

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Интеллектуальные и мехатронные системы»

# **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ, СЕНСОРНЫЕ И МЕХАТРОННЫЕ СИСТЕМЫ**

Сборник научных трудов

(по материалам студенческих научно-технических конференций)

М и н с к  
Б Н Т У  
2 0 1 8

**Редакционная коллегия:**  
*В.М. Зайцев, В.А. Гулай, А.В. Дубовик*

Представлены материалы докладов студенческих научно-технических конференций. Тематика охватывает широкий круг проблем построения интеллектуальных систем обработки информации, сенсорных и мехатронных систем.

© Белорусский национальный  
технический университет, 2018

## ПРИЛОЖЕНИЕ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЗЛОКАЧЕСТВЕННОСТИ РОДИНОК

студенты гр. 10307114 Ушенко Д.А., Кравченко И.В.

*Научный руководитель* — **Баркалин В.В.**

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

В последние годы дерматологи, косметологи, онкологи и врачи других специальностей все чаще сталкиваются с различными пигментными новообразованиями кожи, диагностика которых на ранних этапах развития вызывает трудности и требует участия высокопрофессиональных специалистов.

До 40 процентов злокачественных опухолей – это опухоли кожи. Одним из наиболее опасных видов рака кожи является меланома – самая распространенная форма рака среди представителей европеоидной расы. По данным Всемирной организации здравоохранения, в мире ежегодно регистрируется более 160 000 новых случаев меланомы, заболеваемость которой у представителей белой расы ежегодно увеличивается на 5-10 процентов и составляет в Европе примерно 11,3 на 100 000 населения. Согласно статистическим данным, каждые 10-20 лет число случаев меланомы удваивается.

В Республике Беларусь меланома кожи составляет около 4 процентов в общей структуре злокачественных новообразований человека, то есть до 700 новых случаев в год. В течение прошлого года умерло 239 больных.

Единственной наиболее перспективной стратегией, нацеленной на резкое сокращение уровня смертности от меланомы, является организация ранней диагностики.

Растущая нагрузка дерматологов и нехватка специалистов, особенно опытных дерматоскопистов, во всем мире, приводит к тому, что пациентам зачастую приходится слишком долго ждать исследования кожных образований. Это особенно справедливо в отношении Беларуси, где специалисты-дерматологи сосредоточены в крупных центрах, а современное неинвазивное диагностическое оборудование до самого последнего времени отсутствовало. В поликлиниках, куда происходит основная масса первичных обращений, специалисты-онкодерматологи чаще всего отсутствуют, что требует дополнительных временных и финансовых затрат для консультации пациентов и областных центрах.

Поэтому мы поставились целью создать проект, который позволит производить раннюю диагностику обычному человеку, без посещения врачей.

Целью проектируемой системы является:

- Создание программного продукта, который позволит формировать снимки новообразований, передавать данные снимки и определенные пользовательские данные в суперкомпьютерной кластер, для обработки и получения результатов выполнения алгоритма;
- Сделать проект максимально доступным.

Для достижения целей нами было найдено три системы максимально подобные проектируемой. Это приложение MelaBase, набор алгоритмов Aide, и мобильное приложение Miiskin. Каждая система была тщательно исследована. В каждой из них были выделены их преимущества и недостатки. На основе этих данных были сформулированы требования и функции к проектируемой системе.

Рассмотренные системы обеспечивают получения одного и того же результата разными способами и при помощи различных платформ (приложение для персонального компьютера, набор алгоритмов выполняющиеся подготовленными людьми, мобильное приложение). Проектируемое приложение будет состоять из центра обработки данных, мобильного приложения и веб-приложения. Таким образом,

пользователь сможет иметь доступ к системе практически с любого устройства. Доступ к алгоритму по распознаванию будет выполняться удаленно на суперкомпьютерном кластере. Это позволит работать с приложением даже на достаточно «слабом» устройстве. Распознавание будет осуществляться по следующим алгоритмам: ABCDE и при помощи поиска подобных изображений в базе данных. К данному приложению будут иметь доступ врачи, которые смогут в режиме реального времени просматривать фотографии пациентов и ставить предварительные диагнозы.

Для передачи данных будут использоваться следующие сетевые протоколы:

- SSH – такой вид связи будет использоваться в мобильном приложении.
- HTTP – Для веб-приложения.

Принцип работы мобильного приложения.

Принцип работы мобильного приложения предельно прост. Пользователь при помощи мобильного устройства создает фотографию родинки, заполняет информацию о родинке. После чего фотографию можно отправить на кластер для обработки. Через некоторое время на мобильное устройство возвращается результат выполнения анализа.

Принцип работы веб-приложения.

Работа веб-приложения немного интереснее, тут уже работают 2 типа пользователей (пациенты и врачи).

Пациент регистрируется и заполняет желаемую информацию о себе, добавляет фотографии, которые загружаются в БД, заполняет подробную информацию о фотографии. Любую фотографию из галереи, пользователь, может отправить на компьютерный анализ, после чего получит ответ с предварительным диагнозом.

Врач при помощи приложения может просматривать пациентов. При выборе одного или нескольких, он может общаться с пациентами, назначать дополнительные обследования в поликлинике, просматривать данные о пациентах, устанавливать финальный диагноз.

В мобильном приложении пользователь имеет возможность выполнять следующие действия:

При просмотре фотографий пользователю разрешается:

- 1) Просмотреть дату и время создания фотографии;
- 2) Просмотреть оригинал фотографии, и если пользователь отсылал фотографию на анализ, то посмотреть фотографию с результатом анализа;
- 3) Отправить фотографию на анализ;
- 4) Изменить заметки к фотографии;
- 5) Удалить фотографию.

При создании новой фотографии пользователь может:

- 1) Указать местоположение родинки на теле;
- 2) Добавить требуемые заметки;
- 3) Создать фотографию.

Пользователь в веб-приложении изначально должен зарегистрироваться или авторизоваться, после чего он попадет на главную страницу приложения пользователей типа User. На данной странице он может вести работу со своими личными данными. Если пользователь заполнил все минимально требуемое количество личных данных, то на главной странице добавляются новые разделы для добавления и обработки фотографий.

Врач в веб-приложении изначально должен зарегистрироваться или авторизоваться, после чего он попадет на главную страницу приложения пользователей типа Doctor. На данной странице он может вести работу с личными данными, пациентами в системе и просматривать общую базу фотографий.

**ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК ZnO С  
ЛЕГИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ ДЛЯ СЕНСОРНЫХ СТРУКТУР**

студенты гр. 10307112 Бурнов А.С., Наумов Я. В.

*Научные руководители — к.т.н. Шевченко А.А., к.ф-м.н. Босак Н.А.*

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

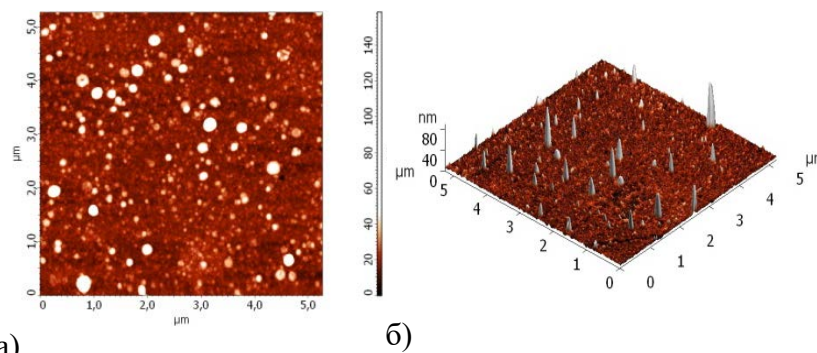
Задачи микро-наносенсорики стимулировали исследования тонких пленок оксида цинка. Результаты исследований структурных, электрических, акустических и оптических свойств ряда тонких пленок ZnO и процессов их получения представлены в [1]. Повышение интереса к тонким пленкам ZnO связано с поиском активных материалов для чувствительных элементов микро-наносенсоров. Управление физико-химическими свойствами тонких пленок оксида цинка может обеспечиваться путем введения в их состав различных легирующих добавок [2].

В настоящей работе варьирование свойств тонких пленок достигнуто за счет использования легирующих добавок оксидов, фторидов редкоземельных элементов (РЗЭ) (4 мас.%), оксида индия-олова (ИТО, 10 масс.%). Выбор таких легирующих добавок в ZnO обусловлен высокой чувствительностью параметров указанных соединений к различным внешним воздействиям.

В качестве источника излучения в установке использован лазер на неодимовом стекле ( $\lambda = 1,06$  мкм). Для получения многоимпульсного режима генерации лазера с высокой частотой повторения импульсов от 5 до 50 кГц внутри резонатора вблизи глухого зеркала установлен пассивный оптический затвор из радиационно облученного кристаллического фторида лития LiF с  $F_2^-$ -центрами окраски. Частота повторения лазерных импульсов изменялась за счет варьирования уровня накачки лазера и оптической плотности затвора; длительность лазерных импульсов на полувысоте составляла  $\sim 85$  нс. При многоимпульсном высокочастотном лазерном воздействии на поверхность распыляемой мишени реализовывался режим эффективного эрозионного плазмообразования. Осаждение тонких пленок на кремниевой подложке достигалось при плотности мощности лазерного излучения  $q = 110$  МВт/см<sup>2</sup>, частоте повторения импульсов  $f \sim 20-30$  кГц и давлении в камере до 2,7 Па.

Топография поверхности тонких пленок ZnO с легирующими добавками на кремниевой подложке КДБ-12 (100) исследовалась с помощью сканирующего зондового микроскопа Solver P47-Pro (НТ-МДТ, Россия) в полуконтактном режиме. Измерения вольт-амперных характеристик проводилось с использованием лабораторного стенда на основе измерителя иммитанса E7-20 при комнатной температуре. Пропускание оптического излучения тонкими пленками в ближнем инфракрасном (ИК) диапазоне спектра измерялось на спектрофотометре Cary 500 Scan. Спектры пропускания в средней инфракрасной области регистрировались с помощью ИК-Фурье-спектрометра NEXUS (Thermo Nicolet) в диапазоне 400-4000 см<sup>-1</sup>. В спектральном интервале 200-2550 см<sup>-1</sup> спектры КРС регистрировались на спектрометре SpectroPro 500i.

На АСМ-изображениях поверхности тонкой пленки наблюдалось наличие острых микровыступов, средняя высота которых варьировалась в достаточно широких пределах: от 16,1 до 23,1 нм (рис. 1,б). Средний латеральный размер частиц составлял порядка 100 нм, число крупных конгломератов незначительно.



а) б)  
Рис. 1. АСМ-изображения поверхности тонкой пленки ZnO + 10 % ИТО: а – в режиме латеральных сил; б – в режиме топографии.

Вольт-амперные характеристики, зарегистрированные при прямом и обратном смещении и представленные на рис. 2, типичны для структуры ZnO + ИТО/Si. Установлено, что как в отрицательной, так и в положительной области напряжений на вольт-амперной характеристике  $I \sim U^n$  наблюдаются два типичных участка с разными значениями  $n$ . В области малых напряжений до 0,5 В значение  $n = 1,8$ , что характерно для случая протекания тока, ограниченного пространственным зарядом. Такой режим устанавливается, когда пленка диэлектрика имеет достаточно малую толщину, и заряд инжектированных из металла электронов заполняет всю область полупроводника. При напряжениях более 0,5 В в структуре ZnO + ИТО/Si наблюдается омическая проводимость. Зависимость емкости от напряжения (рис. 3) характерна для высокочастотных характеристик МОП-структур на р- типе кремния, что говорит о возможном избытке кислорода в пленке.

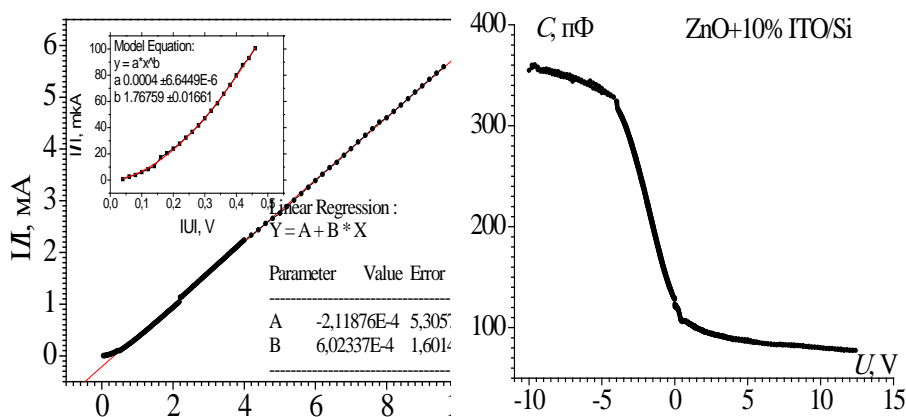
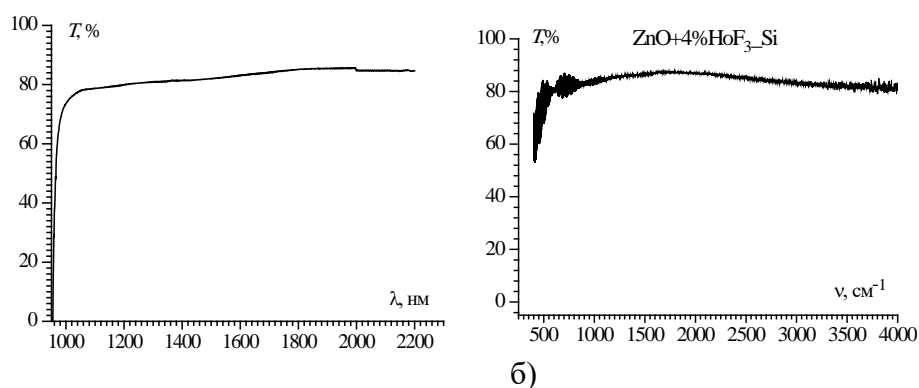


Рис. 2. Вольт-амперная характеристика структуры ZnO+10% ИТО /Si.

Рис. 3. Вольт-фарадная характеристика структуры ZnO+ 10% ИТО /Si.

Пропускание лазерно-осажденной пленки ZnO с добавкой фторида гольмия в ближней ИК-области спектра от 1 до 2,2 мкм достигает значения  $\sim 80\%$  (рис. 3), которое приблизительно сохраняется и в дальней ИК-области спектра от 2,5 до 10 мкм (рис. 4). Сопоставление полученных результатов с данными предыдущих исследований [2] свидетельствует о существенном увеличении пропускания пленки оксида цинка при введении легирующей добавки фторида гольмия в количестве 4 % по массе.



а)  
 б)  
 Рис. 3. Спектр пропускания пленки (а) ZnO+4% HoF<sub>3</sub>, (б) – инфракрасный спектр пропускания пленки ZnO+4% HoF<sub>3</sub>.

