situation on FD in Ukraine. Controlling for other alongside reforms and multidimensionality of FD the research checks the relationship between FD and the regional economic growth in a panel of 24 regions in a unitary state for the period between 2011 and 2018. Additionally, a survey research method was utilized to collect supplementary questionnaire data. Most importantly, the findings provide evidence that FD has an ambiguous statistically significant impact on regional economic growth in Ukraine. We found out the alongside reforms on business environment as well as social factors, also showed ambiguous effect on regional economic growth; institutional factor caused by the vertical and horizontal fiscal imbalance does matter; technology advancement variable represented in the study appeared to be a weak explanation for reforms in Ukraine; local government

ным исследованиям посвящен ряд работ, например [1,2]. Было отмечено наличие связи вида вольтфарадных характеристик с интенсивностью излучения света.

В данной работе исследовались вольтфарадные характеристики имеющих в широком ассортименте голубых светодиодов и мощность излучения. Для емкостных исследований использовался высокоточный измеритель емкости Е7-12.

Для диодных структур с несимметричным легированием контактирующих  $p$ - и  $n$ -областей характерна линейная зависимость обратной емкости  $1/C^2$  от обратного напряжения [3].

Однако для исследованных светодиодов данная зависимость оказалась нелинейной, что согласуется с данными, полученными в работе [2]. Показатель степени  $n$  в зависимости  $1/C^n$  изменялся в пределах 2,5–3.

Мощность излучения измерялась с помощью фотодиода. Она вначале возрастала с ростом прямого смещения, а затем начинала снижаться. Максимального значения мощность излучения достигала при прямых смещениях вблизи 3,5 В.

Оказалось, что имеется корреляция в значении отмеченного показателя степени  $n$  и мощности излучения – с ростом  $n$  мощность излучения несколько падала. Согласно данным работы [2] это можно связать с наличием заряженных состояний на границе  $p$ - и  $n$ -областей.

#### Литература

1. Шуберт Ф.Е. Светодиоды / Пер. с англ. под ред. А.Э Юновича. – М.: Физматлит, 2008. – 496 с.
2. Бочкарева Н.И. Влияние состояний на границах раздела на емкость и эффективность электролюминесценции InGaN/GaN светодиодов // Н.И. Бочкарева, Е.А. Жиров, А.А. Ефремов и др. // Физика и техника полупроводников. – 2005. – Т 39, № 7. – С. 829–833.
3. Зи С. Физика полупроводниковых приборов / Пер. с англ. В 2-х книгах. Кн. 1. – М.: Мир, 1984. – 456 с.

Самыми простыми являются датчики, работающие по принципу замыкания (замыкания) электрической цепи при открывании двери либо окна. В подавляющем большинстве используют герметичные контакты (герконы), которые работают в комплекте с магнитом. При удалении магнита от геркона происходит изменение состояния контакта. Как правило, геркон крепят стационарно, а магнит на открываемую створку двери или окна.

Другим примером являются оптоэлектронные пары, состоящие из излучателя (обычно в инфракрасной области) и фотоприемника. При пересечении каким-либо объектом луча происходит срабатывание датчика. Такие пары установлены в турникетах в метро. Если при входе не было оплаты, то при пересечении луча турникет закрывается. На выходе устанавливаются несколько пар (в принципе, достаточно двух, но для большей надежности используют три), и система отслеживает порядок перекрытия лучей. При движении в противоположном направлении турникет срабатывает. Оптоэлектронные пары также широко используют для автоматического счета штучной продукции на конвейере, исторически им мы обязаны появлением звукового кино.

Наиболее востребованными в настоящее время являются датчики движения (их еще называют объемниками), позволяющие контролировать не одну какую-то линию или одну деталь интерьера, а целый объем охраняемого помещения от несанкционированного вторжения посторонних лиц. Они могут быть акустическими, микроволновыми или оптическими, работающими, как правило, в инфракрасном диапазоне спектра. Последние получили наибольшее распространение. Эти датчики разделяют на активные, содержащие излучатель и принимающие отраженное излучение своего спектрального диапазона, и пассивные, принимающие тепловое излучение живых существ в среднем ИК-диапазоне. Датчики второго типа менее энергозатратны. В состав датчиков движения входит несколько чувствительных фотоэлементов в комплекте с линзами Френеля, на каждый из них проецируется своя картинка. При движении объекта в помещении между этими картинками возникает временной сдвиг, что вызывает срабатывание системы.

УДК 621.316

## **ВОЛЬТФАРАДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ДЛЯ ГОЛУБЫХ СВЕТОДИОДОВ**

Студент гр.11301120 Климов М.О.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Черный В.В.

Белорусский национальный технический университет

Широкое использование светодиодов вместо традиционных источников обуславливает большой интерес к исследованию их свойств. Подоб-

чить качественное образование, но и интернет-площадка, где молодое поколение студентов может получить возможность предоставлять свои товары либо услуги, продавать свои start-up проекты. На текущий момент совместными усилиями компании «Абиатек», Ректората БГУ, ЦИТ БГУ, студентами и преподавателями факультета радиофизики и компьютерных технологий разработан сайт, позволяющий размещать и заказывать товары и услуги для авторизированных пользователей. Сайт доступен по ссылке [portal.bsu.by](http://portal.bsu.by).

Работа сайта требует создание инфраструктуры облегчающей доступ к информации о заказах, формирование статистических отчетов, обеспечивающей оперативный удаленный контроль.

Целью работы является разработка приложения для Android устройств для отображения информации по заказам, совершенным на портале услуг БГУ – [portal.bsu.by](http://portal.bsu.by).

Разработано на фреймворке React Native приложение для ОС Android содержит следующие компоненты:

- Список отображающий данные о заказах, которые получаются приложением из GET запроса к API данного портала.
- Поле для ввода текста, для вывода списка заказов в соответствии с вводимой пользователем строки.
- Всплывающее меню с пунктами: 'Обновить', 'Настройки', 'О программе'.
- Кнопка обновить, для обновления списка заказов при нажатии.
- Меню настроек для отправки нужного id статуса и даты заказов на сервер для последующей обработки и получения заказов с соответствующими датой и статусами.
- Всплывающее сообщение об ошибке. При наличии нескольких ошибок, сообщения автоматически закрываются и появляются с интервалом 5 секунд.

В работе обсуждаются этапы разработки приложения и особенности работы бизнес портала Бгу [portal.bsu.by](http://portal.bsu.by).

УДК 654.9

## **ДАТЧИКИ ОХРАННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ**

Студент гр. 11301120 Климов М.О.

Кандидат физ.-мат. наук Красовский В.В.

Белорусский национальный технический университет

В системах охраны, оповещения, а также таких системах, как «умный дом» (для автоматического включения-выключения освещения и других бытовых приборов и устройств), используют датчики, различные по своему принципу действия и конструкции.

хранения данных в автоматизированных системах с использованием удаленных датчиков для оперативного определения состояния объекта.

Целью работы является проектирование и реализация системы отображения показаний датчиков и технических приборов на пользовательских устройствах. Для реализации проекта было принято использовать технологию сокетов для возможности полнодуплексной передачи сообщений от клиента к серверу и получения данных в режиме реального времени.

Разработаны следующие программные компоненты:

- Клиентское приложение, с возможностью отображение данных на экране устройства и возможностью подключения к удалённому серверу.
- Программное обеспечение удалённого сервера, с возможностью принимать подключения, как от клиента, так и от измерительного устройства, обеспечивающее передачу сообщений от устройства к клиенту по протоколу веб сокетов.
- Программное обеспечение измерительного устройства, позволяющее установить соединение с удалённым сервером по протоколу веб сокетов и посылать измерительные данные на обработку серверу.

В работе были использованы следующие технологии:

- Node.js для написания ПО сервера.
- Python для написания клиентского приложения.
- Библиотека socket.io для работы с протоколом веб сокетов.

Разработана рабочая версия приложения для приёма и визуализации данных на основе языков JavaScript, Python. Позволяющая установить соединение одного клиента с сервером и отображать показаний датчиков в реальном времени. В работе обсуждаются этапы разработки программно-аппаратного комплекса отображения показаний датчиков на мобильных устройствах. Обсуждаются возможности применения облачных технологий, технологий автоскалирования Kubernetes или Terraform, позволяющих делегировать запуск новых серверов и распределение нагрузки ядру приложения.

УДК 004.42

## **РАЗРАБОТКА ANDROID ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ БИЗНЕС ПОРТАЛА PORTAL.BSU.BY**

Студент 4 курса Ясенко А.С.

Кандидат техн. наук, доцент Кольчевский Н.Н.,  
инженер-электроник Петров П.В.

Белорусский государственный университет

Концепции развития современного университета принято обозначать цифрами. Университет 4.0 – это не только учреждение, где можно полу-

ческого тока большой емкости. Традиционные источники тока – аккумуляторы – получили серьезного оппонента в виде конденсаторов большой емкости, называемых суперконденсаторами.

Особенно удачной оказалась идея создания суперконденсаторов на основе графено-гелевой плёнки. Она была реализована компанией *Sunvault Energy Inc.* совместно с *Edison Power Company*. Было заявлено, что емкость созданного суперконденсатора оказалась равной 10 тысячам Фарад.

*Цифра эта кажется фантастической по сравнению даже с ранее созданными конденсаторами емкостью порядка нескольких Фарад, которые казались чудами современной электротехники.*

*Авторы использовали графено-гелевую плёнку в качестве очень маленького электрода. Пространство между листами из графена было заполнено жидким электролитом. Подобный электролит используется и в обычных электролитических конденсаторах, в которых он выполняет роль второй обкладки конденсатора.*

*В суперконденсаторе электролит выполняет не только роль проводника, но также предотвращает возможность соприкосновения соседних графеновых листов. Таким образом, удалось достичь расстояния между листами, составляющее доли нанометра, и достичь более высокой плотности конденсатора с одновременным сохранением пористой структуры.*

Сам компактный электрод был создан по технологии, которая давно и широко используется при производстве обычной бумаги.

Доступность технологии изготовления позволяет надеяться на быстрое освоение производства конденсаторов в промышленных масштабах.

В настоящее время в качестве источников тока повышенной емкости широко используются литий-ионные аккумуляторы. Характеристики графеновых суперконденсаторов сопоставимы с характеристиками данного типа аккумуляторов. Однако суперконденсаторы обладают важным преимуществом – они заряжаются или полностью разряжаются значительно быстрее – за время порядка 15 секунд.

УДК 681.518

## **СИСТЕМА ОТОБРАЖЕНИЯ ПОКАЗАНИЙ ДАТЧИКОВ НА МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ**

Студент 4 курса Удавихин Е.А.  
Кандидат техн. наук, доцент Кольчевский Н.Н.,  
инженер-электроник Петров П.В.  
Белорусский государственный университет

Актуальным направлением развития измерительной техники и IoT являются работы по оптимизации передачи данных в реальном времени и

В качестве исходных параметров выбирались показатели преломления  $n_2$  и оптическая толщина пленки ( $h_0 = n_2 h$ ), а также показатель преломления подложки  $n_3$ . Среда предполагалась непоглощающими и немагнитными. Световая волна с длиной волны  $\lambda_0$  падала на исследуемую систему из воздушной среды ( $n_1 = 1$ ) под различными углами  $\theta$ . При моделировании оптических свойств использовались формулы Френеля [1]. Расчет проводился в программе Mathcad.