Таким образом, в данной работе методом импульсного высокочастотного лазерного осаждения из керамических мишеней в вакууме получены тонкие пленки ZnO с различными легирующими добавками для сенсорных структур. Представлены результаты исследований морфологии и топографии получаемых тонких пленок на основе ZnO, их вольт-амперные и вольт-фарадные характеристики, а также спектры пропускания в ближней и дальней ИК-области спектра. На основании выполненных исследований дан анализ свойств полученных тонких пленок и механизмов транспорта носителей заряда.

### Литература

1. Бугаева, М. Э. Газовые сенсоры на основе оксида цинка (Обзор) / М. Э. Бугаева, В. М. Коваль, В. И. Лазоренко, Г. В. Лашкарев, В. А. Карпина, В. Д. Храновский // Sensors Electronics and Microsystem Technologies. 3/2005. – p.34-42.
2. Колешко, В. М. Получение тонких пленок ZnO с микродобавками соединений РЗЭ при распылении керамических мишеней / В. М. Колешко, А. В. Гулай, А. А. Шевченко, Т. А. Кузнецова, М. А. Андреев // Порошковая металлургия. Республиканский межведомственный сборник научных трудов. Вып. 34, 2011. – С. 106-111.

УДК 621.382

### ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК ZnO С ЛЕГИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ РЗЭ

студент гр. 10307112 Наумов Я.В.

**Научный руководитель - Шевченко А.А.**

Белорусский национальный технический университет  
 Минск, Беларусь

На рис. 1 показана вольт-амперная характеристика структуры ZnO+4% ErF<sub>3</sub>/Si при воздействии различных источников освещения. Проведя аппроксимацию ВАХ структуры, можно судить о механизмах проводимости, обуславливающих токи. В области отрицательных напряжений наблюдается омический механизм проводимости. На ВАХ, наблюдаемой при освещении структуры лампой накаливания, в положительной области напряжений наблюдаются омическая зависимость  $I \sim U$ . При освещении структуры ИК - источником света в области напряжений от 0 В до 4 В наблюдается зависимость  $I \sim U^n$ , где  $n=0,8$ , что характерно для тока, ограниченного пространственным зарядом. Полученная зависимость емкости от напряжения (рис. 2)

характерна для высокочастотных характеристик МОП-структур на р - типе кремния, что говорит о возможном избытке кислорода в пленке.

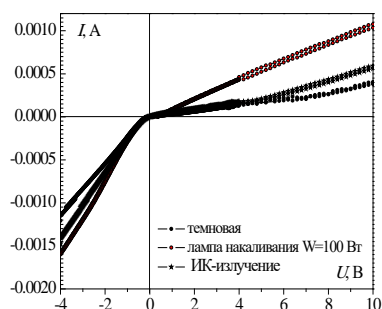


Рис. 1. Вольт-амперная характеристика структуры ZnO+4% ErF<sub>3</sub>/Si.

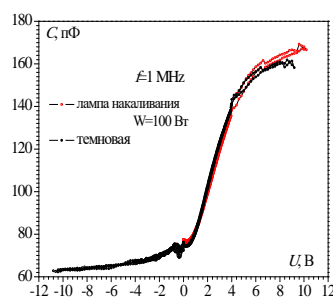


Рис. 2. Вольт-фарадная характеристика структуры ZnO+ 4% ErF<sub>3</sub>/Si.

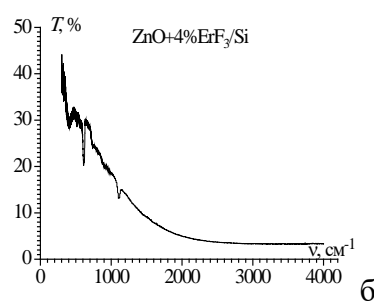
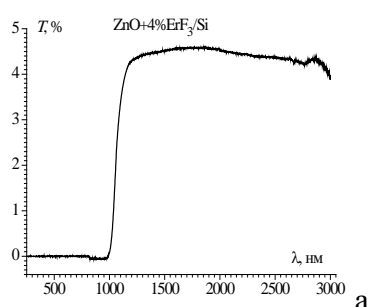


Рис. 3. Спектр пропускания тонкой пленки: а – в ближней ИК-области; б – в средней ИК-области спектра.

Пропускание лазерно-осажденной пленки ZnO с добавкой ErF<sub>3</sub> в ближней ИК-области спектра от 1,2 до 3 мкм составляет величину ~ 4,5 % (рис. 3,а), примерно такая же величина пропускания сохранялась и в средней ИК-области спектра до 5 мкм (рис. 3,б).

### Заключение

Методом импульсного высокочастотного лазерного осаждения керамических мишеней в вакууме получены тонкие пленки ZnO с легирующими добавками ErF<sub>3</sub> для сенсорных структур. Представлены результаты исследований их вольт-амперных и вольт-фарадных характеристик, а также спектров пропускания и комбинационного рассеяния света. На основании выполненных исследований дан анализ свойств полученных тонких пленок и механизмов транспорта носителей заряда.

УДК 621.382

### ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МОДУЛИ ДЛЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА СРЕДЫ И ОБЪЕКТОВ

Инженер-конструктор 1 категории Сушко В. А.  
 Научный руководитель - к.т.н. Здоровцев С.В.  
 Открытое акционерное общество «МНИПИ»  
 Минск, Беларусь

Модульные сенсорные информационно-измерительные системы широко используются при решении задач мониторинга окружающей среды, тестирования и диагностики различных объектов. Модульный принцип построения таких систем



обеспечивает техническую и информационно-функциональную совместимость и взаимозаменяемость модулей, упрощает техническое обслуживание и повышает точность и надежность их функционирования [1]. Как правило, в одной системе объединяют технические средства для измерения, контроля различных характеристик - физических величин, технических параметров и т.п.

Модульное построение системы дает возможность формировать различные структуры, соответствующие решению разных задач. При этом необходимо учитывать ряд особенностей при решении измерительных задач, основным из которых является необходимость учета динамики реализации модулей и вызова в оперативную память соответствующих массивов в целом или их частей.

Основными преимуществами таких систем являются:

- возможность избирательного подключения модулей системы в зависимости от решаемых задач;
- возможность реализации многоканального режима работы системы в реальном времени;
- возможность наращивания функциональных модулей и программно-аппаратных средств системы;
- возможность изменения конфигурации системы в зависимости от требований потребителя.

В работе представлены результаты разработки цифровых измерительных модулей для сенсорных контрольно-измерительных систем, построенных на базе STM-микроконтроллеров, с использованием функциональных микроэлектронных сенсоров и МЭМС. Функционирование модулей осуществляется за счет подключения к персональному компьютеру (ПК) по шине USB.

На рисунке 1 показано информационное окно выбора режимов работы модулей на ПК.



Рис. 1. Информационное окно выбора режимов работы модулей на ПК

Разработанные цифровые измерительные модули позволяют решать комплексные измерительные задачи при выполнении физических и химических экспериментов в научных и учебных лабораториях. Предложенное техническое решение повышает точность и наглядность выполнения естественнонаучных экспериментов, предоставляет дополнительные возможности по автоматической обработке данных и анализу полученных результатов.

На рисунке 2 представлены примеры информационных окон КИ при различных режимах работы модулей.

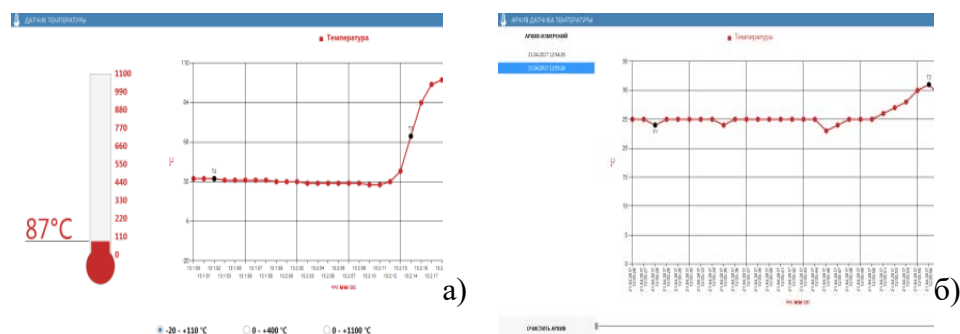


Рис. 2. Информационные окна ПК при различных режимах работы модулей а) режим измерения температуры б) режим просмотра архива модуля измерения температуры

### Литература

1. Кычкин, А.В. Модель синтеза структуры автоматизированной системы сбора и обработки данных на базе беспроводных датчиков // Автоматизация и современные технологии. – 2009. – № 7. – С.15 – 20.

УДК 621.382

## СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА FeCo НАНОТРУБОК

студент гр. 10307112 Марцынкевич С. В.

*Научный руководитель - ведущий научный сотрудник НПЦ НАН Беларуси по материаловедению Канюков Е.Ю.*

Минск, Беларусь

### Введение

Простым методом получения наноматериалов с заданной формой и размерами является шаблонный синтез [1], состоящий из двух основных этапов: получение пористых матриц и заполнение пор необходимым материалом. Заполнение пор обычно осуществляется посредством электрохимического осаждения [2], электронно-лучевой литографии [3], химического осаждения из газовой фазы [4], импульсного лазерного осаждения [5] и некоторых других методов [6-8] и др.

Особый интерес проявляется к наноструктурам, состоящим из сплава кобальта с железом [7], что обуславливается большей намагниченностью насыщения сплава FeCo по сравнению с ней в чистых ферромагнитных металлах Co, Ni и Fe [9].

Дополнительным фактором для создания и изучения свойств кобальт-железных наноструктур является возможность простой функционализации поверхности FeCo [10], позволяющей присоединять к ней лекарственные средства или белки. Это делает FeCo наноструктуры идеальным средством для адресной доставки полезных грузов с использованием магнитного поля.

Активное изучение возможностей практического применения ограничивается лишь отсутствием метода, обеспечивающего возможность контролируемого получения FeCo НТ с кристаллической структурой стенок. Учитывая это, в представляемой работе предлагается простая методика создания FeCo НТ посредством шаблонного синтеза и проводится характеристика их морфологических и магнитных свойств.

### Методика получения FeCo наноструктур

Шаблонами для синтеза FeCo НТ служили трековые мембраны на основе пленки полиэтилентерефталата (ПЭТФ) марки Hostaphan® фирмы «Mitsubishi Polyester Film» (Германия) толщиной 12 мкм. Формирование пор в ПЭТФ шаблонах проводилось при

стандартной последовательности операций: облучение, УФ закрепление, химическое травление, промывка. Облучение быстрыми тяжелыми ионами (БТИ)  $^{132}\text{Xe}^{22+}$  с энергией 1,75 МэВ/нуклон и флюенсом до  $10^9 \text{ см}^{-2}$  проводилось на ускорителе ДЦ-60 (Астана, Казахстан). УФ-сенсibilизация облученных пленок осуществлялась с каждой стороны в течение 30 минут при помощи UV-C лампы с длиной волны 253,7 нм. Трансформация образовавшихся в результате воздействия БТИ высокодефектных областей (латентных треков) в поры производилась посредством химического травления в растворе 2,2 М NaOH при температуре  $85 \pm 1^\circ\text{C}$  в течение 60 сек, после чего полученные шаблоны обрабатывались в растворах нейтрализации (1,0% водный раствор уксусной кислоты) и промывались в деионизированной воде.

Формирование шаблонов для настоящего исследования проводилось при последовательном облучении БТИ (рисунок 1a) и травлении пленок ПЭТФ в растворе гидроксида натрия (рисунок 1b). Характерное РЭМ-изображение поверхности шаблона приведено на рисунке 1d, а бокового скола, полученного при скалывании предварительно замороженной в жидком азоте полимерной пленки, представлено на рисунке 1e.

Из рисунка 1d видно, что поры равномерно распределены по поверхности и пористость соответствует флюенсу облучения. Диаметры пор составляют  $110 \pm 5 \text{ нм}$  при среднем расстоянии между ними  $\sim 400 \text{ нм}$ . Анализ боковых сколов (рисунок 1e) свидетельствует, что поры имеют цилиндрическую форму с незначительным изменением диаметра (5-7%) вдоль их длины.

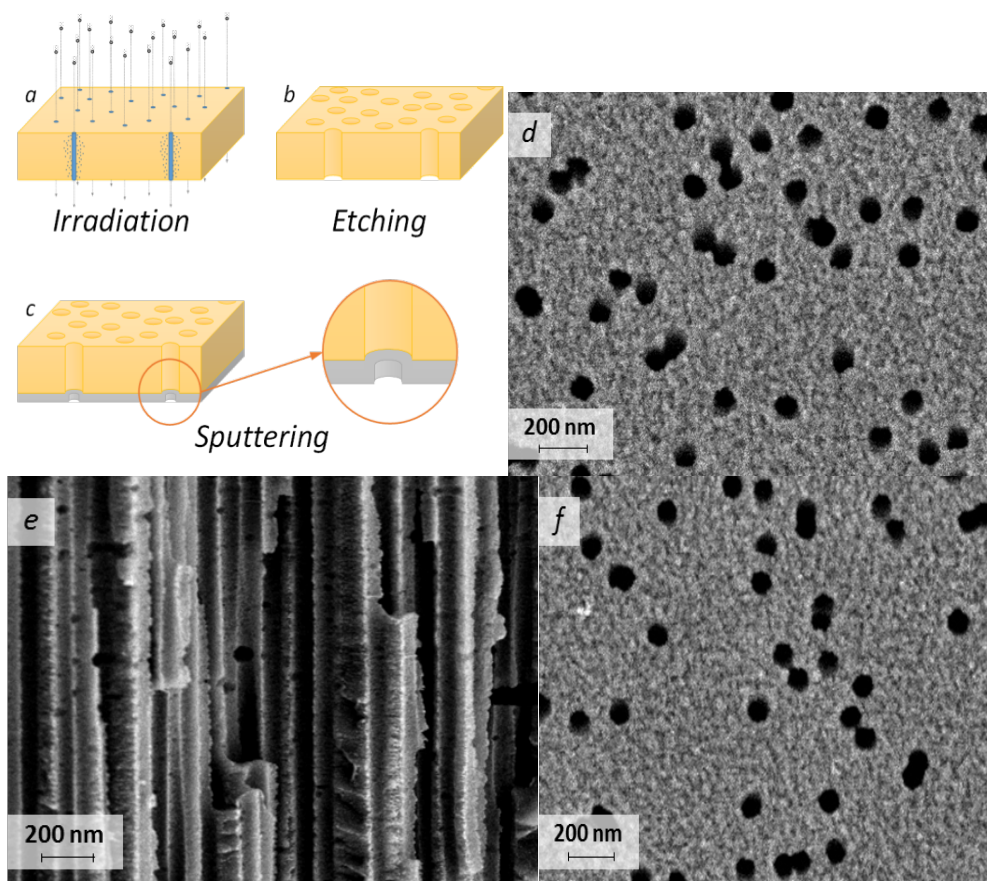


Рис. 1. Схематическое изображение процесса получения шаблонов для электрохимического осаждения FeCo наноструктур (a-c).

РЭМ-изображения бокового скола пленки ПЭТФ (e) и ее поверхности (d, f) до (d, e) и после напыления Au (f).

Заполнение пор металлом велось методом электрохимического осаждения. Для этого из полученных трековых мембран вырезались отдельные куски прямоугольной формы размером  $1,0 \times 1,5 \text{ см}^2$ . На них методом магнетронного напыления в вакууме наносился слой золота толщиной 10 нм, который служил рабочим электродом (катодом) при осаждении. Шаблоны с напыленными пленками Au плотно прижимались к держателю таким образом, чтобы обеспечить возможность доступа электролита к катоду исключительно через поры. Осаждение проводилось в потенциостатическом режиме при напряжениях  $U=1,5 \text{ В}$  и  $2,0 \text{ В}$  в электролите следующего состава:  $\text{CoSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  (110 г/л),  $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  (110 г/л),  $\text{H}_3\text{BO}_3$  (25 г/л),  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$  (3 г/л). Постоянный уровень кислотности раствора в процессе осаждения поддерживался добавлением аскорбиновой кислоты.

Степень заполнения пор металлом контролировалась хроноамперометрическим методом, с регистрацией величины тока на мультиметре Agilent 34410A (рисунок 2а).

Обычно процесс электрохимического осаждения металлов в поры состоит из 4 основных стадий: зародышеобразования, активного роста НТ, образования «крышек» на поверхности НТ и формирования непрерывной металлической пленки на поверхности шаблона.

**Первая стадия.** Введение разности потенциалов запускает процесс зародышеобразования на дне поры ПЭТФ шаблона (на катоде).

С точки зрения динамики изменения тока осаждения, начало формирования НТ сопровождается резким падением  $I$  на ХА. Такое поведение  $I$  связано с уменьшением концентрации ионов металла в поре. Учитывая, что восполнение количества ионов внутри поры возможно лишь за счет диффузии (конвективные потоки в столь малых объемах исключены), постоянная их концентрация может поддерживаться только при малых скоростях осаждения.

После установления равновесной концентрации ионов металла внутри поры начинается **вторая стадия** (активного роста НТ), которая в большинстве случаев сопровождается выходом значения  $I$  на плато. Однако, с учетом различных особенностей процесса, кривая ХА может иметь различный угол наклона, что связано как с особенностями процесса осаждения [11], [12], так и формой пор [13].

**Третья стадия** и связанный с ней рост силы тока, относится к достижению НС поверхности поры и формированию над ней «крышки». Рост силы тока связан с увеличением концентрации ионов во внешнем растворе и увеличением площади катода. Таким образом, увеличение силы тока свидетельствует о завершении этапа формирования НТ/НП.

**Четвертая стадия.** Рост пленки по всей поверхности подложки, которая характеризуется постоянной величиной силы тока.

На основании хроноамперограмм было определено время осаждения, соответствующее максимальной длине НТ (полному заполнению пор шаблона) – 650 сек для  $U=1,5 \text{ В}$  и 260 сек для  $U=2,0 \text{ В}$ . Во избежание закупоривания или образования «крышек» на поверхности НТ, предназначенных для изучения структурных и магнитных характеристик, проводилось неполное заполнение пор металлом, как схематически показано на рисунке 3а. Для этого время осаждения было уменьшено до 600 сек при  $U=1,5 \text{ В}$  и 240 сек для  $U=2,0 \text{ В}$ . Параметры, полученные при указанных режимах массивов FeCo НТ, контролировались с привлечением РЭМ.

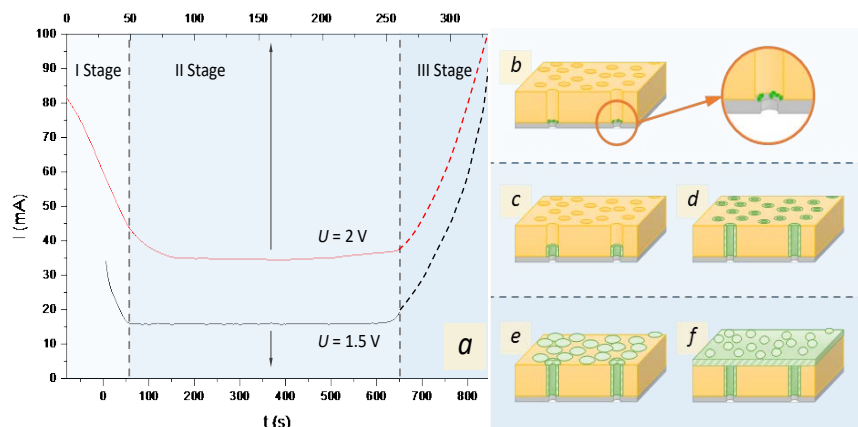


Рис. 2. Электрохимическое осаждение FeCo в поры ПЭТФ: хроноамперограммы осаждения FeCo наноструктур из электролита  $\text{CoSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  (110 г/л),  $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  (110 г/л),  $\text{H}_3\text{BO}_3$  (25 г/л),  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$  (3 г/л) при потенциалах осаждения 1,5 В и 2 В (а), а также схематическое изображение динамики изменения морфологии металлической фазы на основных этапах процесса (b-f).

Изучение состава, морфологических и структурных особенностей электроосажденных кобальт-железных наноструктур проводилось на растровом электронном микроскопе (РЭМ) Hitachi TM3030, оснащенный системой энергодисперсионного анализа (ЭДА) Bruker XFlash MIN SVE при ускоряющем напряжении 15 кВ. Оценка внутренних диаметров FeCo НТ осуществлялась манометрическим методом определения газопроницаемости [14], [15] с использованием прибора Sartochek® 3 Plus 16290. Диапазон изменений избыточного давления лежал в пределах от 0,008 до 0,020 МПа. Прецизионный контроль внешних и внутренних диаметров НТ проводился посредством просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) на установке JEM-100 при ускоряющем напряжении 100 кВ. Кристаллическая структура металлической фазы исследовалась при дифракции электронов в выбранной области (SAED) на ПЭМ JEM-100, а также рентгенографически (РСА) на дифрактометре D8 ADVANCE с использованием  $\text{Cu K}\alpha$ -излучения рентгеновской трубки и графитового монохроматора на дифрагированном пучке. Дифрактограммы записывались в угловом диапазоне  $2\theta = 30\text{--}70^\circ$  с шагом  $0,03^\circ$  при наборе спектров в течении 9 сек в каждой точке.

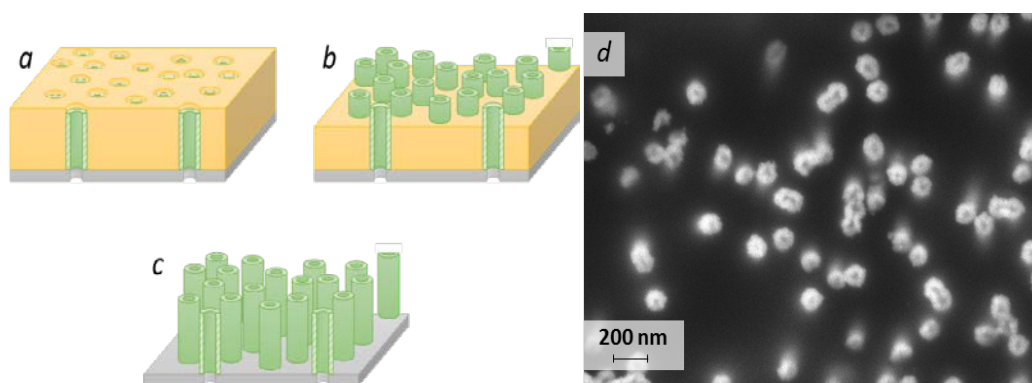


Рис. 3. Схематическое изображение (а-с), РЭМ-изображение (d-f) и ЭДА спектр (g, h) массива FeCo наноструктур полученных в результате электроосаждения при потенциале 1,5 В (е, g) и 2,0 В (d, f, h) в течение 600 сек и 240 сек, соответственно, внутри ПЭТФ шаблона (а), после его частичного (b, d) и полного удаления (с, е).

Электропроводность НТ определялась на основании изучения вольт-амперных характеристик (ВАХ) на мультиметре Agilent 34410А. Из графиков видно, что с увеличением  $U$  угол наклона ВАХ возрастает, что соответствует уменьшению сопротивления FeCo наноструктур, что происходит из-за увеличения в составе нанотрубки более проводящего металла Co.

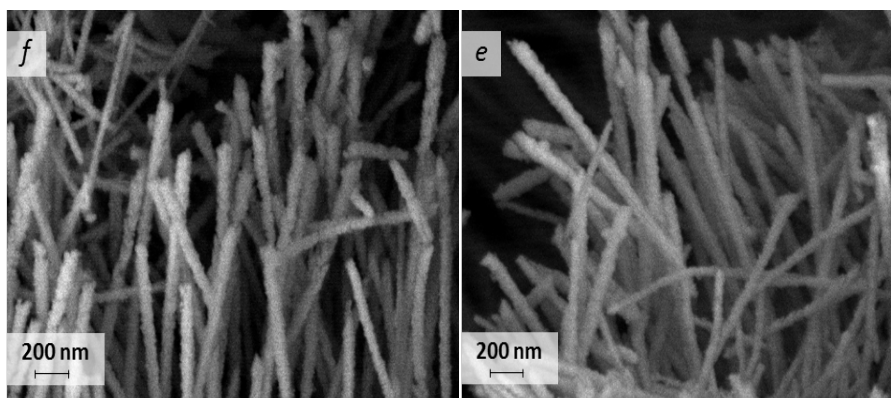
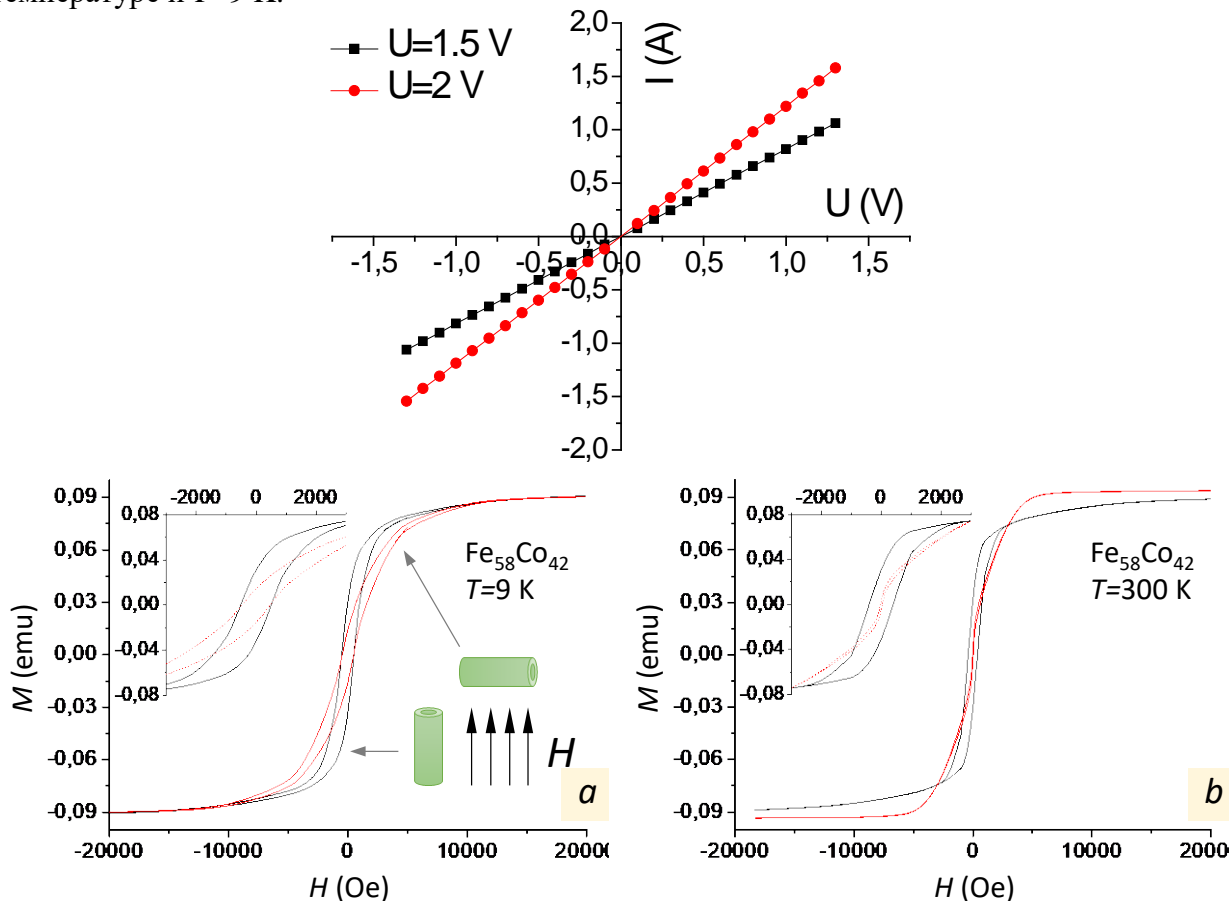


Рис. 4. Вольт-амперные характеристики FeCo нанотрубок, полученных при разных потенциалах электроосаждения.

Магнитные характеристики FeCo НТ изучались на универсальной измерительной системе (автоматизированный вибрационный магнитометр) «Liquid Helium Free High Field Measurement System (фирмы “Cryogenic LTD”, London, UK)». Измерения выполнялись индукционным методом путем измерения наведенной электродвижущей силы индукции в сигнальных катушках колеблющимся с определенной частотой намагниченным образцом в интервале магнитных полей  $\pm 20$  кЭ при комнатной температуре и  $T=9$  К.