Исследовано влияние показателя преломления пленки на оптические параметры изучаемой системы при фиксированном значении показателя преломления подложки. Данные для коэффициента отражения при различных  $n_2$  показаны на рисунке.

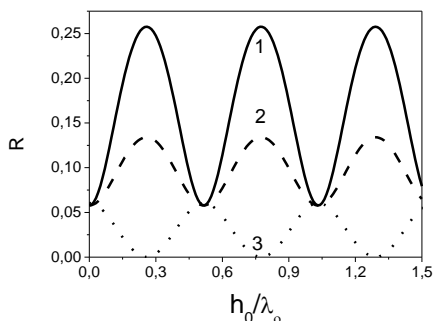


Рис. Отражательная способность системы плёнка/подложка.  
 $n_2 = 2$  (1), 1.7(2), 1.2(3);  $n_3 = 1.5$ ,  $\theta = \pi/6$

В результате моделирования установлено, что при увеличении угла падения происходит смещение максимумов и минимумов вправо, причём максимумам при  $n_2 > n_3$  соответствуют минимумы при  $n_2 < n_3$ .

#### Литература

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. Учебное пособие. – М.: Наука, 1973. – 721 с.

УДК 621.316

### ГРАФЕНОВЫЕ СУПЕРКОНДЕНСАТОРЫ АНОМАЛЬНО БОЛЬШОЙ ЕМКОСТИ

Студентка гр.11301120 Зысковец Ю.М.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Черный В.В.

Белорусский национальный технический университет

Одной из тенденций развития транспорта является переход от двигателей внутреннего сгорания к электродвигателям в качестве приводной системы. Для реализации этой тенденции необходимы источники электри-

при выполнении задач, но и постепенно обучаться, находя закономерности и общие признаки, содержащиеся в исходных данных.

В представленной работе проанализированы методы создания ИИ, возможности использования ИИ в деятельности человечества, а также угрозы, которые могут намеренно или случайно возникнуть из исследований и использований ИИ.

Прорывной технологией в создании ИИ являются нейросети [2]. Нейросеть – это создание программного и аппаратного обеспечения, а также математических моделей, которые воспроизводят работу человеческого мозга. Искусственная нейросеть основана на математической модели биологического нейрона. Алгоритмы, основанные на нейросетях, не программируются, а обучаются на основе обработки большого количества данных. Особенно эффективными технологии ИИ оказались для распознавания речи, изображений и видео, в медицинской диагностике, для управления маршрутизацией потоков в компьютерных сетях, то есть при решении плохо формализованных задач.

Однако при определённой степени развития ИИ может представлять угрозу для человечества. С. Хокинг [3] предупреждает, что если продвинутый ИИ, когда-нибудь получит способность реконструировать сам себя, то непреодолимый взрыв интеллекта может привести к исчезновению человечества. Большую угрозу для человечества также представляет попадание технологий ИИ в руки злоумышленников, так как злонамеренное использование ИИ может привести к катастрофическим и необратимым последствиям.

### **Литература**

1. Определение искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.oracle.com/ru/artificial-intelligence/what-is-ai/>
2. Нейронные сети [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://bigenc.ru/technology\\_and\\_technique/text/4114009](https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/4114009)
3. Хокинг: искусственный интеллект – угроза человечеству [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.bbc.com/russian/science/2014/12/141202\\_hawking\\_ai\\_danger](https://www.bbc.com/russian/science/2014/12/141202_hawking_ai_danger)

УДК 535.21

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В MATHCAD**

Студент гр. 11301120 Якубович Т.С.

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

Белорусский национальный технический университет

В настоящей работе проведено математическое моделирование отражательной способности системы диэлектрическая пленка на подложке.



датчики: акселерометры, гироскопы, магнитометры, барометры и т. д., которые можно использовать при проведении научных экспериментов [1]. В работе показаны способы и методы обработки данных с мобильных устройств (МУ) в инженерной практике.

В работе проанализированы приложения для МУ, с помощью которых можно записывать данные с датчиков в текстовый файл. Показано, что наиболее удобным приложением является бесплатная программа *AndroSensor*, предоставляющая пользователю выбирать датчики МУ для съема сигналов, устанавливать период дискретизации и размерность записываемых данных. Формат записанных данных с МУ – *CSV (Comma-Separated Values)* [2], представляющий собой файл текстового формата, который нетрудно обработать средствами компьютерных программ.

Показано, что для обработки данных с МУ целесообразно использовать программу *MatchCad*, имеющую удобный интерфейс, а программирование в ней осуществляется на естественном математическом языке.

В работе показаны примеры совместного использования МУ с программой *MatchCad* для решения следующих инженерных задач: измерение углов отклонения поверхности от плоскости горизонта при помощи акселерометров, измерение угловой скорости основания на основе анализа сигналов гироскопов, оценивание периода колебаний маятника на основе спектрального анализа данных акселерометров и др. Предложенные методики можно с успехом применять для проведения экспериментальных исследований при выполнении курсового и дипломного проектирования.

### Литература

1. Лабораторный практикум по дисциплине «Инерциальные и интегрированные навигационные системы» Ч. 1. Системы ориентации на мобильных устройствах: учеб. пособ. для вузов / под ред. В.В. Матвеева // Тула: Из-во Тулгу, 2014. – 100 с.
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki>

УДК 004.089

## ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Студент гр. 11311120 Шевченко В.П.

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

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время проводятся интенсивные исследования искусственного интеллекта (ИИ). Под ИИ обычно понимается [1] система или машина, которая может не только имитировать человеческое поведение

лиза и машинного обучения, находят применение в различных областях, в том числе музыке, речи, связи и телекоммуникациях.

`AudioPlot[a, PlotRange->All, ImageSize->Medium]`, где опция `PlotRange` позволяет отобразить всю область сигнала, а `ImageSize` – задать удобный для восприятия размер изображения.

В системе Mathematica предоставляется возможность использовать указанный голос для синтеза речевого сигнала. Воспользуемся функцией `SpeechSynthesize` для воспроизведения фразы “`Littleredfoxwithblacknose`”.

```
u=SpeechSynthesize["Little red fox with black nose","Zira"];
```

Для воспроизведения фразы голосом, выбранным системой, можно воспользуемся функцией `RandomChoice` и представим форму звука с помощью функции `AudioPlot`.

```
m=SpeechSynthesize["Cute cat",RandomChoice[$VoiceStyles]];
AudioPlot[m]
```

Результат выполнения этой команды представлен на рис.

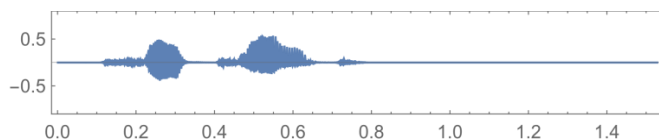


Рис. Графическое представление описанного звукового сигнала

Также для синтеза звука можно выбрать произношение, акцент и гендер используя функцию `VoiceStyleData`. Для выбора языка, на котором будет произноситься фраза, можно выбрать функцию `Language`. Система Mathematica позволяет сначала перевести фразу, применяя функцию `TextTranslation`, перед тем как синтезировать и воспроизводить.

### Литература

1. Гундина М.А. Скалограмма сигнала в Mathematica / М.А. Гундина, П.И. Ширвель // Материалы XVI Всероссийской научно-технической конференции «Приборостроение в XXI веке. Интеграция науки, образования и производства», Ижевск, 2–4 декабря 2020 г. – С. 244–248.

УДК 53.087

## ПРИМЕНЕНИЕ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ В НАУЧНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Студент гр. 121191 Черкасова П.В.

Кандидат техн. наук, доцент Матвеев В.В.

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»

Современные мобильные устройства (планшетные компьютеры, смартфоны) в зависимости от ценовой категории содержат различные

ОС, например Windows, есть несколько версий, которые различаются годами выпуска (Windows 2000, Windows XP или Windows 2010) или назначением (Windows XP предназначена для персональных компьютеров, а Windows NT – для компьютерных сетей). ОС Linux состоит из ядра системы и набора небольших программ, взаимодействующих с этим ядром. Ядро Linux разработал Линус Торвалдс, будучи студентом Хельсинского университета. Ядро Linux и набор программ, взаимодействующих с этим ядром, называются дистрибутивом. Наиболее известными дистрибутивами являются Ubuntu, Linux Mint, Fedora, CentOS, Debian. Дистрибутивы различаются по назначению.

Основные достоинства ОС Linux можно сформулировать следующим образом: 1) устойчивая работа; 2) надёжность против вирусов; 3) возможность настройки ОС для определенных задач; 4) доступность дистрибутивов и приложений в интернете.

К недостаткам ОС Linux стоит отнести высокие требования к пользователю. Начинаящий пользователь вряд ли сможет выбрать нужный дистрибутив и настроить ОС для своих нужд. К недостаткам также следует отнести то, что, если корпорация или организация захотят использовать Linux как бесплатную ОС, им придётся заплатить опытному программисту за настройку и адаптацию системы под собственные нужды. Ещё одним из недостатков является отсутствие некоторого ПО под Linux. Однако, все эти недостатки постепенно преодолеваются благодаря вкладу, который вносит бесчисленная армия программистов и энтузиастов. ОС Linux предоставляет практически неисчерпаемые возможности для программистов и студентов, желающих научиться программировать ОС и разрабатывать приложения к ним.

В октябре 2020 нами был проведен опрос среди студентов 1 курса приборостроительного факультета БНТУ на тему «Какую операционную систему вы используете?». На основе опроса можно сделать вывод, что ОС Linux наименее популярна. Одной из причин является неосведомленность студентов о данной ОС.

УДК 004

## **АНАЛИЗ АУДИОФАЙЛОВ В СИСТЕМЕ WOLFRAM MATHEMATICA**

Студент гр. 11307120 Храмова А.С.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Гундина М.А.

Белорусский национальный технический университет

Компьютерная система Wolfram Mathematica предоставляет возможности, охватывающие аудио синтез, обработку и анализ аудио в сочетании с полной поддержкой обработки звукового сигнала, статистического ана-

$$E + E' = E'' \quad (4);$$

$$(H - H')^2 \cos^2 \alpha = (H'')^2 \cos^2 \beta + 2j^2 \quad (5),$$

где напряженности без штрихов относятся к амплитуде падающей волны, с одним штрихом – к отраженной, с двумя – к преломленной волнам.

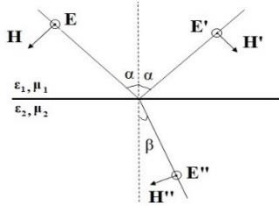


Рис. 1.

Введя амплитудные коэффициенты отражения:  $r_{\perp} = \frac{E'}{E}$ , преломления  $d_{\perp} = \frac{E''}{E}$ , и используя связь между E, H в электромагнитной волне, из уравнений (4), (5) получили:

$$r_{\perp} = \frac{-c_2 \pm \sqrt{c_2^2 - c_1(c_1 + 2j_e^2)}}{c_1},$$

$$\text{где } c_1 = \frac{\epsilon_0}{\mu_0} \left\{ \frac{\epsilon_2}{\mu_2} - \frac{\epsilon_1 \mu_1}{\mu_2^2} \sin^2 \alpha - \frac{\epsilon_1}{\mu_1} \cos^2 \alpha \right\};$$

$$c_2 = \frac{\epsilon_0}{\mu_0} \left\{ \frac{\epsilon_2}{\mu_2} - \frac{\epsilon_1 \mu_1}{\mu_2^2} \sin^2 \alpha + \frac{\epsilon_1}{\mu_1} \cos^2 \alpha \right\}; \quad j_e = \frac{j}{E}.$$

Коэффициент отражения  $r_{\perp}$  зависит от поверхностной плотности тока, и также от амплитуды напряженности электрического поля в падающей волне. Коэффициент отражения R интенсивности излучения равен:  $R_{\perp} = r_{\perp}^2$ .

УДК 004.451

## ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА LINUX

Студент гр. 11307120 Храмова А.С.

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

Белорусский национальный технический университет

Настоящая работа посвящена анализу семейства операционных систем (ОС) Linux. Главное отличие ОС Linux от других традиционно используемых семейств ОС (Windows, MacOS, Unix и др.) – это бесплатное использование и открытые исходники (коды системы). В большинстве

В работе приводится список основных схем, которые реализует разработанное программное обеспечение (ПО): температурной стабилизации резонатора, представляющей собой двухступенчатую коррекцию; цифровых фильтров, построенных по методу скользящего среднего для отсеечения низких и высоких частот; демодуляции и модуляции отфильтрованного сигнала; формирования амплитуд сигналов компенсации кориолисовой и квадратурной составляющих посредством ПИ-регуляторов; передачи значения измеренной угловой скорости по интерфейсу SPI.

ПО разработано в программном пакете QUARTUS II для программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), т. к. они, в отличие от микроконтроллеров, во-первых, решают поставленные задачи быстрее; во-вторых, выполняет команды программы параллельно и независимо друг от друга. ПО написано на языке описания аппаратуры Verilog HDL.

### Литература

1. Распопов В.Я. Волновой твердотельный гироскоп с металлическим резонатором / В.Я. Распопов, И.А. Волчихин, А.И. Волчихин, А.В. Ладонкин, В.В. Лихошерст, В.В. Матвеев // Тула: Издательство ТулГУ. – 2018. – С. 189.

УДК 531

## ОТРАЖЕНИЕ S-ПОЛЯРИЗОВАННОЙ ЭМ ВОЛНЫ ОТ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА СРЕД ПРИ НАЛИЧИИ ТОКА

Студент гр. 10301220 Струков А.А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Бобученко Д.С.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрено падение парализованной в плоскости перпендикулярной плоскости падения (s-поляризация) электромагнитной (ЭМ) волны на границу раздела двух сред с электрическими и магнитными проницаемостями  $\epsilon$ ,  $\mu$  соответственно (рис.). Направление векторов напряженностей электрического поля  $E$ , магнитного поля  $H$ , и направление распространения волны соответствует правовинтовой системе. Пусть на поверхности протекает ток с поверхностной плотностью  $j$ . Согласно граничным условиям: для тангенциальных составляющих электрического поля:  $E_{1\tau} = E_{2\tau}$  (1); для тангенциальных составляющих магнитного поля:  $H_{1\tau} = H_{2\tau} + j$  (2). Поскольку, напряженность магнитного поля является быстро осциллирующей функцией времени по сравнению с плотностью тока, уравнение (2) возвели в квадрат, и усреднили по времени за период колебаний, в результате получили для амплитуд:  $H_{1\tau}^2 = H_{2\tau}^2 + 2j^2$  (3). Согласно направлениям напряженностей полей в s-поляризованной волне, показанным на рис., получили систему уравнений:

ры, возможность одновременной работы в нескольких базисах, удобство контроля и резервирования и т. п.

Алгоритм ориентации может быть реализован на основе различных кинематических параметров: углов Эйлера-Крылова, направляющих косинусов, параметров Родрига-Гамильтона, параметров Кэли-Клейна, компонент-вектора Эйлера и других.

В ходе проделанной работы был разработан алгоритм численного интегрирования кинематического уравнения с параметрами Кэли-Клейна, проведено моделирование алгоритма в среде Mathcad. Также было установлено, что точность алгоритма с параметрами Кэли-Клейна не уступает широко применяемого алгоритма с кватернионами. Показана эффективность применения параметров Кэли-Клейна для реализации алгоритмов бесплатформенной системы ориентации.

### Литература

1. Бранец В.Н., Шмыглевский И.П. Введение в теорию бесплатформенных инерциальных навигационных систем. – М: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1992 – 280 с.

УДК 621.384.31

## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА СТАБИЛИЗАЦИИ ОПТИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ**

Студент гр. 121171 Серков И.В.

Кандидат техн. наук, доцент Алалуев Р.В.

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»

Для решения задач ориентации, стабилизации и навигации подвижных объектов, эксплуатируемых в условиях больших диапазонов измерения параметров климатического и механического воздействий, в наибольшей степени удовлетворяет волновой твердотельный гироскоп (ВТГ) с металлическим резонатором. Резонатор является чувствительным элементом ВТГ. Теория его работы известна и описана в литературе [1].

К настоящему времени принципиальные вопросы построения гироскопических приборов и систем практически решены, а основное внимание разработчиков направлено на оптимизацию их структуры, на оптимальную обработку первичной информации, на комплексирование различных источников информации, на внедрение цифровых измерителей и преобразователей информации, а также на снижение массогабаритных характеристик и энергопотребления систем в целом и их составных частей. Значительная роль в решении этих проблем принадлежит использованию вычислительной техники, как в процессе разработки, так и при испытаниях гироскопической техники.

100 с) и исследовании переходных процессов с помощью зарядочувствительной схемы [1]. Интерпретация результатов измерений основывается на представлении образца как комбинации комплексных проводимостей (последовательных и параллельных  $RC$  цепочек), отражающих влияние объема и поверхности гранул.

Данный метод позволяет эффективно исследовать детальную структуру емкостного отклика по объему и слоям различных слоев образцов сахарозы, используемых в фармакологии. Разработанный метод позволяет контролировать наличие воды при наличии малой весовой доли воды (<0.5%) и процесс сушки фармацевтических изделий (рис.).

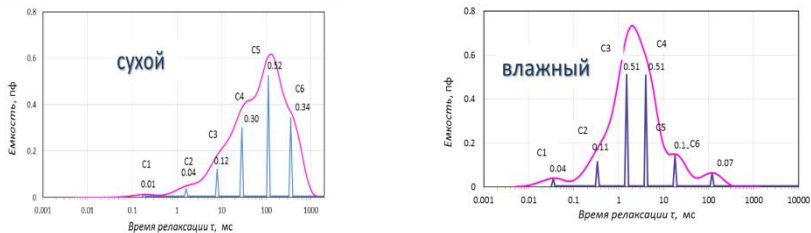


Рис. Дифференциальный (непрерывный) и дискретный (вертикальные линии) емкостные спектры образцов сахарозы с различной степенью влажности

### Литература

1. Бумай Ю.А. Исследование проводимости сахарозы методом низкочастотной дифференциальной релаксационной спектрометрии / Ю.А. Бумай, О.С. Васьков, А.В. Почкаев, Т.В. Почкаева // Приборостроение-2019: материалы 12 Межд. науч.-техн. конф., Минск, 13–15 ноября 2019 г. / Белорус. нац. техн. ун-т; ред. кол.: О.К. Гусев (предс.) [и др.]. – Минск: БНТУ, 2019. – С. 137–138.

УДК 531.383

## АЛГОРИТМ ОРИЕНТАЦИИ БЕСПЛАТФОРМЕННОЙ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПАРАМЕТРОВ КЭЛИ-КЛЕЙНА

Студент гр. 120871 Прокопец С.А.  
ФГБОУ ВО «Гульский государственный университет»

Из-за прогресса в области вычислительной техники, приборостроения и микроэлектроники стало возможным создание бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС). Данные системы довольно активно применяются в авиации, космонавтике и ракетостроении. Это обусловлено их потенциальными преимуществами: малой массой, габаритами и потреблением энергии, отсутствии ограничений на угловые манев-

его деятельности. Поэтому наиболее оптимально использовать такие элементы, как картинки зубов (в случае стоматологии), глаза (для офтальмологической клиники), беременной женщины и малыша (для клиники по планированию семьи) и т. п. Изображение должно быть легко «читаемо», чтобы с первого взгляда можно было получить представление о виде медицинских услуг, которые предоставляются в данном учреждении.

Часто в логотипе используется изображение человеческой фигуры. Важно учитывать специализацию клиники. Например, если это детское учреждение, то желательно изобразить на эмблеме детей.

Также важна цветовая палитра будущего логотипа, особенно если речь идет о медицинском учреждении. Желательно выбирать цветовую окраску, которая ассоциируется людьми именно с этой сферой. Оптимальные цвета для медицинского логотипа: красный, синий, зеленый.

Отсутствие линии очертания у фигур помогает воспринимать логотип одним целым, а выполнение его в минималистичном стиле на наш взгляд самый оптимальный вариант, производящий хорошее впечатление на аудиторию, не перегружая ее (рис.).



Рис. Разработанный логотип медицинского назначения

УДК 620.1.08

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЕМКОСТИ САХАРОЗЫ ОТ ВЛАЖНОСТИ МЕТОДОМ ЕМКОСТНОЙ РЕЛАКСАЦИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ**

Студент гр. 11305120 Орешкевич П.В.<sup>1</sup>

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Бумай Ю.А.<sup>1</sup>,  
Почкаев А.В., Почкаева Т.В.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>ООО «Когнитивные БиоТехнологии»

В работе исследованы зависимости емкостного отклика сахарозы в виде шарообразных гранул диаметром 3 мм и массой 22 мг, широко используемых в фармакологии. Методика измерений основана на подаче на образец напряжения в виде прямоугольного импульса напряжения (10 мс–



Неинвазивный метод измерения артериального давления был предложен в конце 19-го века. Методика была усовершенствована в 1905-м году русским врачом Н.С. Коротковым, она используется и по сегодняшний день. Принцип измерения состоит в том, что давление в артериях является пульсирующим. В момент сокращения желудочков сердца в артерии вбрасывается ударный (систолический) объем крови. Давление при этом повышается до максимального значения – систолического давления. В силу эластичности стенок артерий по ним распространяется пульсовая волна, благодаря которой происходит прокачивание крови по всей кровеносной системе. После стадии систолы наступает расслабление сердечной мышцы – давление снижается до минимального значения, диастолического давления. Течение крови по артериям является ламинарным и не сопровождается никакими шумами. Если пережать артерию с помощью надувной манжеты, создав давление выше систолического, то кровь через область сжатия не протекает, и шумы также не возникают. При медленном стравливании воздуха из манжеты до давления ниже систолического возникает просачивание крови через область сжатия, причем движение ее имеет турбулентный характер, и становятся слышны тоны Короткова вплоть до снижения давления до диастолического. Суть метода поясняет рисунок. Ошибки измерения возникают при быстром стравливании воздуха.



Рис.

УДК 004

## ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ЛОГОТИПА МЕДИЦИНСКОГО ЦЕНТРА

Студент гр. 11307120 Москаленко Г.Э.

Ассистент Юхновская О.В.

Белорусский национальный технический университет

Логотип медицинского учреждения должен отражать специфику работы учреждения. Ее следует подбирать, учитывая основные направления



Рис. Сценарии принятия решений на основе соотношения неопределенности и интервала допуска

УДК 612.13

## ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ИЗМЕРЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

Студенты гр. 11307120 Мишутко К.А., Чугаевская К.В.