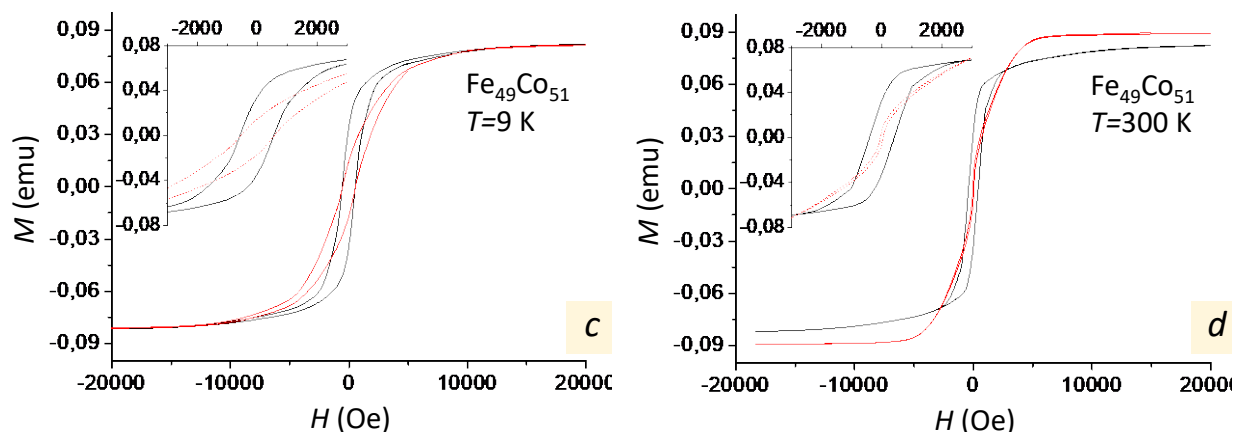


Рис. 5. Петли гистерезиса массива Fe<sub>58</sub>Co<sub>42</sub> (a, b) и Fe<sub>49</sub>Co<sub>51</sub> (c, d) нанотрубок в ПЭТФ шаблоне для параллельного (черная сплошная линия) и перпендикулярного (красная пунктирная линия) направления поля по отношению к ориентации нанотрубок при температурах 300 К (a, c) и 9 К (b, d).

### Заключение

С использованием ионно-трековой технологии получены ПЭТФ шаблоны толщиной 12 мкм содержащие цилиндрические поры диаметром 110 нм и средним расстоянием между ними 400 нм. Электрохимическим методом синтезированы FeCo наноструктуры при различных потенциалах осаждения. На основании данных ЭДА показано, что увеличение потенциала осаждения с  $U=1,5$  В до  $U=2$  В приводит к смещению атомного соотношения металлов в сплаве FeCo в пользу кобальта с 42 ат.% до 51 ат.%. Детальное изучение полученных наноструктур методами РЭМ, ПЭМ и газопроницаемости позволило установить, что кобальт-железный осадок в порах имеет форму полых цилиндров (нанотрубок) длиной  $11,8 \pm 0,2$  мкм при величине внешних диаметров, соответствующем диаметрам пор, и толщине стенок 21 нм и 18 нм для Fe<sub>58</sub>Co<sub>42</sub> и Fe<sub>49</sub>Co<sub>51</sub>, соответственно.

Анализ структурных особенностей методами PCA и SAED позволил установить, что при более высоких потенциалах осаждения происходит увеличение степени кристалличности FeCo НТ от поликристалла (при  $U=1,5$  В) до мозаичного монокристалла (при  $U=2,0$  В). Увеличение степени кристалличности косвенно подтверждается ростом электропроводности от  $4,6 \cdot 10^{-4}$  См до  $6,9 \cdot 10^{-4}$  См. При обоих потенциалах FeCo НТ имеют ОЦК структуру с выделенным направлением (110) при параметре кристаллической решетки  $a=2,8535$  Å для Fe<sub>58</sub>Co<sub>42</sub> и  $a=2,8531$  Å для Fe<sub>49</sub>Co<sub>51</sub>.

На основании анализа результатов измерения зависимости намагниченности от приложенного магнитного поля определены основные магнитные характеристики массива FeCo НТ:  $H_c$ ,  $M_r$ ,  $M_s$  и  $M_r/M_s$  при температурах 9 К и 300 К. Показано, что полученные характеристики сопоставимы с магнитными свойствами НП соответствующих размеров. Сравнение результатов измерения  $M(H)$  с месбауровскими спектрами позволило установить, что уменьшение намагниченности насыщения Fe<sub>58</sub>Co<sub>42</sub> по отношению к Fe<sub>49</sub>Co<sub>51</sub> связано с уменьшением степени кристалличности НТ. На основании анализа данных  $M(H)$  и месбауровских спектров установлено существование магнитной текстуры с преобладающим направлением вдоль оси НТ. Показано, что благодаря большой анизотропии формы, высокому аспектному соотношению ( $\sim 100$ ) и соответствию выделенного направления (110) оси магнитокристаллической анизотропии направление легкой оси намагниченности будет всегда лежать вдоль оси FeCo НТ.

Низкая стоимость описанных в работе методов, возможность управления физическими свойствами получаемых наноструктур через варьирование размерами и

химическим составом, а также простота функционализации поверхности железокобальтовых наноструктур, позволяющая присоединять к ним полезные грузы при адресной доставке лекарств и генов, открывает широкие перспективы для применения FeCo НТ в биотехнологиях.

### *Литература*

1. D. Fink, A. . Petrov, V. Rao, M. Wilhelm, S. Demyanov, P. Szimkowiak, M. Behar, P. . Alegaonkar and L. . Chadderton, *Radiat. Meas.*, 2003, 36, 751–755.
2. V. Haehnel, S. Fähler, P. Schaaf, M. Miglierini, C. Mickel, L. Schultz and H. Schlörb, *Acta Mater.*, 2010, 58, 2330–2337.
3. J. I. Martín, M. Vélez, R. Morales, J. M. Alameda, J. V. Anguita, F. Briones and J. L. Vicent, *J. Magn. Magn. Mater.*, 2002, 249, 156–162.
4. S. Barth, S. Estrade, F. Hernandez-Ramirez, F. Peiro, J. Arbiol, A. Romano-Rodriguez, J. R. Morante and S. Mathur, *Cryst. Growth Des.*, 2009, 9, 1077–1081.
5. J. R. Morber, Y. Ding, M. S. Haluska, Y. Li, J. P. Liu, Z. L. Wang and R. L. Snyder, *J. Phys. Chem. B*, 2006, 110, 21672–21679.
6. Z. Liu, Q. Zhang, G. Shi, Y. Li and H. Wang, *J. Magn. Magn. Mater.*, 2011, 323, 1022–1026.
7. Z. Hua, S. Yang, H. Huang, L. Lv, M. Lu, B. Gu and Y. Du, *Nanotechnology*, 2006, 17, 5106–5110.
8. D. Zhou, T. Wang, M. G. Zhu, Z. H. Guo, W. Li and F. S. Li, *J. Magn.*, 2011, 16, 413–416.
9. J. Qin, J. Nogués, M. Mikhaylova, A. Roig, J. S. Muñoz and M. Muhammed, *Chem. Mater.*, 2005, 17, 1829–1834.
10. C. Kim, S. R. Torati, V. Reddy and S. S. Yoon, *Int. J. Nanomedicine*, 2015, 645.
11. C. Schönenberger, *J. Phys. Chem. B*, 1997, 5647, 5497–5505.
12. M. Motoyama, Y. Fukunaka, T. Sakka and Y. H. Ogata, *Electrochim. Acta*, 2007, 53, 205–212.
13. M. Motoyama, Y. Fukunaka, T. Sakka, Y. H. Ogata and S. Kikuchi, *J. Electroanal. Chem.*, 2005, 584, 84–91..
14. P. Shao, G. Ji and P. Chen, *J. Memb. Sci.*, 2005, 255, 1–11.
15. B. Tylkowski and I. Tsibranska, *J. Chem. Technol. Metall.*, 2015, 50, 3–12.

УДК 621.382

### **РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ОПЕРАЦИОННОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ СИСТЕМЫ КОМПРЕССИИ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ПО ПРОВОДНЫМ КАНАЛАМ И РАДИОКАНАЛАМ СВЯЗИ УКВ – ДИАПАЗОНА**

студент Малый С.А.

*Научный руководитель – к.т.н. Зайцев В.М.*

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

#### **Актуальность**

Для связи с морскими судами самым распространенным кодеком является кодек Inmarsat-M (система спутниковой радионавигации), используемый ныне всеми странами. Широкое применения этого кодека во всем мире позволяет считать его международным стандартом.

Кодек Inmarsat-M работает по алгоритму IMBE (улучшенное многополосное возбуждение). В основе лежит идея линейного предсказания, заключающаяся в



формировании из нескольких отсчетов речи линейной комбинации, наиболее точно аппроксимирующей следующий отсчет. Алгоритм ИМВЕ анализирует оцифрованный голос и вместо передачи самих отсчетов передает только характеристики, описывающие голос. Приемник использует эти характеристики и синтезирует синтетический эквивалент переданного голоса. Вокодер оптимизирован под человеческий голос и не очень хорошо передает другие типы сигналов. Вопрос о разработке уникальной операционной системы для оптимального функционирования алгоритма все еще открыт.

Цель предлагаемой работы заключается в формировании требований к операционной среде, предоставляющей необходимый и достаточный набор функций для обеспечения функциональных вычислений оборудования интеллектуальной системы обработки сигналов.

Определим, какой должна быть система. Поскольку для быстрой и непрерывной обработки сигналов необходима работа в жестких рамках времени, целесообразна операционная система реального времени, способная обеспечить требуемый набор и уровень сервисов в строго определенный промежуток времени.

Выбор архитектуры. Существует три основные архитектуры операционных систем реального времени: монолитная архитектура, уровневая архитектура, архитектура «клиент-сервер». Основной принцип архитектуры «клиент-сервер» заключается в вынесении сервисов ОС в виде серверов на уровень пользователя и выполнении микроядром функций диспетчера сообщений между клиентскими пользовательскими программами и серверами — системными сервисами. Архитектура, при которой координированный доступ к ресурсам обеспечивает микроядро, является самым надежной, так как работа с отдельными процессами в отличие от работы в пространстве ядра в виде потоков повышает надежность системы. Ошибка в одном из компоненте приведет к завершению процесса компонента, в случае с монолитным ядром, нарушение работы одного из компонентов обрывает работу всей системы.

Помимо этого, данному типу архитектуры присуща расширяемость. При появлении необходимости внедрения нового модуля, объем работ существенно снижается. Отсутствует надобность изменять все ядро. Работа с микроядром оказывает существенное влияние на производительность. Работая с монолитным ядром, выполнение системного вызова сопровождается всего двумя переключениями режимов — с режима пользователя в режим ядра и обратно. При работе с микроядром осуществляется 4 переключения — режима пользователя — микроядро — сервер ОС — микроядро — режим пользователя.

Использование микроядра позволяет реализовать лишь необходимый набор функций, избегая избыточности. Разбивка на компоненты, минимально взаимодействующие между собой, позволяет экономить ресурсы. Так же, при наличии у каждого драйвера устройства и у каждого компонента операционной системы собственного, выделенного ядра, переключений контекста в ходе межпроцессного обмена данными не станет. Кроме того, кэши, предсказатели ветвлений и TLB-буферы всегда будут готовы работать на полной скорости.

Сразу определимся с аппаратной платформой. В рассматриваемом случае система работает в реальном масштабе времени - по мере поступления входного сигнала, что придает критическую важность вопросам повышения быстродействия. Система содержит много логических и арифметических операций и практически не содержит программ перехода. Происходит постоянный и быстрый ввод/вывод данных, в аналоговой форме.

Система остается неизменной на протяжении всего срока эксплуатации процессора. Исходя из имеющихся факторов, оптимальным будет использование цифрового сигнального процессора digital signal processor, DSP, цифровой процессор обработки сигналов (ЦПОС)). Цифровой сигнальный процессор — это

специализированный микропроцессор, предназначенный для обработки оцифрованных сигналов, имеющий следующие особенности:

- Гарвардская архитектура - с отдельными блоками памяти для хранения программ и данных. Они могут иметь разную разрядность. к ним происходит обращение по разным командам;
- большая (иногда нестандартная) разрядность обрабатываемых данных - 16, 24, 32, 48, 64, 128, что позволяет увеличить диапазон обрабатываемых чисел без применения формата с плавающей запятой или обрабатывать по несколько чисел одновременно;
- блоки, предназначенные для ускорения выполнения команды умножения - сдвиговые регистры, матричные умножители;
- память команд и данных на самом кристалле процессора;
- возможность параллельного выполнения нескольких операций одновременно, например, ввода вывода и арифметических команд;
- Детерминированная работа с известными временами выполнения команд, что позволяет выполнять планирование работы в реальном времени.

В итоге выбраны тип и архитектура операционной системы, и аппаратная платформа, в дальнейшем необходимо учитывать особенности цифрового сигнального процессора, проведение выработки состава необходимых функций операционной среды, для чего требуется:

- произвести спецификацию типовых функций по управлению процессами ввода /вывода и программными процессами в вычислительном оборудовании, которые целесообразно возложить на операционную систему при реализации алгоритма ИМВЕ;
- сформировать набор прерываний, которые должна поддерживать операционная система;
- выбрать схему абсолютных и относительных приоритетов управления программными процессами;
- обеспечить построение программных механизмов синхронизации событий в вычислительном оборудовании;
- разработать схему организации и отдельного управления запуском и обработкой входных данных в пяти рабочих разделах памяти вычислительного оборудования;
- выработать требования к построению службы времени.

УДК 621.382

## **СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОЕ ВСТРАИВАНИЕ СЛУЖЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ В КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ**

студент Борохова Ю. В.

*Научный руководитель - профессор, к.т.н., доцент Садов В. С.*

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

Стеганография - быстро и динамично развивающаяся наука, использующая методы и достижения криптографии, цифровой обработки сигналов, теории связи и информации.

Данная наука включает в себя следующие направления:

- 1) встраивание информации с целью ее скрытой передачи;
- 2) встраивание цифровых водяных знаков (ЦВЗ) (watermarking);
- 3) встраивание идентификационных номеров (fingerprinting);

#### 4) встраивание заголовков (captioning).

Большинство исследований посвящено использованию в качестве стегоконтейнеров изображений.

Задачу встраивания и выделения сообщений из другой информации выполняет стеганографическая система. Стеганографическая система или стegosистема – совокупность средств и методов, которые используются для формирования скрытого канала передачи информации.

Основными объектами стеганографии являются:

Контейнер – любая информация, предназначенная для сокрытия тайных сообщений. Пустой контейнер – контейнер без встроенного сообщения; заполненный контейнер (стегоконтейнер) – контейнер, содержащий секретное сообщение;

Сообщение – это термин, используемый для общего названия передаваемой скрытой информации. Чтобы поместить секретное сообщение в контейнере, используется некий алгоритм встраивания, который определенным образом изменяет элементы контейнера, в результате чего получается заполненный контейнер. Заполненный контейнер называется стего. Стего должен быть визуально неотличим от пустого контейнера;

Стеганографический канал (стего, стегоканал) – канал передачи стегоконтейнера;

Ключ (стегоключ) – секретный ключ, необходимый для сокрытия информации. В зависимости от количества уровней защиты (например, встраивание предварительно зашифрованного сообщения) в стegosистеме может быть один или несколько стегоключей.

В данной статье в качестве контейнера рассмотрим картографическое изображение, а в качестве сообщения текстовый документ с информацией об объекте.

Картография – наука об исследовании, моделировании и отображении пространственного расположения, сочетания и взаимосвязи объектов, явлений природы и общества. В настоящее время картографическое производство опирается на материалы космических снимков.

Спутниковые изображения находят применение во многих отраслях деятельности – сельском хозяйстве, геологических и гидрологических исследованиях, лесоводстве, охране окружающей среды, планировке территорий, образовательных, разведывательных и военных целях.

Космический мониторинг – мониторинг с помощью космических средств наблюдений. Технологии космического мониторинга позволяют эффективно отслеживать различные аспекты сельскохозяйственной деятельности. Съемки из космоса обеспечивают проведение инвентаризации сельскохозяйственных земель, выполнение оперативного контроля состояния посевов на различных стадиях, позволяют выявлять процессы деградации земельных ресурсов, определять потенциальные угрозы для посевов и решать многие другие задачи агропромышленного комплекса.

Использование стеганографических возможностей встраивания информации в картографические изображения позволит упростить работу с данными об определенном объекте исследования. Данные об объекте можно хранить непосредственно в самом изображении.

При встраивании, исходное изображение можно разделить на слои и в каждый слой встроить определенную информацию. В этом случае, при извлечении некоторой информации, необходимости извлекать всё, не будет. Так, например, в изображение можно встроить результаты проведения инвентаризации сельскохозяйственных земель, информацию о потенциальных угрозах для посевов и многое другое.

Наглядным примером стало встраивание в один из слоев фрагмента спутникового снимка, формата ECW, другого изображения.

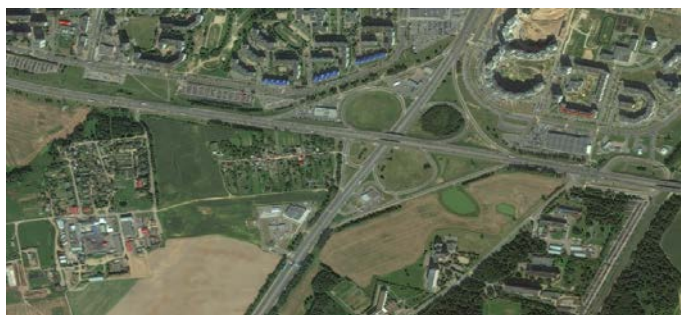


Рис 1. Пустой контейнер



Рис 2. Изображение со встроенным сообщением

Формат ECW (Enhanced Compression Wavelet) - проприетарный формат файлов сжатых растровых изображений, оптимизированный для хранения аэрофотоснимков и космических снимков. Формат разработан основателем австралийской компании Hexagon Geospatial Стюартом Никсоном и двумя программистами Саймоном Коупом и Марком Шериданом в 1998 году. Формат эффективно сжимает сверхбольшие изображения с прекрасным динамическим контрастом. Файлы ECW чаще всего применяются для хранения изображений проекции карты, созданных со спутников.

Они поддерживают от 1 до 8-битовых данных изображения на уровень вплоть до 255 частот. Формат позволяет хранить данные о системе координат изображения местности непосредственно в самом файле изображения. Графические данные могут сжиматься со скоростью 1,5 МБ/с процессором с частотой 1 ГГц. Процесс сжатия данных не требует использования большого объема оперативной памяти для больших изображений. Данный формат файла позволяет получить степень сжатия от 1:10 до 1:100. Формат позволяет извлекать участки изображения без необходимости буферизации и распаковки всего изображения. Формат ECW базируется на вейвлет-технологии и позволяет достигать высокой степени компрессии без потери качества.

На сегодняшний день формат ECW, по сравнению с другими форматами растровых файлов, применяющимися в картографии, обладает неоспоримыми преимуществами: большая скорость чтения, большая степень сжатия без потери качества и весьма широкий набор программ и приложений, поддерживающих этот формат.

### *Литература*

1. Цифровая стеганография / В.Г. Грибунин, И.Н. Оков, И.В. Туринцев. М.: СОЛОН-Пресс, 2002.
2. Как карты передают географическую информацию [Электронный ресурс – 2010. Режим доступа: <http://resources.arcgis.com/ru/help/gettingstarted/articles/026n000000q000000.htm>.

УДК 621.382

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ГОРОДСКОГО ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОГО ДВИЖЕНИЯ**

студент Трегубович П.А.

*Научный руководитель – к.т.н. Зайцев В.М.*

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

### **Введение**

В настоящее время в крупных городах имеют место проблемы организации дорожного движения, особенно в их центральных частях. Это связано с повышением уровня автомобилизации, резким увеличением количества автомобилей за последние несколько лет, и наличием неизменной исторически сложившейся улично-дорожной сети города (узкие улицы в центре города, чья пропускная способность автомобилей на пределе), а также наличием парковок на проезжей части. Все это приводит к снижению уровня безопасности движения транспортных средств и пропускной способности улично-дорожной сети, которые вызывают предзаторовые и заторовые режимы движения.

Радикального улучшения условий движения транспорта в городе, на длительную перспективу, можно достичь при осуществлении мер градостроительного характера: строительством мостов, тоннелей, пробивкой новых магистралей. Осуществление таких проектов требует значительных финансовых вложений и затрат времени. Анализ показывает, что значительно смягчить ситуацию позволит комплекс мероприятий, связанных с совершенствованием управления транспортными потоками в городе-внедрением компьютеризированных автоматических и интеллектуальных систем управления дорожным движением на улично-дорожной сети городов.

Безопасность дорожного движения и эффективность управления транспортными и пешеходными потоками в значительной мере определяются качеством организации дорожного движения, надежностью и отказоустойчивостью программно-технических средств систем управления дорожным движением. Поэтому разработка принципов организации дорожного движения и систем управления транспортными потоками, необходимость использования современных технологий связи и управления, разработка принципов управления является весьма актуальной проблемой в настоящее время.

### **Актуальность темы**

Возрастающие объемы автомобильных перевозок, увеличение скоростей и интенсивности движения и связанный с ними рост числа дорожно-транспортных происшествий предъявляет новые, все более высокие требования к техническому совершенству автомобильных дорог, их инженерному оборудованию и состоянию, транспортно-эксплуатационным характеристикам и организации движения в процессе эксплуатации.

Необходимой предпосылкой создания системы управления транспортными потоками на автомобильных магистралях является формирование стратегических концепций, комплекса моделей управляемого объекта и основанных на них алгоритмов переработки информации и принятия управляющих решений.

### **Цель и задачи системы**

Целью научно-исследовательской работы является разработка метода управления зеленой волной в режиме реального времени, что позволит

автоматизировать управление транспортным потоком на магистралях и улучшить пропускную способность и безопасность движения.

Основные задачи системы:

- Увеличить пропускаемую способность дорог.
- Снизить число заторов и пробок на дорогах.

Эти 2 задачи можно назвать одними из самых важных. Они являются неразрывными и взаимосвязанными. Именно плохая пропускная способность дорог создает пробки.

- Увеличить среднюю скорость движения потоков автомобилей.
- Снизить число нарушений ПДД.
- Снизить число ДТП.
- Уменьшить время прибытия специальных экстренных служб и городского общественного транспорта. Быстрое распознавание экстренных служб и переключение светофора позволит незамедлительно и безопасно проезжать перекрестки скорой помощи, пожарным и др.
- улучшить движение транспортного потока за счет управления «зеленой волной» на магистральных улицах в реальном времени.

#### **Математическая постановка задачи**

Объектами управления в интеллектуальной системе являются транспортный поток на автомобильной магистрали и транспортные потоки на въездах-выездах. Средством управления служат светофоры на перекрестках, въездах и выездах.

С целью достижения эффективного управления транспортными потоками рассматривается разработка компьютерной системы, с помощью которой в реальном времени на основе поступающих входных данных будут определяться рациональные значения скорости движения транспортного потока и длительности функционирования светофоров.

Система реализует следующие основные функции:

- 1) сбор данных о транспортном потоке на каждом регистрационном пункте;
- 2) обработка данных и организация хранения полученной информации;
- 3) расчет рекомендуемых значений параметров движения и передача их для регулирования потоком.
- 4) распознавание общественного транспорта и специальных служб с проблесковыми маячками для их быстрого передвижения через светофор.
- 5) Поддержание постоянной связи с другими светофорами и согласование времени включения сигнала светофора с близлежащими светофорами.

Каждая из перечисленных функций выполняет определенные действия.

Сбор данных о транспортном потоке включать в себя:

- измерение интенсивности потока, т.е. подсчет количества автомобилей, проехавших за единицу времени мимо регистрирующего объекта;
- определение количества автомобилей, скопившихся перед светофором за период горения красного света.

Сбор данных осуществляется по всем направлениям рассматриваемого перекрестка в одну и другую стороны. Статическими данными будут расстояния между перекрестками, параметры самой магистрали (количество полос, ограничения по скорости и т.д.). Вся информация собирается с помощью «умных» светофоров, которые будут установлены на каждом перекрестке. «Умные» светофоры имеют встроенные датчики сбора информации, которые связываются с сервером через GSM-модем. Светофоры также оснащены камерами, которые фиксируют дополнительную информацию. Все светофорные объекты подключены к единой системе регулирования движения, которая находится в пункте управления светофорами. Координаторы просматривать все данные, которые поступают с датчиков и корректируют и подстраивают систему управления умными светофорами.

Для реализации функции расчета рекомендуемых значений параметров движения используются расчетные методы и методы моделирования. Одним из наиболее распространенных методов, организующих движение транспорта в крупных городах, является принцип «зеленой волны», с помощью которого на определенных магистральных дорогах города задается длительность сигналов светофора таким образом, чтобы обеспечить «зеленую волну», т.е. обеспечение безостановочного движения транспорта за счёт согласованного включения зелёного света светофора на перекрёстках.

### **Результаты**

Результатами решения задачи должны быть измененные длительности сигналов светофоров (длина цикла, длительность зеленого и красного света) и рекомендуемая скорость движения на заданном участке. Выделив функциональную структуру системы, можно изобразить алгоритм решения задачи с помощью диаграммы последовательности работы умного светофора (рис).

Данное сообщение ляжет в основу работы в которой будет показана полная программная и аппаратная часть интеллектуальной системы.

В результате проведенных исследований была обоснована необходимость разработки компьютеризированной системы управления транспортными потоками большого города, определены ее основные функции, проанализированы существующие методы расчета рациональных параметров транспортных потоков, приведен принцип метода «зеленой волны», предопределено использование имитационного моделирования для нахождения рекомендуемых параметров управления движением с учетом сложности конфигурации транспортной системы и влияния целого ряда случайных факторов.

УДК 621.382

## **РОБОТИЗИРОВАННЫЙ МАНИПУЛЯТОР С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДСИСТЕМОЙ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ**

студенты гр. 10307114 Кожемякин В.П., Казак А.Ф.

*Научный руководитель – Гулай В.А.*

Белорусский национальный технический университет

Минск Беларусь

Роботизированный манипулятор с интеллектуальной подсистемой контроля и управления способен захватывать объекты небольших габаритов, а также перемещать их (рис. 1). Достигается это благодаря установленным на манипуляторе сервоприводам, которые обеспечивают возможность перемещать зажим манипулятора вокруг оси основания манипулятора, регулировать высоту и вылет плеч, что позволяет непосредственно производить захват объекта и его перемещение. Также сам захват может вращаться в вертикальной плоскости, благодаря этому можно наклонять и переворачивать объекты. Кроме этого, возможно: вращение основания вокруг своей оси на 180°; поворот кисти на 180° вокруг своей оси; сжатие/разжатие захвата кисти.

Роботизированный манипулятор находится под управлением микроконтроллерной платы-модуля Arduino Nano, выполненной на микроконтроллере семейства AVR, а именно ATmega328. Данная плата является аппаратной вычислительной платформой с возможностью программирования посредством персонального компьютера с помощью среды разработки Arduino IDE через BootLoader, встроенный в саму плату-модуль. Это позволяет программировать микроконтроллер без использования отдельного устройства – программатора и, следовательно, легко отлаживать устройство, в которое установлена Arduino Nano. Как правило, Arduino применяется в создании автономных интерактивных аппаратов.

Электрическая схема роботизированного манипулятора проектировалась в программном пакете Fritzing (рис. 2). Данный пакет применяется на таких стадиях разработки, как набросок прототипа схемы на макетной плате, а также автоматическое генерирование принципиальной схемы и печатной платы.

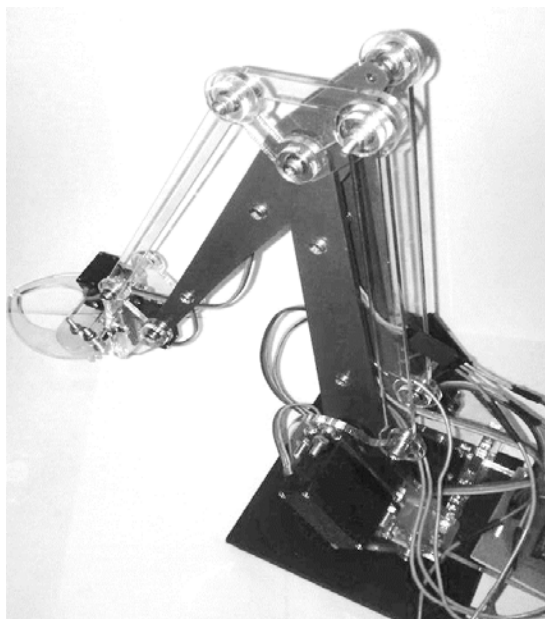


Рис. 1. Внешний вид манипулятора

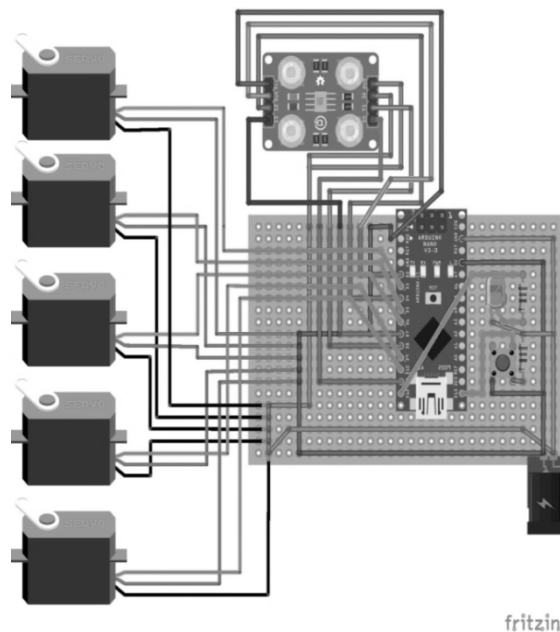


Рис. 2. Электрическая схема манипулятора, созданная в программе Fritzing

При включении роботизированного манипулятора производится калибровка. Плата управления передаёт сигналы исполнителям (сервоприводы MG995 и MG90s) для выведения сервоприводов на стартовое положение, а далее управляет положением захвата. При включении датчика он определяет интенсивность цветового спектра предмета. На основе этих данных определяем цвет предмета. В первую очередь определяется красный ли цвет. Если объект соответствует красному цвету, то выполняется часть кода «RED», если нет, то идёт сравнение с синим. Если объект синий, то выполняется подпрограмма «BLUE», если не синий, то идёт сравнение с зелёным. Если объект имеет зелёный цвет, то выполняется команда «GREEN», если нет, то цвета в базе сравнений нет, и загорается светодиод ошибки.