Кандидат физ.-мат. наук Красовский В.В.

Белорусский национальный технический университет

Рассматриваемый вопрос относится к области гемодинамики, представляющей собой раздел гидродинамики. Ряд интересных эффектов в этой области связан с особенностями кровеносной сосудистой системы и тем, что кровь есть неньютоновская жидкость.

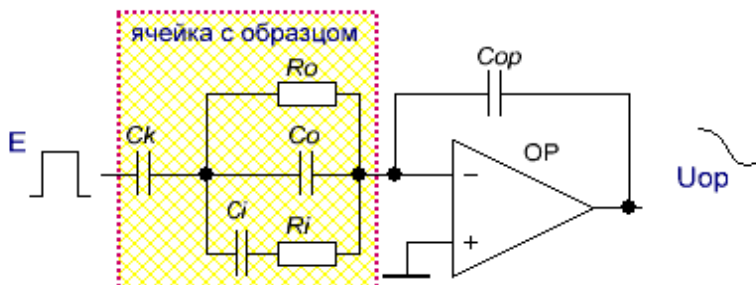


Рис. Схема измерений

Из зависимости емкости измеряемого образца от времени находятся дифференциальный и дискретный емкостные спектры, а также и постоянные времени релаксации, соответствующие элементам структуры образца. Дифференциальный и дискретный спектры определяются на основе производных высшего порядка из анализа переходной емкости образца, в соответствии с его эквивалентной электрической  $RC$  моделью, соответствующей измеряемой структуре. В отличие от традиционных методов диэлектрической спектроскопии, вывод и анализ результатов измерений в методе осуществляется в виде дифференциального и дискретного спектра параметров во временной области, что позволяет получить высокую чувствительность к внутренней структуре образца и достоверность, превосходящие в других методах.

УДК 006.9:621.3.08(075.8)

### **СООТНОШЕНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И ИНТЕРВАЛОВ ДОПУСКОВ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ И РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЯХ**

Студент гр. 10705117 Малашонок С.В., аспирант Чжан Ю.

Кандидат техн. наук Савкова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Применение неопределенности измерений при принятии решения относительно результата измерения заключается в сопоставлении интервалов охвата (результатов измерений) и интервалов допусков. При этом возможны типовые ситуации согласно ГОСТ ИЕС/TR 61000-1-6-2014, показанные на рисунке.

величина которой не ограничена (например, для реактивных электрических величин);

3) комбинированное логарифмически нормальное и рэлеевское (при комбинировании двух распределений мгновенных значений);

4) Накагами-Райса (распределение длины вектора, который является суммой вектора фиксированной длины и вектора, длина которого подчиняется рэлеевскому распределению);

5)  $m$ -распределение Накагами (применяется к положительной неограниченной по величине переменной);

6) гамма и экспоненциальное (применяется к положительным неограниченным по величине переменным).

### Литература

1. ГОСТ34100.3.1-2017 / ISO/IEC Guide 98-3/Suppl 1:2008. Неопределенность измерения. Часть 3.

2. Cramer H. Mathematical Methods of Statistics. Princeton University Press, Princeton, 1946.

3. Soong T.T. Probabilistic Modelling and Analysis in Science and Engineering, Wiley, 1981.

УДК 620.1.08

## МЕТОД ЕМКОСТНОЙ РЕЛАКСАЦИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ САХАРОЗЫ

Студент гр. 11305120 Михович О.С.<sup>1</sup>

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Бумай Ю.А.<sup>1</sup>,

Почкаев А.В., Почкаева Т.В.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>ООО «Когнитивные БиоТехнологии»

Сахароза широко используется в фармакологии для создания ряда лекарственных препаратов. Она является ярко выраженным диэлектриком, обладающим к тому же электретными свойствами. Сухой сахарозе как в поликристаллическом состоянии, так и в виде монокристаллов присущ протонный характер проводимости с абсолютной величиной порядка  $10^{-14}$  См·см<sup>-1</sup>. Исследования электрических параметров сахарозы в виде шарообразных гранул диаметром 3 мм производилось разработанным методом емкостной релаксационной дифференциальной спектроскопии, основанным на дифференциальном анализе переходного заряда с помощью зарядовочувствительной схемы (рис.) во временной области, при поляризации образца напряжением в виде ступеньки ( $R_o$ ,  $C_o$  отражают объем образца,  $R_i$ ,  $C_i$  – поверхность).

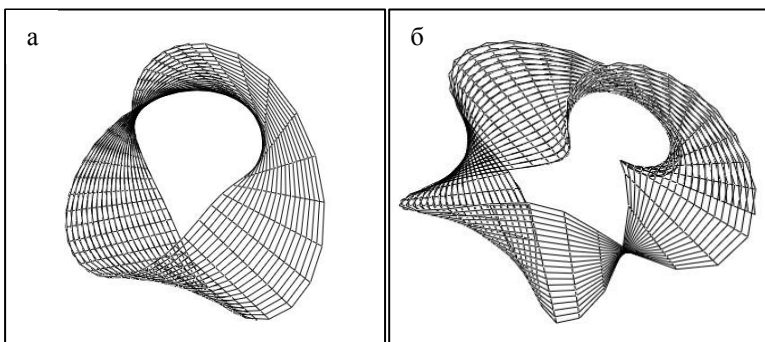


Рис. Лента Мёбиуса при  $n = 1$  (а) и  $n = 1/2$  (б)

Из приведенных рисунков видно, что параметр  $n$  определяет количество скручиваний ленты.

### Литература

1. Таллер А. Сюрпризы ленты Мёбиуса // Квант, 1978. – № 4. – С. 28–31.

УДК 006.9:621.3.08(075.8)

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ВИДОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЕЛИЧИН

Студент гр. 10705117 Малашонок С.В.

Кандидат техн. наук Савкова Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Измерения электромагнитных величин имеют особенности: 1) скалярный, комплексный и векторный характер входных величин; 2) наличие ковариации между входными и выходными величинами вследствие их взаимодействия в электрической цепи; 3) высокий удельный вес методической погрешности вследствие допущений и взаимодействия средств измерений с объектом измерений. Поэтому с точки зрения концепции неопределенности актуальной задачей также является систематизация информации о видах распределений вероятностей входных величин. Анализ [1–4] показал, что помимо равномерного, треугольного и Гаусса, в области электромагнитных и радиотехнических измерений также применимы распределения:

- 1) логарифмически нормальное (для описания параметров, связанных или с мощностью, или с напряженностью поля, или со временем, выражаемых в децибелах (например, длительность замираний));
- 2) рэлеевское в случае положительной непрерывной переменной,

Теоретически и экспериментально показана нелинейная зависимость колебаний пучности и узла стоячей волны резонатора от угловой скорости основания ВТГ прямого измерения [1]. Предложен способ формирования выходного сигнала разомкнутого ВТГ, позволяющий расширить линейную зону характеристики. Приведена структурная схема ВТГ для огибающих колебаний узла и пучности, позволяющая анализировать характеристики ВТГ без учета высокочастотной несущей колебаний резонатора. Проанализированы кривые затуханий колебаний резонатора при работе ВТГ в режиме интегрирующего гироскопа.

#### Литература

1. Матвеев В.В., Лихошерст В.В. Влияние перекрестной связи на динамику кориолисового вибрационного гироскопа // Известия ТулГУ. Технические науки, 2019. – № 8. – С. 22–28.

УДК 519.67

### ЛЕНТА МЁБИУСА: МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Студенты гр. 11301120 Любинский К.А., Семенова К.В.

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

Белорусский национальный технический университет

Лента Мёбиуса – это поверхность, которая получается при склеивании двух противоположных сторон АВ и CD прямоугольника ABCD так, что точки А и В совмещаются соответственно с точками С и D. Полученная поверхность является односторонней в трёхмерном пространстве. Её относят к непрерывным (топологическим) объектам. Ленту Мёбиуса можно описать с помощью параметрических уравнений [1]:

$$\begin{cases} x(\lambda, \varphi) = \left(R + \lambda \cos \frac{\varphi}{n}\right) \cos \varphi \\ y(\lambda, \varphi) = \left(R + \lambda \cos \frac{\varphi}{n}\right) \sin \varphi, \\ z(\lambda, \varphi) = \lambda \sin \frac{\varphi}{n} \end{cases} \quad (1)$$

где  $R$  – радиус окружности, построенной в трехмерной декартовой системе координат;  $\lambda$  – действительное число, определяющее положение точки на образующей;  $\varphi$  – принимает значения от 0 до  $2\pi$ ;  $n = 2$ .

Настоящая работа посвящена графическому анализу свойств ленты Мёбиуса в пакете Mathcad. На основе уравнений (1) построены изображения для различных значений параметров (рис.).

Современные эндоскопы используются не только для наблюдения структуры тканей внутренних органов с целью медицинской диагностики. Они дополнены рядом функциональных устройств, позволяющих проводить ряд анализов, а также осуществлять хирургические операции. Основным инструментом в последнем случае является лазерное излучение, передаваемое по специальному «силовому» волокну и фокусируемое на пораженных участках ткани. В этом отношении «оптоволоконная» медицина не утрачивает своей актуальности. Хотя в плане визуализации оптоволоконные жгуты в последнее время все чаще заменяют миниатюрными видеокамерами (видеоэндоскопы).

УДК 531.383

### **ВОЛНОВОЙ ТВЕРДОТЕЛЬНЫЙ ГИРОСКОП С МЕТАЛЛИЧЕСКИМ РЕЗОНАТОРОМ**

Студент гр. 120871 Лысякова А.А.

Кандидат техн. наук, доцент Матвеев В.В.

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»

В настоящее время волновые твердотельные гироскопы (ВТГ) с металлическим резонатором являются одними из перспективных датчиков первичной информации подвижных объектов по соотношению цена/точность. Производство ВТГ не требуют специальных технологий, таких как фотолитография и травление кремния, как например, при производстве микромеханических гироскопов или объемной обработки кварцевого стекла при изготовлении полусферических резонаторов.

Рассматриваются особенности построения (ВТГ) с металлическим резонатором (рис.).



Рис. Волновой твердотельный гироскоп с металлическим резонатором

Для исследования траектории движения тела, брошенного под углом к горизонту, выбран Mathcad, так как в данной программе результаты расчетов мы достаточно наглядно представили с помощью анимационного ролика, который сохранили в видеофайле. Расчеты произведены отдельно для каждого кадра. Формулы и графики, содержащиеся в кадре, являются функцией от номера кадра, который задается системной переменной FRAME.

УДК 628.953.2

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТОВОЛОКНА В МЕДИЦИНЕ**

Студент гр. 11307120 Лещенко Е.Г.

Кандидат физ.-мат. наук Красовский В.В.

Белорусский национальный технический университет

Избрав специальность «Биотехнические и медицинские аппараты и системы», важно уже на первом курсе иметь представление о современных медицинских технических устройствах и связанных с ними методах диагностирования и лечения, а также об основных направлениях развития медицинской техники.