Таким образом, проведено проектирование конструкции манипулятора с обеспечением не менее 5 степеней свободы с интеллектуальной подсистемой контроля и управления.

УДК 621.382

### **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ СОЗДАНИЯ 3D СТРУКТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

студент гр. 10307114 Корчевский Е.В.

*Научный руководитель – Гулай В.А.*

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

Разработана интеллектуальная система для создания 3D структур путем сканирования обрабатываемой поверхности лазерным лучом по двум координатам и регулирования мощности излучения, которая определяет глубину обработки.



Разработанная система содержит: двухкоординатный стол с возможностью перемещения рабочего инструмента, лазерный источник, электронные блоки управления перемещением и мощностью луча, а также программное обеспечение.

Размер рабочей области составляет 300x300мм, однако проект позволяет легко масштабировать конструкцию до любых размеров в пределах разумного. Лазерный излучатель охлаждается с помощью радиатора и установленного сверху вентилятора. Мощность излучателя составляет 1000 мВт, а потребляемый ток не превышает 1А.

Перемещение лазерного источника контролируется с помощью Arduino Uno, CNC shield и двух контроллеров шаговых двигателей Pololu, которые, в свою очередь, управляют двигателями NEMA 17. Потребление этой системы не превышает 3А при напряжении 12В. Также можно использовать любые другие шаговые двигатели, так как контроллер Pololu A4988 позволяет настраивать выходной ток, подаваемый на двигатели, а также задавать микрошаг для различных вариантов исполнения. Элементы конструкции распечатаны на 3D принтере из ABS пластика.

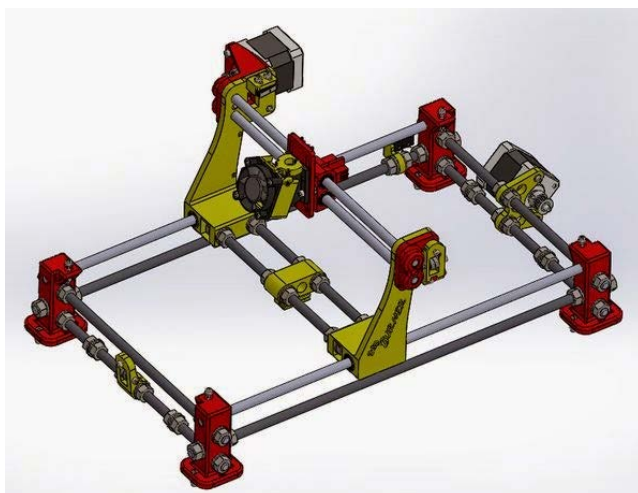


Рис. 1. Модель конструкции

Основным программным обеспечением для функционирования интеллектуальной системы для создания 3D структур с использованием лазерного излучения является 3dpBurner Sender - приложение для отправки G-code файлов на микроконтроллер Arduino.

Данное программное обеспечение позволяет перемещать по осям Y и Z рабочий инструмент в рабочей области для точного позиционирования над заготовкой.

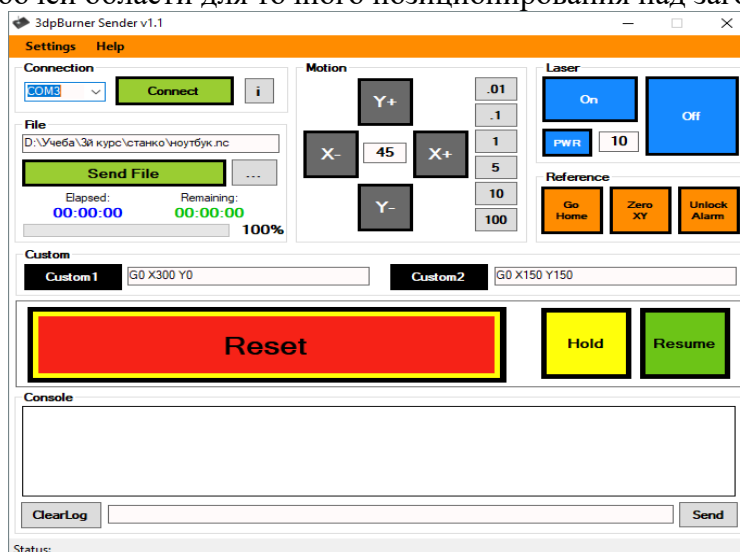


Рис. 2. Интерфейс программы 3dpBurner Sender

На основе использования компонентов указанной интеллектуальной системы студенты изучают:

- принцип автоматического перемещения лазерного источника по двум координатам;
- механизм воздействия мощного лазерного излучения на поверхность твердого тела;
- схемотехнические решения микропроцессорного модуля управления электроприводом механизма перемещения;
- особенности программирования микропроцессоров для систем автоматического управления;
- зависимость глубины гравирования от параметров лазерного излучения и скорости излучателя.

УДК 004.032.26

### **JPEG-КОМПРЕССИЯ ДАННЫХ ВИДЕО СЕНСОРОВ**

студент гр. 714301 Забелло К.В.

*Научный руководитель – к.т.н. Ролич О.Ч.*

Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники  
Минск, Беларусь

Бесконтактный контроль и диагностика состояния промышленного оборудования в масштабе реального времени требует принятия своевременных и неотложных действий в случаях появления технологических дефектов. Применение узлов технического зрения в системах неразрушающего бесконтактного контроля обуславливает передачу больших объёмов данных от видео сенсоров, что, в свою очередь, требует операции промежуточного сжатия видео кадров в целях экономии трафика и наискорейшего обнаружения дефектов в процессе работы оборудования без его полной остановки. Motion JPEG как наиболее распространенный стандарт передачи видео данных в технических системах базируется на JPEG-компрессии кадров видео сенсоров.

JPEG – графический формат, который хранит данные изображения в сжатой с потерями форме в виде квантованных частотных коэффициентов [1].

Процесс JPEG-сжатия изображения представлен на рисунке 1.

Большинство форматов изображений использует аддитивную модель RGB, основанную на прибавлении к черному красного, зеленого и синего составляющих. Алгоритм JPEG начинается с перевода цветов изображения из системы RGB в перцепционную модель YCbCr:

$$Y = 0 + 0.299 \cdot R + 0.578 \cdot G + 0.114 \cdot B,$$

$$Cb = 128 - 0.168736 \cdot R - 0.331264 \cdot G + 0.5 \cdot B,$$

$$Cr = 128 + 0.5 \cdot R - 0.418688 \cdot G - 0.081312 \cdot B,$$

где компонент Y – яркостная составляющая – является основным. Данный факт обосновывается биологией глаза человека и физикой света: человеческий глаз реагирует на изменения яркости в значительно большей степени, чем на изменения цветовых составляющих. Поэтому, определенной частью данных компонент Cb и Cr можно пренебречь без существенной потери качества результирующего изображения.



Рис.1. Этапы сжатия JPEG.

Непосредственное пренебрежение цветоразностными компонентами осуществляется в процессе субдискретизации. При использовании субдискретизации 4:2:2 на четыре значения яркостной составляющей приходится два значения цветной компоненты. Данный этап пропускается в случае, когда качество изображения на выходе должно быть высоким, с параметрами субдискретизация 4:4:4.

Восьмибитовые беззнаковые величины (Y,Cb,Cr) в изображении центрируются, т.е. преобразовываются в восьмибитовые знаковые путем вычитания 128. Таким образом, величины, ранее принадлежащие диапазону от 0 до 255, центрируются около нуля.

Изображение делится на блоки 8x8 пикселей, и для каждого блока 8x8 применяется DCT-преобразование:

$$B_{pq} = \alpha_p \alpha_q \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} A_{mn} \cos \frac{\pi(2m+1)p}{2M} \cos \frac{\pi(2n+1)q}{2N},$$

где  $0 \leq p \leq M - 1$  и  $0 \leq q \leq N - 1$ ;

$$\alpha_p = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{M}}, & p = 0, \\ \sqrt{\frac{2}{M}}, & p > 0; \end{cases} \quad \alpha_q = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{N}}, & q = 0, \\ \sqrt{\frac{2}{N}}, & q > 0; \end{cases}$$

Дискретное косинусное преобразование (DCT) – это разновидность преобразования Фурье. Графическое изображение DCT рассматривается как совокупность пространственных волн. Дискретное косинусное преобразование позволяет переходить от пространственного представления изображения к ее спектральному образу и обратно. Воздействуя на спектральное представление изображения, состоящее из гармоник, путем пренебрежения наименее значимых из них, осуществляется балансировка между качеством воспроизведения и степенью сжатия.

Таким образом, DCT-преобразование работает с пространством частот изменения яркости и оттенка. Эти частоты тесно связаны с уровнем детализации изображения. Высокие частоты соответствуют высокому уровню детализации.

После выполнения DCT-преобразования над блоком 8x8 формируется новый блок 8x8, который сканируется по зигзагу.

1	2	6	7	15	16	28	29
3	5	8	14	17	27	30	43
4	9	13	18	26	31	42	44
10	12	19	25	32	41	45	54
11	20	24	33	40	46	53	55
21	23	34	39	47	52	56	61
22	35	38	48	51	57	60	62
36	37	49	50	58	59	63	64

Рис.2. Чтение матрицы по зигзагу.

Смысл зигзагообразного вектора заключается в том, что коэффициенты DCT просматриваются в порядке повышения пространственных частот. Первая величина в векторе соответствует самой низкой частоте в изображении – она обозначается термином DC. Остальная часть коэффициентов DCT обозначается AC.

В полученном на предыдущем этапе отсортированном векторе каждая из 64 величин квантуется, т.е. каждая величина делится на число, определенное в таблице квантования, затем округляется до ближайшего целого:

для ( $i = 0; i \leq 63; i++$ )

вектор[i] = (округлить) (вектор[i] / таблица\_квантования[i] + 0.5)

Ниже приведен пример таблицы квантования для яркости (Y):

16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

Процесс квантования играет ключевую роль в JPEG сжатии и основывается на "психовизуальном эффекте". Глаз более чувствителен к низким частотам, поэтому на этапе квантования происходит деление элементов матрицы (Y, Cb или Cr), которые находятся ближе к правому нижнему углу (высокие частоты), на соответствующие значения в таблице квантования (большие значения), что приводит к удалению высоких частот.

RLE (Run-Length Encoding – кодирование по длинам серий) кодирует последовательность нулей в полученном квантованном векторе, причем первый коэффициент в векторе не кодируется. Поэтому, для каждой величины, отличающейся от 0, кодируется количество последовательных нулей, предшествующих данной величине, и затем добавляется непосредственная величина.

Вместо хранения фактической величины, стандарт JPEG хранит минимальный размер в битах, необходимый для представления величины (категория величины), а также битно кодированное представление данной величины: Конечный шаг кодировки состоит в кодировании байта по Хаффману, и затем записи результата b битового представления числа в файл JPG.

При сжатии методом JPEG потеря информации происходит на этапе квантования, когда коэффициенты округляются до целых чисел в пределах -2048 ... 2047.

Чем больше значения в матрице квантования, тем больше отбрасывается информации из изображения и тем более плотно оно сжимается. Компромисс состоит в

том, что более высокие значения квантования приводят к худшему качеству изображения.

### *Литература*

1. Ватолин, Д. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео / Д. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. - 384 с.

УДК 303.723

## **КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ВЕКТОРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

студент гр. 714301 Кастюкевич Д.В.

*Научный руководитель – к.т.н. Ролич О. Ч.*

Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники  
Минск, Беларусь

Системы распознавания образов всё в большей степени внедряются в сферу неразрушающего контроля и диагностики машинных агрегатов [1]. На изображениях, получаемых от видео сенсоров, зачастую требуется измерять параметры формы объектов, которые предварительно необходимо распознать и выделить из общего плана. Считывание автомобильных номеров, надписей на контейнерах и железнодорожных вагонах, анализ текстовых документов, идентификация символьной информации на печатных платах и электронных компонентах также упирается в автоматизированное распознавание образов [1, 2].

Одним из операторов распознавания объекта на изображении является его сравнение с эталоном, что на практике, как правило, реализуется посредством оператора корреляции. С помощью него предварительно векторизованное исходное (т.е. полученное от видео сенсора) изображение сравнивается с образом эталона [3].

Векторное изображение – это изображение, распределение яркости и/или форма контуров в котором заданы математически. Задача векторизации исходного изображения включает в себя следующие этапы:

- выделение области расположения образа целевого объекта;
- шумоподавление и бинаризация принятого образа;
- сегментация и описание полученного образа целевого объекта математическими зависимостями.

Оптимальный алгоритм сравнения, обеспечивающий наибольшую вероятность правильного различения, заключается в анализе корреляционной функции между образом распознаваемого целевого объекта и набором эталонов.

Дискретная двумерная корреляционная функция представляется следующей конечной суммой:

$$R_{k,l} = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} X_{i+k,j+l} E_{i,j},$$

где  $X$  – векторизованное исходное изображение целевого объекта размером  $M \times N$ ;  $E$  – векторное изображение эталона,  $m \times n$  – размеры матрицы эталона  $E$ ;  $k, l$  - индексы:  $k = 0, \dots, (M - 1), l = 0, \dots, (N - 1)$ .

База эталонных образов объектов формируется векторным способом. Их форма задается в виде следующих математических уравнений в декартовой или в полярной системе координат.