Одной из таких областей является оптоволоконная эндоскопия. Собственно идея эндоскопа возникла не менее 200 лет назад, но практическая ее реализация стала более-менее возможной только после изобретения электрической лампы. Первые эндоскопы были жесткими, что существенно сужало область их применения. По-настоящему широкое применение эндоскопия получила лишь во второй половине XX века благодаря развитию технологии производства качественного оптоволоконна для волоконно-оптических линий связи. Для передачи изображения в эндоскопе используется жгут из оптических волокон, заключенных в гибкую оболочку (катетер). Как правило, жгут содержит не менее 10 тысяч волокон, концы которых жестко фиксированы в строгом соответствии друг с другом. В целом же волокна жестко не связаны между собой, и жгут получается гибким. Каждое волокно несет информацию об освещенности небольшого участка исследуемого объекта размером порядка своего диаметра у входного конца жгута. Соответственно на выходном конце жгута получается мозаичная картина обследуемого участка ткани. Существует целый ряд приемов для уменьшения мозаичности и улучшения контрастности изображения. Для освещения обследуемого участка ткани используют другой жгут, по которому свет вводится в полость тела. В отличие от жгута для передачи изображения осветительный жгут не является упорядоченным. Для ввода в полость тела оба жгута заключены в один общий катетер.



В качестве среды программирования выбрана Embarcadero Delphi. В дальнейшем разработанная программа будет дополнена для решения системы нелинейных уравнений.

УДК 004.94

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЛА, БРОШЕННОГО ПОД УГЛОМ К ГОРИЗОНТУ В MATHCAD**

Студент гр. 11302120 Лебедев Е.О.

Кандидат техн. наук, доцент Бокуть Л.В.

Белорусский национальный технический университет

Движением тела под углом к горизонту в физике называют сложное криволинейное перемещение, которое состоит из двух независимых движений, включая равномерное прямолинейное движение в горизонтальном направлении и свободное падение по вертикали. Точное описание характера движения тела, брошенного под углом к горизонту возможно только при рассмотрении некоторой идеальной ситуации.

Целью работы является исследование траектории движения тела, брошенного под углом к горизонту, с помощью программы Mathcad.

Считаем, что влиянием воздуха на движение можно пренебречь. Пусть из некоторой точки  $O$ , которую примем за начало отсчета, брошено тело с начальной скоростью  $V_0$ , направленной под углом  $\alpha$  к горизонту.

На тело действует только сила тяжести, поэтому при его движении будет изменяться только проекция скорости  $V_{0y}$ .

$$y = V_{0y} \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$$

Проекция скорости  $V_{0x}$  описывается уравнением:  $x = V_{0x} \cdot t$

Чтобы найти траекторию движения тела, подставим в уравнения, описывающие координаты движущегося тела, значения времени  $t$ , которые будем последовательно увеличивать, при известных значениях модуля начальной скорости  $V_0$  и угла  $\alpha$ . Затем находим момент падения тела и выставляем число кадров (fps), которое нам понадобится для создания анимации. Далее находим переменную  $t_1$ , отвечающую за функцию времени, являющуюся элементом анимации:

$$t_1 = \frac{FRAME}{MaxFrame} \cdot (T - t_0) + t_0,$$

где

$$T = \frac{2 \cdot V_0 \cdot \sin(\alpha)}{g}.$$

## РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ МЕТОДОМ НЬЮТОНА В DELPHI

Студент гр. 11302120 Курило Э.В.

Кандидат техн. наук, доцент Бокуть Л.В.

Белорусский национальный технический университет

Метод Ньютона или метод касательных – это итерационный численный метод нахождения корня заданной функции. Метод обладает квадратичной сходимостью (быстрой, по сравнению с другими методами) и может быть использован для решения задач оптимизации, в которых требуется определить ноль первой производной или градиента в случае многомерного пространства.

Целью работы является изучение метода Ньютона для решения нелинейных уравнений и разработка соответствующей программы в Delphi.

Суть метода состоит в следующем: сначала выбираем начальное значение  $x_0$ , достаточно близкое к искомому корню уравнения. Отлично, если бы мы нашли графическим методом отрезок, на котором точно находится хотя бы один корень уравнения. Следовательно, в качестве начального значения могли бы взять один из концов отрезка. Далее производится аппроксимация функции касательной прямой, уравнение которой определяется с помощью дифференциального исчисления. После этого идёт процесс нахождения пересечений касательной прямой с осью абсцисс. Обычно эта точка пересечения является лучшим приближением к корню уравнения. После этого процесс повторяется, пока не будет получена требуемая точность.

Уравнение касательной в точке  $x_0$  имеет вид:

$$y - f(x_0) = f'(x_0)(x - x_0), \text{ где}$$

$$f'(x_0) = \frac{df(x_0)}{dx} = \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{f(x) - f(x_0)}{x - x_0}$$

В качестве языка программирования выбран Delphi. Визуальная среда разработки Delphi позволяет наглядно строить приложение, собирая его из готовых программных блоков, кроме того, внешний вид приложения уже определяется на этапе разработки, что очень ускоряет сам процесс разработки. Файлы, созданные на Delphi, можно легко распространить на другие компьютеры, так как Delphi это среда компилирующего типа. Также Delphi предоставляет готовые компоненты для разработки приложений, например, кнопки, списки, поля редактирования и др.

## РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ДИРИХЛЕ В MATHCAD

Студент гр. 31302220 Кудряшов В.Б.

Ст. преподаватель Кондратьева Н.А.,

кандидат физ.-мат. наук, доцент Гундина М.А.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрим процесс решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа в системе MathCAD. Она находит широкое применение в области вопросов, касающихся теплопроводности различных сред и распределения температуры в них. Реализован алгоритм расчета и построения графика распределения температуры в трубе квадратного сечения в пакете инженерных расчетов MathCAD.

Постановка задачи следующая: необходимо найти непрерывную функцию  $u(x, y)$ , удовлетворяющую внутри заданной прямоугольной области  $D = \{(x, y), 0 \leq x \leq a, 0 \leq y \leq b\}$  уравнению Лапласа.

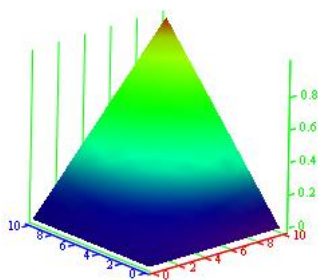
Граничные условия:

$$1. u(0, y) = f_1(y), u(a, y) = f_2(y), y \in [0; b];$$

$$2. u(x, 0) = f_3(x), u(x, b) = f_4(x), x \in [0; a].$$

Условие непрерывности функции  $u(x, y)$  на границе области  $D$ :

$$f_1(0) = f_3(0); f_1(b) = f_4(0); f_2(0) = f_3(a); f_2(b) = f_4(a).$$



Решение задачи производится в следующей последовательности: условное представление области в виде координатной сетки с заданным шагом, задание граничных условий непрерывности функции и, непосредственно, решение уравнения Лапласа в частных производных, что в свою очередь включает в себя задание начального приближения, уточнение решения и проверку окончания итерационного процесса.

Для реализации алгоритма решения данной задачи в пакете инженерных расчетов MathCAD использовался блок инструментов «Программирование» [1]. Результатом решения задачи Дирихле в MathCAD является график распределения температуры в трубе квадратного сечения, который представлен на рисунке.

## Литература

1. Решение дифференциальных уравнений в частных производных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ppt-online.org/197897>

## УКАЗАТЕЛЬ ПОВОРОТА САМОЛЕТА НА СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЕ

Студент гр. 120891 Колесникова А.Г.

Кандидат техн. наук, доцент Матвеев В.В.

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»

К группе пилотажно-навигационных приборов относится указатель поворота, предназначенный для индикации прямолинейности полета в азимуте и указания разворота летательного аппарата вокруг вертикальной оси. Целью работы является модернизация указателя поворота самолета с применением современной элементной базы.

Бурное развитие в последнее десятилетие микромеханических гироскопов, обладающих малыми массой, габаритами и энергопотреблением, открывает перспективу создания указателя поворота на микромеханических датчиках [1]. Разработана структура и проведено полунатурное моделирование указателя поворота (рис.), при котором использовались реальные показания микромеханического гироскопа, полученные со стенда, а сам указатель моделировался в среде *MatLab*.

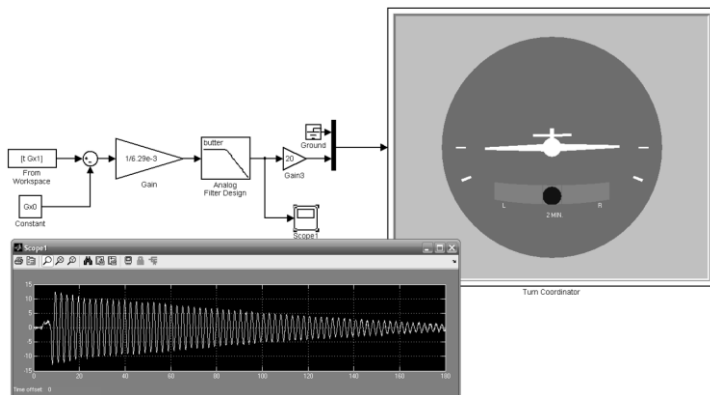
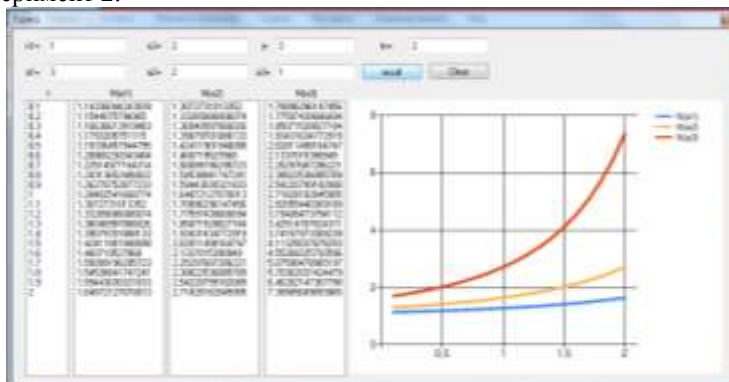


Рис. Схема полунатурного моделирования указателя поворота

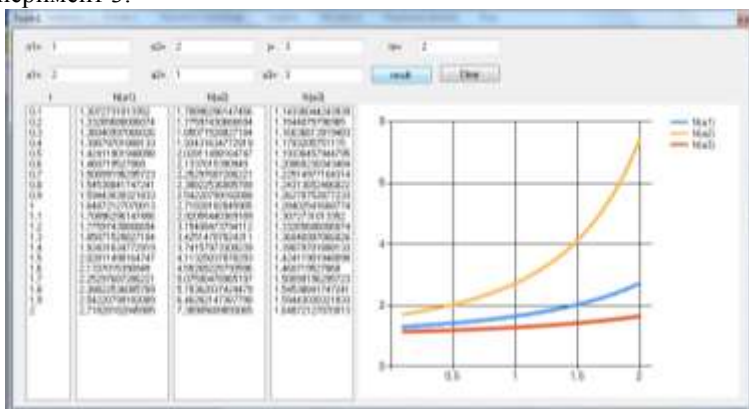
### Литература

1. Матвеев В.В., Распопов В.Я. Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации на МЭМС-датчиках. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. – 225 с.