1. Уравнение эллипса с коэффициентом сжатия  $k$  и радиусом  $R$ :

$$k = 3; \quad R = 2 * \max(m, n)$$

$$A_{i,j} = \begin{cases} -1, & \text{если } \left( \left( i - \frac{m}{2} \right)^2 + k * \left( j - \frac{n}{2} \right)^2 \right) > R, \\ \text{иначе } 1, & \end{cases}$$

$$i = 0, \dots, (m - 1), j = 0, \dots, (n - 1).$$

2. Уравнение треугольника с коэффициентом сжатия  $k$ :

$$k = 0.5$$

$$B_{i,j} = \begin{cases} -1, & \text{если } \left( \left| j - \frac{n}{2} \right| - k * i > 0 \right), \\ \text{иначе } 1; & \end{cases}$$

3. Уравнение ромба с коэффициентом сжатия  $k$ :

$$k = 0.5$$

$$C_{i,j} = \begin{cases} -1, & \text{если } \left( \left| i - \frac{m}{2} \right| + k * \left| j - \frac{n}{2} \right| > \frac{\min(m, n)}{3} \right), \\ \text{иначе } 1; & \end{cases}$$

4. Уравнение прямоугольника размером  $(h \times w)$ :

$$h = \frac{m}{4}; \quad w = \frac{n}{4}$$

$$D_{i,j} = \begin{cases} -1, & \text{если } \left( \left( \left| i - \frac{m}{2} \right| > h \right) \vee \left( \left| j - \frac{n}{2} \right| > w \right) \right), \\ \text{иначе } 1; & \end{cases}$$

5. Преобразование прямоугольника в параллелограмм:

$$_D_{i,j} = \begin{cases} -1, & \text{если } \left( \left( \left| i - \frac{m}{2} \right| > h \right) \vee \left( \left| j - \frac{n}{2} \right| > w \right) \right) \\ \text{иначе } 1; & \end{cases}$$

$$k = 0.5$$

$$E_{i,j} = _D_{i, \text{mod}(\text{round}(j+n+k*(i-\frac{m}{2})), n)}$$

6. Преобразование прямоугольника в трапецию:

$$_D_{i,j} = \begin{cases} -1, & \text{если } \left( \left( \left| i - \frac{m}{2} \right| > h \right) \vee \left( \left| j - \frac{n}{2} \right| > w \right) \right) \\ \text{иначе } 1; & \end{cases}$$

$$k = 0.8$$

$$F_{i,j} = _D_{i, \text{mod}(\text{round}(j+n-\text{sign}(j-\frac{n}{2})*k*(i-\frac{m}{2})), n)}$$

7. Для полярной системы координат  $(R, \Phi)$ :

$$L_{i,j} = \begin{cases} 0, & \text{если } (R_{i,j} < \frac{m}{2} * \cos(6 * \frac{\pi * \Phi_{i,j}}{180})); \\ \text{иначе } -1 & \end{cases}$$

$$M_{-1i,j} = \begin{cases} 0, & \text{если } (R_{i,j} < \frac{m}{5} * \left( 1 - \sin\left(\frac{\pi * \Phi_{i,j}}{180}\right) \right)); \\ \text{иначе } -1 & \end{cases}$$

$$N_{1,i,j} = \begin{cases} 0, \text{ если } \left( R_{i,j} < \left( 8 * \left( 1 + \cos \left( 3 * \frac{\pi * \Phi_{i,j}}{180} \right) \right) + 10 * \sin \left( 3 * \frac{\pi * \Phi_{i,j}}{180} \right)^2 \right) \right); \\ \text{иначе} - 1 \end{cases}$$

$$O_{i,j} = \begin{cases} 0, \text{ если } \left( R_{i,j} < \left( 1 + 12 * \cos \left( 4 * \frac{\pi * \Phi_{i,j}}{180} \right) + 15 * \sin \left( 2 * \frac{\pi * \Phi_{i,j}}{180} \right)^2 + 8 * \right. \right. \\ \left. \left. \sin \left( 2 * \frac{\pi * \Phi_{i,j}}{180} \right)^4 \right) \right); \\ \text{иначе} - 1 \end{cases}$$

$$P_{i,j} = \begin{cases} 0, \text{ если } \left( R_{i,j} < \left( 1 + 15 * \cos \left( 4 * \frac{\pi * \Phi_{i,j}}{180} \right) + 13 * \sin \left( 2 * \frac{\pi * \Phi_{i,j}}{180} \right)^2 + 7 * \right. \right. \\ \left. \left. \sin \left( 2 * \frac{\pi * \Phi_{i,j}}{180} \right)^4 \right) \right); \\ \text{иначе} - 1 \end{cases}$$

$$Q_{i,j} = \begin{cases} 0, \text{ если } \left( R_{i,j} < \left( 1 + 13 * \cos \left( 4 * \frac{\pi * \Phi_{i,j}}{180} \right) + 12 * \sin \left( 4 * \frac{\pi * \Phi_{i,j}}{180} \right)^2 + 13 * \right. \right. \\ \left. \left. \sin \left( 2 * \frac{\pi * \Phi_{i,j}}{180} \right)^4 \right) \right); \\ \text{иначе} - 1 \end{cases}$$

Примеры некоторых полученных в результате математических расчетов сгенерированных векторных изображений представлены на рисунке 1.

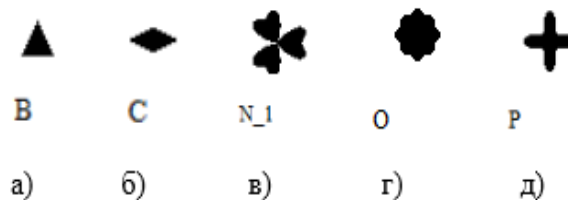


Рис.1. Визуализация сгенерированных векторных изображений:  
а) – треугольник, б) – ромб, в) – фигура  $N_1$ , г) – фигура  $O$ , д) – фигура  $P$

Анализ результатов корреляционного метода сравнения образов объектов с эталоном проводится на изображении, состоящем из множества описанных выше векторных образов, расположенных в позициях с заданными координатами. Результат корреляции эталона  $C_{i,j}$  с созданным изображением представлен на рисунке 2.

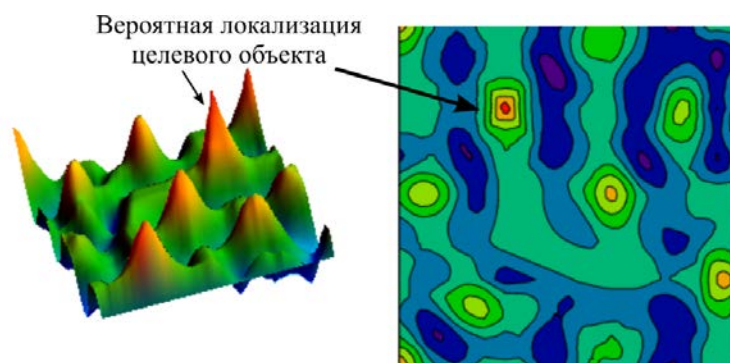


Рис.2. Трёхмерный вид (слева) и линии уровней (справа) результирующей корреляционной функции

На рисунке 2 отчётливо просматриваются локальные максимумы, соответствующие расположению отдельных объектов, с выраженным глобальным максимумом в месте локализации эталонного объекта, с которым проводилась операция корреляции.

Таким образом, корреляционный оператор позволяет вычислить наиболее вероятную позицию распознаваемого целевого объекта в поле зрения системы технического зрения. Корреляционный анализ несёт в себе огромный потенциал, и является почвой для исследования, так как он уже используется во многих сферах, таких как математический анализ, статистика, векторная графика, цифровые сигналы и различные области техники. Но для более практичного использования корреляционного анализа требуется разработка сложных вычислительных, аналитических и практических методов.

### *Литература*

1. Карлин, А.К. Распознавание номеров железнодорожных цистерн с использованием корреляционного алгоритма [Текст] / А.К. Карлин, А.Н. Малков, Е.А. Тимофеев, Г.П. Штерн // Математика, кибернетика, информатика. Труды международной научной конференции (Ярославль, 25-26 июня, 2008). – Ярославль : ЯрГУ, 2008. – С. 103 – 110.
2. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – пер. с англ. – М. : Техносфера, 2005. – 1072 с.
3. Харченко, М.А. Корреляционный анализ / М.А. Харченко // Учебное пособие для вузов. – Воронеж : ВГУ, 2008. – 31 с.

УДК 621.398

### **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОГО MQTT-ПРОТОКОЛА В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ**

студенты гр. 714302 Пархомчук К.Ю., Борисенко В.В.

**Научный руководитель – к.т.н. Ролич О.Ч.**

Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники  
Минск, Беларусь

С развитием промышленного производства значительно увеличилось количество приборов, которые требуют определённого контроля и получения от них различных данных. Для решения проблем взаимодействия большого количества приборов и объединения их в единую сеть создана концепция «Интернета вещей» [1].



«Интернет вещей» или IoT, – это технология связи приборов, объединенных по общему признаку в единую сеть, которая, в свою очередь, с аналогичными сетями объединяется в иную большую сеть и так далее.

Для взаимодействия между собой приборы используют различные промышленные протоколы. Одним из наиболее популярных протоколов для этой цели является MQTT.

Целью работы является компьютерное моделирование обмена текстовыми сообщениями между измерительными приборами как MQTT-клиентами по протоколу MQTT.

В MQTT-протоколе выделено несколько характерных черт, одной из которых является принцип «издатель-подписчик». Отличительной особенностью принципа «издатель-подписчик» от клиент-серверного подхода является то, что клиенты, посылающие сообщения (издатели, Publisher), и клиенты, принимающие сообщения (подписчики, Subscriber), как правило, разделены. Издатель и подписчик не передают друг другу сообщения напрямую, не устанавливают прямого контакта, и могут не знать о существовании друг друга. Координирует и управляет передачей сообщений от издателя к подписчику и от подписчика к издателю брокер (Broker). Брокер является основным элементом системы «издатель-подписчик». Он отвечает за прием всех сообщений, их фильтрацию, принятие решения о заинтересованности сообщениями и, в конечном итоге, за пересылку сообщений клиентам-подписчикам.

Непосредственное сообщение передается клиенту в определенном формате и состоит из нескольких частей:

1. фиксированный заголовок, присутствующий во всех сообщениях (рис. 1);
2. переменный заголовок, присутствующий только в определенных сообщениях;
3. данные, «нагрузка», присутствующие только в определенных сообщениях.



Рис. 1. Структура фиксированного заголовка.

Четыре старших бита первого байта фиксированного заголовка отведены под специальные флаги:

1. Тип сообщения – команды CONNECT, SUBSCRIBE, PUBLISH и др.
2. DUP – флаг дубликата, устанавливается, когда клиент или MQTT брокер совершает повторную отправку пакета, и используется в сообщениях типа PUBLISH, SUBSCRIBE, UNSUBSCRIBE, PUBREL. При установленном флаге DUP переменный заголовок должен содержать идентификатор сообщения Message ID.
3. QoS – качество обслуживания, принимает значения 0, 1, 2.
4. RETAIN означает, что при публикации данных с установленным флагом RETAIN, брокер сохранит сообщение. При следующей подписке на текущую тему (topic) брокер незамедлительно отправит сообщение с данным флагом. Используется только в сообщениях с типом PUBLISH.

На данный момент протокол MQTT нашел широкое применение во многих сферах: в проектах «Умный дом» или «Умный город», в строительстве, логистике, медицине, транспорте и в машиностроении.

Использование протокола MQTT в машиностроении позволяет производить удаленный контроль над агрегатами, в частности, считывать показания датчиков, установленных в машинном агрегате, а также собирать и обрабатывать полученные данные. Все полученные данные структурированы, так как сообщения публикуются по

определенной теме, а значит, легче поддаются обработке, что является неоспоримым преимуществом для использования протокола в процессе сбора данных.

Спроектированный графический пользовательский интерфейс, представленный на рисунке 2, позволяет моделировать процесс обмена текстовыми сообщениями между имитируемыми измерительными приборами по протоколу MQTT.

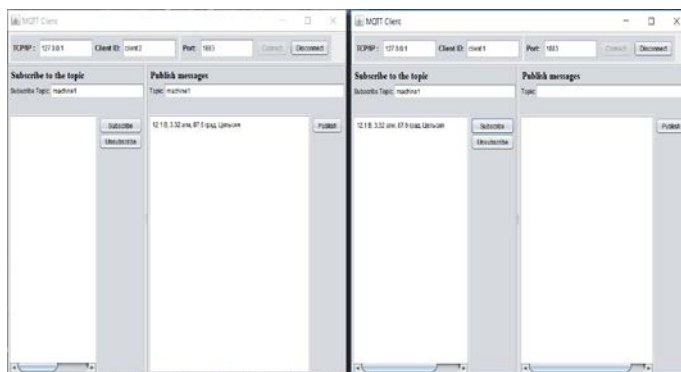


Рис. 2. Пользовательский интерфейс для обмена сообщениями по протоколу MQTT

В пользовательском интерфейсе сверху располагаются поля, предназначенные для ввода информации при подключении клиента к брокеру. После успешного подключения кнопка «connect» становится недоступной, а программа предоставляет доступ к полю для подписки на тему и публикации сообщения.

Упрощенный процесс обмена данными можно описать следующим образом.

1. Издатель передает сообщение с данными (например, информацию с датчиков температуры) на брокер, указывая при этом тему (Topic), к которой данные относятся.
2. Брокер анализирует, какие из подписчиков имеют подписку на определенные темы.
3. Подписчикам, которые подписаны на данную тему, брокером будет отправлено сообщение с определенной по данной теме информацией.

Предложенная компьютерная модель обмена текстовыми сообщениями между измерительными приборами по протоколу MQTT подтверждает, что использование данного протокола является удобным в организации быстрого и эффективного взаимодействия большого количества приборов в рамках единой сети.

### *Литература*

1. Интернет вещей [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа : <https://ain.ua/special/what-is-iot/>
2. Протокол MQTT [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <http://lib.tsonline.ru/articles2/fix-corp/protokol-mqtt-osobennosti-varianty-primeneniya-osnovnye-protsedury-mqtt-protocol>.

УДК 621.398

### **ПЕРЕДАЧА ВИДЕОДАНЫХ ПОСРЕДСТВОМ ETHERNET**

студент гр. 714301 Стальченко Д.А.

*Научный руководитель - к.т.н. Ролич О. Ч.*

Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники  
Минск, Беларусь

Ethernet – это технология, с помощью которой информация передается между устройствами, связанными в локальную сеть. Каждая из сетей включает узлы или конечные системы, которые объединены каналами связи, маршрутизаторами, коммутаторами и т.д. Узел – это название подключенного к сети устройства. Еще не так давно узлами в сети были лишь персональные компьютеры и серверы, но за последние десять-пятнадцать лет к сети стали подключаться холодильники, телевизоры, автомобили и т.д. [1].

Узлы или конечные системы объединены между собой коммутаторами и маршрутизаторами, которые связаны различными типами кабелей, как правило, оптоволоконным или витой парой [2]. Основная цель объединения всех этих узлов в единую сеть – это обмен данными.

Данные передаются по сети блоками данных – пакетами, средний размер которых равен 1,5 кБ, состоящие из нескольких частей (рис. 1): данные для маршрутизатора, предназначенные для адресации пакета очередному маршрутизатору в нужном направлении, размер пакета, адрес отправителя, адрес получателя и часть непосредственных данных.