## Эксперимент 2.



## Эксперимент 3.



## Литература

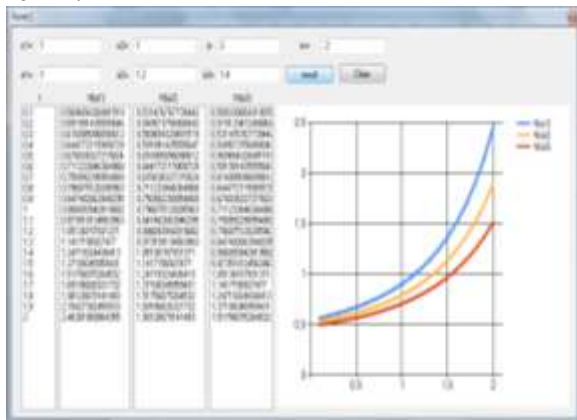
1. Юниси М.К. Об одном классе модельных уравнений с экстремальным свойством / М.К. Юниси // Вестник национального университета, 2004, серия математика. – № 1. – С. 128–135.
2. Юниси М.К. Теорема о представлении сложных объектов описываемых дифференцированными уравнениями полиномами / М.К. Юниси // Вестник ТНУ, 2013, серия естественных наук. – № 1(102). – С. 3–12.
3. Кодиров О.К. Об одном классе дифференциальных уравнений в частных производных третьего порядка / М. Гадозода, О.К. Кодиров // Вестник национального университета, серия естественных наук. – Душанбе, 2009. – № 1(49). – С. 49–53.
4. Кодиров О.К. Представления решений одного класса дифференциальных уравнений в частных производных третьего порядка / М. Гадозода, О.К. Кодиров // Вестник технического университета, 2009. – № 4. – С. 5–7.

$$\begin{aligned}
u = & \exp\left\{-\frac{p}{2}(t-t_0)\right\} \cdot \left[ u_{0,1} \cos\left(\frac{\sqrt{p^2+4(C-q)}}{2}(t-t_0)\right) + \right. \\
& + \frac{2u_{0,2} + pu_{0,1}}{\sqrt{p^2+4(C-q)}} \cdot \sin\left(\frac{\sqrt{p^2+4(C-q)}}{2}(t-t_0)\right) \left. \right] \times \\
& \times \prod_{j=1}^m \left[ \exp\left\{-\frac{p_j}{2}(x_j-x_{0,j})\right\} \cdot \left\{ \cos\left(\frac{\sqrt{p_j^2+4(C_j-q_j)}}{2}(x_j-x_{0,j})\right) + \right. \right. \\
& \left. \left. + \sin\left(\frac{\sqrt{p_j^2+4(C_j-q_j)}}{2}(x_j-x_{0,j})\right) \right\} \right]. \tag{9}
\end{aligned}$$

**Теорема.** Решения уравнений (1) и (3), удовлетворяющие начальным условиям (4), соответственно переопределенных систем (5) и (6) представляются в видах (7), (8), (9), если  $C$  и  $C_j$  ( $j = \overline{1, m}$ ) являются решением уравнения согласования.

Теперь приведем численный расчет рассматриваемого волнового процесса, используя язык программирования C++, результатом которого является графическая иллюстрация состояния данного явления.

Эксперимент 1.



$$\sum_{j=1}^m C_j^n = C^n. \quad (6)$$

Находим общее решение переопределенной системы (5), которое является общим решением уравнения (1) в экспоненциальном классе. Решение поставленной задачи состоит из трех случаев. Рассмотрим каждый случай по отдельности и получим соответствующие решения:

а) Рассмотрим случай:

$$p^2 + 4 \cdot (C - q) > 0, \quad p_j^2 + 4 \cdot (C_j - q_j) > 0, \quad (j = \overline{1, m}).$$

В этом случае решение принимает вид:

$$\begin{aligned} u = & \left[ \frac{2u_{0,2} + \left( p + \sqrt{p^2 + 4 \cdot (C - q)} \right) \cdot u_{0,1}}{2^{m+1} \sqrt{p^2 + 4 \cdot (C - q)}} \times \exp \left\{ \frac{-p + \sqrt{p^2 + 4 \cdot (C - q)}}{2} (t - t_0) \right\} - \right. \\ & \left. - \frac{2u_{0,2} + \left( p - \sqrt{p^2 + 4 \cdot (C - q)} \right) \cdot u_{0,1}}{2^{m+1} \sqrt{p^2 + 4 \cdot (C - q)}} \times \exp \left\{ \frac{-p - \sqrt{p^2 + 4 \cdot (C - q)}}{2} (t - t_0) \right\} \right] \times \\ & \times \prod_{j=1}^m \left[ \exp \left\{ \frac{-p_j + \sqrt{p_j^2 + 4 \cdot (C_j - q_j)}}{2} (x_j - x_{0,j}) \right\} + \right. \\ & \left. + \exp \left\{ \frac{-p_j - \sqrt{p_j^2 + 4 \cdot (C_j - q_j)}}{2} (x_j - x_{0,j}) \right\} \right] \end{aligned} \quad (7)$$

б) Второй случай:  $p^2 + 4 \cdot (C - q) = 0, \quad p_j^2 + 4 \cdot (C_j - q_j) = 0, \quad (j = \overline{1, m}).$

Для этого случая решение принимает вид:

$$\begin{aligned} u = & \left[ u_{0,1} + \left( u_{0,2} + \frac{p}{2} u_{0,1} \right) \cdot (t - t_0) \right] \cdot \exp \left\{ -\frac{p}{2} (t - t_0) \right\} \times \\ & \times \prod_{j=1}^m \left[ 1 + x_j - x_{0,j} \right] \cdot \exp \left\{ -\frac{p_j}{2} (x_j - x_{0,j}) \right\}. \end{aligned} \quad (8)$$

в) Третий случай:  $p^2 + 4 \cdot (C - q) < 0, \quad p_j^2 + 4 \cdot (C_j - q_j) < 0, \quad (j = \overline{1, m}).$

Тогда решение принимает вид:

где  $m, n$  ( $m, n > 1$ ) – натуральные числа,  $t \geq t_0 \geq 0$ ,  
 $x = (x_1, x_2, \dots, x_m) \in R^m$ ,  $p > 0$  и  $p_j > 0$  ( $j = \overline{1, m}$ ) – действительные числа,  
 $u(t, x)$  – искомая функция.

Изучение таких физических процессов приводят к модельному уравнению с экстремальными свойствами:

$$Lu = \max_{\alpha \in A} \left\{ \sum_{j=1}^m \alpha_j (L_j u)^s \right\}^{\frac{1}{s}}, \quad (2)$$

где  $A = \left\{ \alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m) : 0 < \alpha_j < 1, \sum_{j=1}^m \alpha_j^{\frac{n}{n-s}} = 1 \right\}$ ,  $n > s > 0$  – натуральные числа.

В работах профессора М. Юнуса [1] доказано, что уравнение (2) эквивалентно уравнению:

$$(Lu)^n = \sum_{j=1}^m (L_j u)^n. \quad (3)$$

Следствием уравнения (3) при дифференциальных операторах:

$$L = \frac{\partial^2}{\partial t^2} + p \cdot \frac{\partial}{\partial t} + q, \quad L_j = \frac{\partial^2}{\partial x_j^2} + p_j \cdot \frac{\partial}{\partial x_j} + q_j \quad (j = \overline{1, m})$$

является уравнение (1).

Для данного уравнения (1) сначала задаём начальные условия в виде

$$u = (t_0; x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0m}) = u_{01}, \quad \frac{\partial u}{\partial t} = (t_0; x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0m}) = u_{02}. \quad (4)$$

Чтобы найти решения уравнения (1) в экспоненциальном классе используем вспомогательную переопределенную систему уравнений

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + p \frac{\partial u}{\partial t} + qu = C u, \\ \frac{\partial^2 u}{\partial x_j^2} + p_j \frac{\partial u}{\partial x_j} + q_j u = C_j u, \quad (j = \overline{1, m}). \end{cases} \quad (5)$$

В системе уравнений (5)  $C$  и  $C_j$  ( $j = \overline{1, m}$ ) – произвольные действительные числа, которые являются решением уравнения согласования:



запросы, формы, отчеты, страницы). Все объекты Access хранятся в одном файле с расширением .mdb. В таблицах хранятся данные о студентах, проживающих в общежитии. Сведения можно добавлять, редактировать, просматривать. Запросы позволяют быстро выбирать необходимую информацию из таблиц. Реализованы запросы: «на выборку» с условием, на создание таблицы, «на обновление» информации, «на удаление» записи, перекрестные запросы и другие. Используя формы, можно вводить данные в таблицы, выводить на экран в удобном виде, просматривать и изменять их. Используя «Инструменты» выполнена установка кнопок для закрытия базы данных, для перехода по формам, для перехода по записям. С помощью отчетов создаются различные виды документов для вывода на печать. В отличие от распечаток таблиц или запросов отчет дает более широкие возможности сортировки и группировки данных, он предоставляет возможность добавлять итоговые значения, а также поясняющие надписи, колонтитулы, номера страниц, стили и различные графические элементы. Опубликованная средствами Access веб-страница, имеющая подключение к базе данных, позволяет просматривать, добавлять, изменять и обрабатывать данные, хранящиеся в базе данных, из обозревателя. Макросы и модули могут быть использованы для автоматизации работы с базой данных.

#### Литература

1. Ковалева М.А. Создание баз данных в Microsoft Access. Учеб.-метод. пособие. – М.: Мир науки, 2019. – С. 44.

УДК 681

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОПУЛЯЦИОННЫХ ВОЛН В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ РЕЖИМАХ

Кодиров О.К., Шукуров Р.

Таджикский технический университет им. академика М.С. Осими

В настоящей исследовательской работе рассматривается волновой процесс физического явления в экстремальных режимах, которое описывается дифференциальным уравнением в частных производных второго порядка с постоянными коэффициентами вида:

$$\left( \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + p \cdot \frac{\partial u}{\partial t} + qu \right)^n = \sum_{j=1}^m \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x_j^2} + p_j \cdot \frac{\partial u}{\partial x_j} + q_j u \right)^n, \quad (1)$$

метод Гаусса. Затем заменим последний столбец основной матрицы столбцом свободных членов В и найдем определитель А1. Аналогичную операцию выполним для всех столбцов, получим определители от А1 до Аn, где n – номер последнего справа столбца. Итак, если найдены все детерминанты А1...Аn, можно вычислить значения неизвестных переменных по формуле:

$$x_i = \frac{A_i}{A}$$

При решении поставленной задачи использовался язык программирования Delphi, который позволяет быстро и эффективно создавать приложения. Delphi располагает простой и удобной средой для разработки приложений. В Delphi также используется довольно простой язык программирования Pascal.

Задача решения системы линейных уравнений сравнительно редко представляет самостоятельный интерес для прикладных задач. Однако от умения эффективно решать данные системы часто зависит возможность математического моделирования с применением компьютера самых разнообразных процессов. Кроме того, значительная часть численных методов решения различных нелинейных задач включает в себя решение систем линейных уравнений как элементарный шаг соответствующего алгоритма. Практической значимостью данной работы является автоматизация расчётов корней линейных уравнений и, значит, экономия времени при решении указанной задачи.

УДК 004.658

## **СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ СТУДЕНЧЕСКОГО ОБЩЕЖИТИЯ**

Студент гр. 11311120 Кирикович В.А.

Ст. преподаватель Кондратьева Н.А.

Белорусский национальный технический университет

MS Access – это функционально полная реляционная система управления базами данных (СУБД), работающая в среде Windows. Access позволяет создавать сложные базы данных, задавая структуру таблиц и определяя связи между ними. MS Access содержит возможности для создания запросов, отчетов и форм любой сложности. В Access можно использовать все возможности Windows обмена данными между приложениями (DDE и OLE), что позволяет включить в базу данных графическую и звуковую информацию [1].

Разработанная база данных «Студенты общежития № 14» в Access состоит из объектов, связанных с хранимыми данными (таблицы,

	Эксперимент 1	Эксперимент 2	Эксперимент 3	Эксперимент С интуицией (укорочен)
А	16	13	12	8
В	2	2	2	2
С	2	2	3	7

А—максимальная серия;

В— минимальная серия;

С— самое частое выпадаемое число.

Исходя из полученных данных, мы смогли сделать вывод, что возможность не угадать на втором шаге – максимальна, особенно если первой картой, которую мы достали из колоды, была 10. Нулевая если достали 6 или Т. С каждой картой, которую мы достали из колоды вероятность угадать возрастает, но шанс сделать победную серию невелик.

### Литература

1. Колмогоров А.Н., Журбенко И.Г., Прохоров А.В. Введение в теорию вероятностей. – М.: Наука, 1982.
2. Боровков А.А. Математическая статистика. – М.: Наука, 1984.
3. Ширяев А.Н. Вероятность. – М.: Наука, 1989.
4. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей. – М.: Наука, 1988. – 406 с.
5. Сайт: <http://ru.wikipedia.org>

УДК 004.94

## РЕШЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ МЕТОДОМ КРАМЕРА В DELPHI

Студент гр. 11302120 Иоффе К.В.

Кандидат техн. наук, доцент Бокуть Л.В.

Белорусский национальный технический университет

Метод Крамера является методом решения систем линейных алгебраических уравнений, в которых число уравнений равно числу неизвестных. Рассматриваются системы, в которых главный определитель матрицы коэффициентов системы не равен нулю, тогда решение системы линейных уравнений существует и единственно.

Целью работы является изучение метода Крамера для решения систем линейных уравнений и разработка соответствующей программы в Delphi.

Идея метода Крамера состоит в следующем. Если дана система линейных уравнений  $AX = B$ , то сначала вычисляем определитель основной матрицы  $A$  системы. Если он оказался равным нулю, то система не имеет решений или имеет бесконечное множество решений. Чтобы найти в таком случае общее или какое-то базисное решение, следует использовать

пользуем теорему для полного тока:  $\oint_L \vec{H} d\vec{l} = \int_S \vec{j} d\vec{S}$ ,  $\vec{j}$  – плотность тока, А/м<sup>2</sup>. Устремим ширину контура в к нулю, получим:  $H_{1\tau}a - H_{2\tau}a = \vec{j} b a$ . Т. к.:  $\lim_{b \rightarrow 0} \vec{j} b = \vec{j}_p$ , получим  $H_{1\tau} - H_{2\tau} = \vec{j}_p$ ,  $\vec{j}_p$  – поверхностная плотность тока (А/м). На границе раздела двух сред разность касательных составляющих напряженности магнитного поля равна поверхностной плотности тока.

УДК 61

## ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ В АЗАРТНЫХ ИГРАХ

Студент гр. 11312120 Жикин К.Д.

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

Белорусский национальный технический университет

Теорию вероятностей в играх мы будем рассматривать на примере игры «Больше-Меньше» для колоды (36 карт), цель которой угадывать будет ли следующая карта больше или меньше. Равная карта не завершает игру. Так же в данной работе мы будем рассматривать такое явление как “Ошибка игрока” известная как ложный вывод Монте-Карло, основанный на том, что в казино Монте-Карло 26 раз подряд шарик, останавливался на черном поле. Изучение данного когнитивного заблуждения поможет избежать его в дальнейшем.

Формула для 1 задачи:

$$\frac{4 \cdot (9 - I) - D + K}{n_0 - n + 1},$$

где  $n$  – № шага;  $n_0$  – число карт(36);  $I$  – значение, которое выпало в прошлом шаге (если мы хотим сказать, что следующая карта будет меньше и принимает значения (Т-1, К-2, Д-3, В-4,10-5,9-6,8-7,7-8,6-9) или если мы хотим сказать, что следующая карта будет больше и принимает значения (Т-9, К-8, Д-7, В-6,10-5,9-4,8-3,7-2,6-1)),  $D$  и  $K$  уточняющие числа, отвечающие за точность,  $K$  отвечает за предполагаемый повтор карты  $K = K-k$  (вышедших),  $D$  за уменьшение увеличение шанса на выпадение с учетом количества вышедших карт:

$$D = d_{10} + (d_m \text{ or } d_b),$$

где  $d_m$  – число вышедших карт номиналом меньше предыдущей для варианта если мы выбрали понижение;  $D_b$  – число вышедших карт номиналом больше предыдущей для варианта если мы выбрали понижение.

Ложный вывод Монте-Карло основан из-за того, что закон больших чисел справедлив только для больших чисел.

## ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И МАГНИТНОГО ПОЛЕЙ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ДВУХ СРЕД

Студент гр. 10303120 Жарков Р.А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Бобученко Д.С.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрим изменение электрического и магнитного полей на границе раздела двух сред с диэлектрическими и магнитными проницаемостями  $\epsilon_1, \mu_1, \epsilon_2, \mu_2$  для этих сред при наличии на границе свободных зарядов и тока.

1. *Граничные условия для вектора напряженности электрического поля  $E$ .* Выделим на границе прямоугольный замкнутый контур (длины  $a$ , ширины  $b$ , рис. 1), и используем закон электромагнитной индукции:

$\oint_L \vec{E} d\vec{l} = -\frac{\partial}{\partial t} \int_S \vec{B} d\vec{S}$ . Устремим ширину контура в  $k$  нулю, поток вектора магнитной индукции  $B$  обратится в нуль.  $\oint_L \vec{E} d\vec{l} = 0$  или

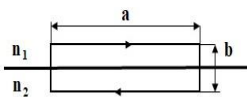


Рис.1.

$E_{1\tau}a - E_{2\tau}a = 0$ . То есть:  $E_{1\tau} = E_{2\tau}$ . На границе раздела двух сред касательная составляющая напряженности электрического поля всегда не изменяется.

2. *Граничные условия для вектора магнитной индукции  $B$ .* Выделим на границе раздела объем в виде симметричного цилиндра (рис. 2). Поток вектора магнитной индукции через любую замкнутую поверхность равен нулю

$\oint_S \vec{B} d\vec{S} = 0$ . Устремим высоту цилиндра к нулю, получим:  $B_{1n}S - B_{2n}S = 0$ ,  $S$  – площадь основания цилиндра. Тогда:  $B_{1n} = B_{2n}$ . На границе раздела двух сред нормальная составляющая магнитной индукции магнитного поля всегда не изменяется.

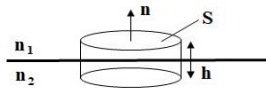


Рис.2.

3. *Граничные условия для вектора электрического смещения  $D$ .*

Опять, выделим на границе раздела объем в виде симметричного цилиндра (рис. 2). По теореме Гаусса:  $\oint_S \vec{D} d\vec{S} = \int_V \rho dV$ ,  $\rho$  – объемная плотность свободных зарядов. Устремим высоту цилиндра  $h$  к нулю, получим:

$D_{1n}S - D_{2n}S = \rho hS$ . Т. к.:  $\lim_{h \rightarrow 0} \rho h = \sigma$ ,  $\sigma$  = поверхностная плотность свободных зарядов. В результате:  $D_{1n} - D_{2n} = \sigma$ . На границе раздела двух сред разность нормальных составляющих электрических смещений равна поверхностной плотности свободных зарядов.

4. *Граничные условия для вектора напряженности магнитного поля  $H$ .* Выделим на границе прямоугольный замкнутый контур (рис. 1), и ис-

## СПОСОБ ИНДИКАЦИИ СОСТОЯНИЯ ЛИНИЙ ПРИЁМА И ПЕРЕДАЧИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНТЕРФЕЙСА RS-485

Студент гр. 11301118 Ерошеня Т.С., аспирант Безлюдов А.А.

Ст. преподаватель Василевский А.Г.

Белорусский национальный технический университет

Информационный обмен в адресно-аналоговых системах пожарной сигнализации, а также между удалёнными приборами систем пожарной автоматики реализуется на основе полудуплексного дифференциального интерфейса RS-485. Преобразователи и повторители интерфейсов от производителей приборов систем безопасности содержат светодиодный индикатор, индицирующий режимы обмена информацией, и управляемый программно микроконтроллером. Как правило, можно различать два-три режима обмена, в общем случае: идёт обмен (информационный пакет принят), связь в норме (информационный пакет соответствует используемому протоколу обмена), связи нет. В случае возникновения неисправности в канале связи может оказаться полезным, не прибегая к диагностике с использованием программных и(или) технических средств, иметь возможность наблюдать факт присутствия информационного обмена по линиям связи. На рисунке представлена схема, позволяющая визуально наблюдать факт прохождения пакетов данных по информационным линиям между узлом UART микроконтроллера и приёмопередатчиком RS-485.

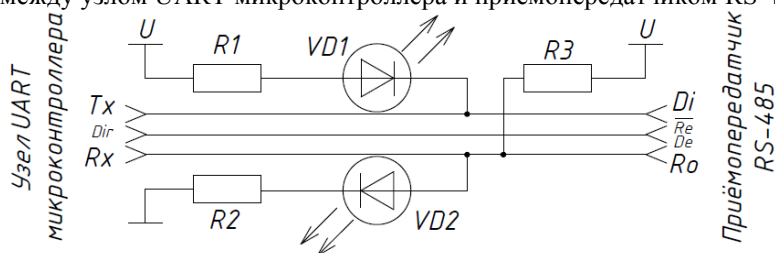


Рис. Электрическая схема индикации информационного обмена

Предлагаемое решение предполагает использование светоизлучающих диодов. Во время передачи данных светодиод VD1 загорается на короткий промежуток времени. При наличии входящих пакетов информации светодиод VD2 гаснет. Недостаток предлагаемого решения заключается в использовании элементов, потребляющих ток для своей работы из информационных линий, невозможности наблюдения смены режимов свечения индикаторов при малых размерах пакетов. Работоспособность схемы проверена на скорости 115200 бод/с. Величина тока через светодиоды задавалась 2 мА.

нение волны соответствует правовинтовой системе (рис.). По поверхности протекает ток с поверхностной плотностью  $j$ . Согласно граничным условиям: для тангенциальных составляющих электрического поля:  $E_{1\tau} = E_{2\tau}$  (1); для тангенциальных составляющих магнитного поля:  $H_{1\tau} = H_{2\tau} + j$  (2).

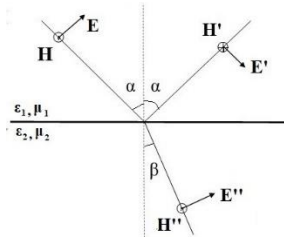


Рис. 1.

Поскольку, напряженность магнитного поля является резко периодической функцией времени по сравнению с плотностью тока, уравнение (2) возвели в квадрат, и усреднили по времени за период колебаний, в результате получили для амплитуд:  $H_{1\tau}^2 = H_{2\tau}^2 + 2j^2$  (3). Согласно направлениям напряженностей полей в р-поляризованной волне, показанным на рис., получили систему уравнений:

$$(E + E') \cos \alpha = E'' \cos \beta \quad (4);$$

$$(H - H')^2 = (H'')^2 + 2j^2 \quad (5),$$

где напряженности без штрихов относятся к амплитуде падающей волны, с одним штрихом – к отраженной, с двумя – к преломленной волнам.

Введя амплитудные коэффициенты отражения:  $r_{\parallel} = \frac{E'}{E}$ , пропускания  $d_{\parallel} = \frac{E''}{E}$ , и используя связь между  $E$ ,  $H$  в электромагнитной волне, из уравнений (4), (5) получили:

$$r_{\parallel} = \frac{-c_2 \pm \sqrt{c_2^2 - c_1(c_1 + 2j_e^2)}}{c_1},$$

$$\text{где } c_1 = \frac{\epsilon_0}{\mu_0} \left\{ \frac{\epsilon_2}{\mu_2} * \frac{\cos^2 \alpha}{1 - \frac{\epsilon_1 \mu_1}{\epsilon_2 \mu_2} \sin^2 \alpha} - \frac{\epsilon_1}{\mu_1} \right\}; c_2 = \frac{\epsilon_0}{\mu_0} \left\{ \frac{\epsilon_2}{\mu_2} * \frac{\cos^2 \alpha}{1 - \frac{\epsilon_1 \mu_1}{\epsilon_2 \mu_2} \sin^2 \alpha} + \frac{\epsilon_1}{\mu_1} \right\}; j_e = \frac{j}{E}.$$

Коэффициент отражения  $r_{\parallel}$  зависит от поверхностной плотности тока, и также от амплитуды напряженности электрического поля в падающей волне. Коэффициент отражения  $R$  интенсивности излучения равен:  $R_{\parallel} = r_{\parallel}^2$ .

ритма является выделение области интереса на изображении с помощью графических элементов или же заливки данного сегмента.

```
cells=ComponentMeasurements[Binarize[img,{0,0.3}],{"Centroid","EquivalentDiskRadius"},#AdjacentBorderCount==0&&50<#Area<2200&]  
t=HighlightImage[img,Circle@@@cells2]
```

*Binarize* – функция, позволяющая создать бинарное изображение путём замены пикселей исходного изображения на нули и единицы. *HighlightImage* – функция, выделяющая специфические области интереса в изображении [1].

На рисунке представлен результат работы алгоритма нахождения надписи на кубиках.

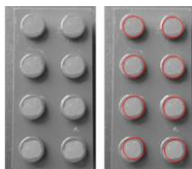


Рис. Исходное и обработанное изображение

Возможность контроля и настраивания бинаризации в системе позволяет выделить объект на изображении, где искомая область слабо контрастирует с фоном или же присутствуют шумы и нежелательные элементы.

Разработанный алгоритм может быть применен на промышленном предприятии для выявления дефектов произведенной продукции.

### Литература

1. Гундина М.А. Обзор функций Wolfram Mathematica, реализующих сегментацию изображений / М.А. Гундина // Механіка та математичні методи. Одесса, 2020. – С. 78–89.

УДК 531

## ОТРАЖЕНИЕ Р-ПОЛЯРИЗОВАННОЙ ЭМ ВОЛНЫ ОТ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА СРЕД ПРИ НАЛИЧИИ ТОКА

Студент гр. 10301220 Гурин М.В.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Бобученко Д.С.

Белорусский национальный технический университет

В данной работе представлен вывод формулы для коэффициента отражения р-поляризованной электромагнитной волны (ЭМ) от границы раздела двух сред с электрическими и магнитными проницаемостями  $\epsilon$ ,  $\mu$  соответственно, при наличии тока на поверхности раздела. Направление векторов напряженностей электрического поля  $E$ , лежащего в плоскости падения (р-поляризация), магнитного поля  $H$ , и направление распростра-



*p-n*-переходе из-за наличия в нем рекомбинационных центров, вносящих глубокие уровни в запрещенную зону. Аналогично, наличие глубоких центров в области базы снижает коэффициент переноса.

Концентрация легирующей примеси в базе меньше (в 100–1000 раз), чем в эмиттере. Используя кривые релаксации емкости эмиттерного *p-n*-перехода при резком переключении обратного смещения, можно оценить концентрацию рекомбинационных центров в базовой области.

Из вольтамперных характеристик эмиттерного перехода при прямом смещении определяется фактор идеальности перехода. В случае, когда рекомбинационная составляющая тока оказывается малой по сравнению с диффузионной, фактор идеальности близок к единице. Для транзисторов с таким эмиттерным переходом следует ожидать большей величины эффективности эмиттера.

На основании подобных измерений из большой группы однотипных транзисторов были выбраны 2 группы транзисторов, в первой из них концентрация глубоких центров была заметно ниже, чем во второй, а фактор идеальности эмиттерного перехода указывал на преобладание диффузионной составляющей тока эмиттерного перехода над рекомбинационной.

Результаты исследований показали, что величина  $\beta$  для транзисторов первой группы оказалась заметно выше (на 30–40%), что согласуется с общепринятыми положениями для определения  $\beta$ .

#### Литература

1. Морозова И.Г. Физика полупроводниковых приборов. – М.: Атомиздат, 1980. – 392 с.
2. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. – М.: Сов. Радио, 1980. – 424 с.

УДК 004

### ВОЗМОЖНОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ В СИСТЕМЕ WOLFRAM MATHEMATICA

Студент гр. 11307120 Грузд Н.А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Гундина М.А.

Белорусский национальный технический университет

При решении задачи обнаружения объектов на снимках, полученных промышленным оборудованием, необходимо не только распознать предмет, находящийся на изображении, но и определить его положение в сетке пикселей исходного изображения.

Разработанный нами алгоритм выделения объекта осуществляет следующие задачи: сегментацию изображения и выделение связанных участков на отсегментированном изображении. Результатом работы такого алго-

тинки. Возможно, не каждый сможет рассмотреть эти картинки. Иногда бывает трудно представить то, о чем говорит преподаватель. Отсюда появляется непонимание темы и как снежный ком появляется непонимание предмета. Давайте дадим каждому ученику и преподавателю планшет. Поставим интерактивную доску и проектор. Все задания можно сделать в электронном варианте. Ученикам не придется долго ждать, чтобы узнать свою оценку.

Лучшее средство для погружения в учебный процесс – очки виртуальной реальности (Oculus VR). Теперь каждый сможет увидеть и погрузится внутрь рассматриваемого предмета, процесса. Используя современные средства можно получить компактный и безопасный тренажер для будущих спасателей и инженеров систем безопасности. Oculus VR оснащены гироскопами и датчиками для отслеживания положения головы пользователя в пространстве. Объединив мощный компьютер, специальное программное обеспечение и очки виртуальной реальности, мы можем получить удобный тренажер для подготовки будущих спасателей. Используя очки виртуальной реальности ликвидатора можно безопасно поместить в центр чрезвычайной ситуации. Например, можно смоделировать ситуацию аварии на атомной электростанции – чересчур затратный и опасный для жизни, нереализуемый на реальном объекте тренировочный процесс. Такой опыт несравним с ликвидацией настоящей ЧС, но позволяет экономить бюджет, сократить риск получить травму при тренировочной ликвидации ЧС. Данный метод подготовки позволит существенно сократить риск при анализе развития ЧС и их ликвидации на реальных объектах с использованием смоделированных процессов. Анализ реальных ЧС может производиться при использовании в модели сигналов различных датчиков, входящих в установленные на различных объектах системы обеспечения безопасности. За новыми технологиями – будущее, и в учебном процессе, и никто из студентов от этого не откажется.

УДК 621.382

## **КОЭФФИЦИЕНТ УСИЛЕНИЯ БИПОЛЯРНОГО ТРАНЗИСТОРА**

Студент гр. 11310120 Гайкевич Д.Н.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Черный В.В.

Белорусский национальный технический университет

Усилительные свойства биполярных транзисторов определяет статический коэффициент усиления по току  $\beta$ . Он определяется несколькими факторами: эффективностью эмиттера, коэффициентом переноса в базе и эффективностью коллектора [1, 2]. Для маломощных транзисторов при невысоком уровне инжекции эффективность эмиттера может заметно снижаться вследствие рекомбинации носителей тока в эмиттерном

Android Studio – среды разработки мобильных приложений на платформе Android.

Проделаны следующие этапы работы при создании программного продукта: анализ приложений-конкурентов; разработка каркасного мобильного приложения; разработка сервера; проектирование базы данных; разработка специального вебсайта; установление связи между мобильным приложением и сервером; тестирование и отладка ПО.

При проектировании базы данных была четко определена её структура, типы данных. База данных успешно была подключена к серверу и использовалась им для хранения расписания.

На этапе разработки специального вебсайта необходимо было разработать функционал редактирования расписания, его сохранения либо удаления. В специализированном сайте присутствует обязательная авторизация для пользователя. Реализована возможность редактирования расписания для групп. Сайт так же предоставляет возможность изменить язык интерфейса, для будущего подключения групп с иностранными студентами. Специальный вебсайт с возможностью редактирования расписания: <http://176.96.238.141:8080/>.

В результате проделанной работы пользователю предложен следующий функционал: просматривать расписание своей группы; переключаться между неделями учёбы; изменять группу и факультет БНТУ. Каждый раз при открытии расписания программное обеспечение обновляет его, без участия пользователя. Расписание для каждой группы может редактироваться пользователями, имеющими определённые права на специальном вебсайте, который разработан для выполнения данной задачи. Приложение «Расписание для студентов БНТУ» для установки на мобильное устройство с системой Android: <https://vk.cc/bVIR3q>.

УДК 004.896

## **ИННОВАЦИОННАЯ МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ – ВЗГЛЯД СТУДЕНТА**

Студент гр. 11301116 Габец В.А.

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

Д-р техн. наук, профессор Гусев О.К.

Белорусский национальный технический университет

Современные технологии окружают нас везде и студента. Получение знаний с использованием старой техники неудобно и студентов иногда трудно заинтересовать учебой. Они не любят читать книги, а свободную минуту стараются провести вместе со своей любимой техникой. Но если воспользоваться этим и реорганизовать учебный процесс? Представим обычное занятие. Преподаватель что-то рассказывает и показывает кар-

поворота, указатель угла атаки и скольжения. Помимо указанных на дисплее отображаются данные радара и другая информация, необходимая для выполнения летных задач.



Рис. Вид разработанной программы

К панели приборов при помощи кабеля подключается модель самолета, в которую встроены микромеханические гироскопы и акселерометры, что позволяет наблюдать на дисплее эволюцию пилотажных параметров в реальном времени.

### Литература

1. Электронный ресурс URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Стеклопанельная\\_кабина](https://ru.wikipedia.org/wiki/Стеклопанельная_кабина)
2. Авиационные приборы и пилотажно-навигационные комплексы: учеб. пособ. В 2 ч. / сост. Е.В. Антонец, В.И. Смирнов, Г.А. Федосеева. – Ч. 1. – Ульяновск: УВАУ ГА, 2007. – 119 с.

УДК 004.021

### **РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «РАСПИСАНИЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ БНТУ» В ПРОГРАММЕ ANDROID STUDIO**

Студент гр. 11302220 Вансович Д.И.

Ст. преподаватель Кондратьева Н.А.,

кандидат физ.-мат. наук, доцент Гундина М.А.

Белорусский национальный технический университет

Одна из глобальных целей реформирования высшего технического образования – научить будущего инженера взаимодействовать с информационно-техническими устройствами и технологиями. Для более комфортной и удобной организации учебного процесса в университете проводится разработка мобильного интерфейса расписания занятий для студентов в