Protocols	Flags	Header	Length
Dest Address			
Source Address			
Options			
Data			

Рис.1. Пакет данных Ethernet

ТСР/IP – стек сетевых протоколов – модель, состоящая из нескольких слоев, где каждый слой отвечает за ряд действий. Он содержит четыре уровня: прикладной, транспортный, сетевой, канальный. Протокол Ethernet работает на канальном уровне.

В протоколе Ethernet находится номер сетевого адаптера отправителя (MAC-адрес), номер сетевого адаптера получателя, тип передаваемых данных и непосредственно передаваемые данные. Блок информации, составленный в соответствии с протоколом Ethernet, называется кадром. Считается, что сетевых адаптеров с одинаковым номером не существует. Сетевое оборудование извлекает передаваемые данные из кадра (аппаратно или программно), и производит дальнейшую обработку.

Извлеченные данные сформированы в соответствии с протоколом IP и имеют другой вид идентификационной информации: ip-адрес получателя, ip-адрес отправителя, данные и множество иной служебной информации. IP-адрес – уникальный сетевой адрес узла в компьютерной сети, построенной на основе стека протоколов ТСР/IP. IP-адрес представляет собой серию из 32 двоичных битов. По такой схеме адресации можно создать более четырех миллиардов IP-адресов. Прежде чем послать IP-пакет, компьютер определяет, попадает ли адрес назначения в «свою» подсеть. Если попадает, то пересылает пакет «напрямую», если нет – отсылает его маршрутизатору по умолчанию.

Данные, сгруппированные в соответствии с IP-протоколом, формируют пакеты. Впоследствии эти данные извлекаются из пакетов. Извлеченные данные имеют вид, отличающийся от изначально отправленных. Полученный блок информации составлен в соответствии с определенным протоколом. Наиболее широко используется ТСР протокол. В нем содержится идентификационная информация, как порт отправителя (число размером в два байта) и порт источника, непосредственные данные и служебная информация. Извлеченные данные из ТСР и являются исходными данными, которые «программа-отправитель» отправляла «программе-приемнику».

Вложенность протоколов (в данном случае TCP, поверх IP, поверх Ethernet) называется стеком протоколов.

При создании программы обмена данными существует две архитектуры проектирования: клиент-сервер и одноранговая (т. е. P2P) [3].

Узел информационной сети – это устройство, соединенное одним физическим каналом с коммутирующим оборудованием. При отправлении данных с сетевого адаптера, согласно P2P, они «выходят» с противоположного конца витой пары. Таким образом, в P2P можно послать любые данные, сформированные произвольным образом, не указывая ни ip-адреса, ни mac-адреса, ни иных атрибутов. Если противоположный конец кабеля связи присоединен к приемнику, программа может интерпретировать принимаемые данные желаемым способом. Но если конец присоединен к коммутатору, то пакет информации должен быть сформирован по строго определенным правилам, давая коммутатору указания, что делать дальше. При верном формировании пакета коммутатор отправит его другому компьютеру – к тому, который указан в пакете. В случае неверно сформированного пакета, т.е. когда указания в нем оказались некорректными, коммутатор не станет отсылать пакет куда-либо, а удалит его из собственной оперативной памяти.

Для передачи информации устройству в отправляемом пакете необходимо указать три идентификационных значения: mac-адрес, ip-адрес и порт. Порт – это номер, выдаваемый операционной системой программе, которая планирует отослать данные в сеть. IP-адрес получателя вводит пользователь или программа непосредственно получает его в зависимости от специфики задачи. Для получения mac-адреса отправляется «широковещательный» запрос, составленный по «протоколу разрешения адресов ARP» [4].

Современные устройства подключаются к маршрутизатору по схеме «порт-в-порт», т.е. к отдельному порту, в полнодуплексном режиме, и общая среда, так называемая, шина передачи отсутствует, поэтому исключены и коллизии, а с портом связано достаточный объем памяти для буферизации пакетов.

В качестве примера обмена видеоданными посредством Ethernet приводится фрагмент авторского проекта, разработанного на языке высокого уровня C# с использованием socket-объектов. Два важных средства, внедренных в версии 4.0 и непосредственно связанных с программированием на C#, предоставляются не самим языком, а средой .NET Framework 4.0. Речь идет о поддержке параллельного программирования с помощью библиотеки TPL распараллеливания задач и параллельном варианте языка PLINQ интегрированных запросов [5]. Оба упомянутых средства позволяют существенно усовершенствовать и упростить процесс создания программ, в которых применяется принцип параллелизма.

Программы построены по принципу клиент-сервер. На рисунках 2 и 3 представлены интерфейсы взаимодействия клиента и сервера соответственно.

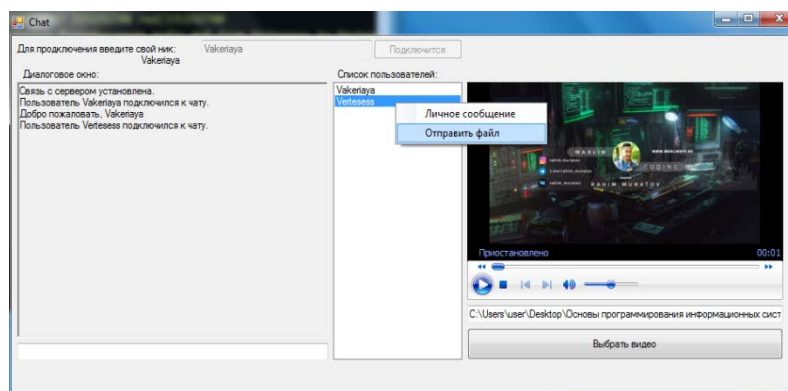
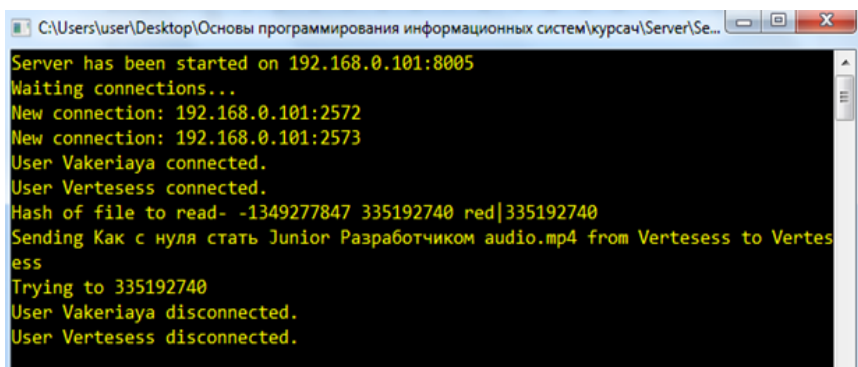


Рис.2. Пользовательский интерфейс программы клиента



```
C:\Users\user\Desktop\Основы программирования информационных систем\курсач\ServerSe...
Server has been started on 192.168.0.101:8005
Waiting connections...
New connection: 192.168.0.101:2572
New connection: 192.168.0.101:2573
User Vakeriaya connected.
User Vertesess connected.
Hash of file to read- -1349277847 335192740 red|335192740
Sending Как с нуля стать Junior Разработчиком audio.mp4 from Vertesess to Vertesess
Trying to 335192740
User Vakeriaya disconnected.
User Vertesess disconnected.
```

Рис.3. Интерфейс программы сервера с отображением действий клиентов

Исходя из результатов выполнения клиентской и серверной программ, можно сделать вывод об успешном достижении поставленной цели передачи видеоданных посредством Ethernet. Предлагаемый вариант программы применим и в машиностроении, при передаче видеoinформации от распределенных сенсоров, подключенных в общую сеть Ethernet или более современную WiFi.

### *Литература*

1. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 2004. – 863 с.
2. Гольдштейн, Б.С. IP-телефония / Б.С. Гольдштейн, А.В. Пинчук, А.Л. Суховицкий. – М.: Радио и Связь, 2001. – 335 с.
3. Клиент-серверные системы [Электронный ресурс]. – 2015 – Режим доступа: <http://bourabai.ru/dbt/client1.htm> – Дата доступа: 14.09.2018.
4. Сеть [Электронный ресурс]. – 2018 – Режим доступа: [https://professorweb.ru/my/csharp/web/level1/web\\_index.php](https://professorweb.ru/my/csharp/web/level1/web_index.php) – Дата доступа: 15.12.2018.
5. Сетевое программирование [Электронный ресурс]. – 2018 – Режим доступа: <https://metanit.com/sharp/> – Дата доступа: 15.12.2018.

УДК 621.398

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТОКОЛА МЭК-104 ОБМЕНА ДАННЫМИ В ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

студент гр. 714301 Стаховская В.В.

*Научный руководитель – к.т.н. Роллч О.Ч.*

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
Минск, Беларусь

МЭК-104 является телеметрическим протоколом передачи сигналов телемеханики в автоматизированных системах технологического управления, регламентирующий использование сетевого доступа по протоколу TCP/IP [1]. Данный протокол широко применяется в энергетике для информационного обмена между энергосистемами, а также для получения данных от измерительных преобразователей: вольтметров и амперметров, счетчиков электроэнергии, датчиков температуры, давления, освещенности и т.д. (рис. 1).

Настоящий стандарт серии МЭК 60870-5-104 распространяется на устройства и системы телемеханики с передачей данных последовательными двоичными кодами для контроля и управления территориально распределенными процессами. Раздел 104 является обобщающим стандартом, который дает возможность взаимодействия различной совместимой аппаратуры телемеханики.



Рис. 1. МЭК-104 в структуре телеметрической системы.

Основным требованием к системе сбора информации в стандарте МЭК-104 является обеспечение способности микропроцессорных электронных устройств к обмену технологическими и другими данными. Стандарт предъявляет следующие требования к системе:

- высокоскоростной обмен данными микропроцессорных электронных устройств между собой (одноранговая связь);
- привязка к подстанционной локальной вычислительной сети;
- гарантированное время доставки;
- функциональная совместимость оборудования различных производителей;
- средства поддержки передачи файлов;
- конфигурирование / автоматическое конфигурирование;
- поддержка функций безопасности.

Для исследования протокола МЭК-104 устанавливается соединение между двумя программами WinPP104, имитирующей сервер, и KerServerEX, имитирующей клиента [2, 3].

После запуска WinPP104 и соответствующей инициализации полей в таблице «Configurations» данные выгружаются в неё путём команды «Load configurations» (рис. 2). Затем иницируется соединение, и данные в виде таблицы отправляются клиенту в программу KerServerEx, где они обрабатываются и отправляются обратно серверу с последующим отображением в окне трафика (рис. 3).

S.No	IEC 60870-5 Group to Choose	Event Report Type Id	Starting ICA	Range	IEC870 COT Cause	Cycle Transmission time	Control Model Configuration	SBO TimeOut	Kind of Parameter
1	Single Point	M_SP_TB_1 = 30	100	1	IBROGEN = 20	0	STATUS_ONLY	0	PARAMETER_IQ
2	Single Command	Object Group Name: M_DP_TB_1 = 58	100	1	NOTUSED	0	DIRECT_OPERATE	0	PARAMETER_IQ
3	Double Point	M_DP_TB_1 = 31	200	1	IBROGEN = 20	0	STATUS_ONLY	0	PARAMETER_IQ
4	Step Position	M_ST_TB_1 = 32	300	1	IBROGEN = 20	0	STATUS_ONLY	0	PARAMETER_IQ
5	Regulating Step Command	C_RC_TA_1 = 60	3000	1	NOTUSED	0	DIRECT_OPERATE	0	PARAMETER_IQ
6	Measured Scaled	M_ME_TB_1 = 35	500	1	IBROGEN = 20	0	STATUS_ONLY	0	PARAMETER_IQ
7	Set Point command - Scaled Value	C_SE_TB_1 = 62	5000	1	NOTUSED	0	DIRECT_OPERATE	0	PARAMETER_IQ
8	Measured Short Float	M_ME_TB_1 = 36	600	1	IBROGEN = 20	0	STATUS_ONLY	0	PARAMETER_IQ
9	Set Point command - Float Value	C_SE_TC_1 = 63	6000	1	NOTUSED	0	DIRECT_OPERATE	0	PARAMETER_IQ
10	Bitstring	M_BO_TB_1 = 33	700	1	IBROGEN = 20	0	STATUS_ONLY	0	PARAMETER_IQ
11	Bitstring of 32 bit command	C_BO_TA_1 = 64	7000	1	NOTUSED	0	DIRECT_OPERATE	0	PARAMETER_IQ
12	Double Command	C_DC_TA_1 = 59	2000	1	NOTUSED	0	DIRECT_OPERATE	0	PARAMETER_IQ

Рис. 2. Результат выполнения команды «Load configurations».

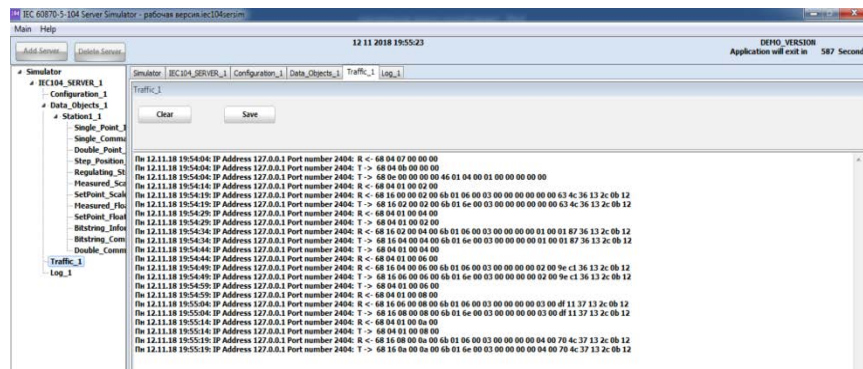


Рис. 3. Окно трафика МЭК-104.

Стандарт МЭК-104 определяет не только передачу данных, но и закрепляет требования к электрическим системам на всех уровнях, начиная от описания системы и заканчивая конфигурацией отдельного терминала релейной защиты и автоматики. Согласно требованиям стандарта, система описывается в понятной и стандартизированной форме. Вся информация о конфигурациях хранится в файлах определенного формата, что приводит к простоте и понятности разработки систем на базе МЭК-104.

Взаимозаменяемость отдельных компонентов системы достигается за счет стандартизации протоколов передачи данных. Системы, построенные на базе МЭК-104, проще в обслуживании вследствие уменьшения количества кабельных линий связи, что положительно сказывается на надежности системы в целом.

### Литература

1. ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004. Устройства и системы телемеханики. Протоколы передачи. Раздел 104. Доступ к сети для ГОСТ Р МЭК 870-5-101 с использованием стандартных транспортных профилей [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <http://www.gostrf.com/normadata/1/4294812/4294812661.pdf>.
2. Operating instructions. WinPP101 test program [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://www.ipcomm.de/product/FinkWinPP/en/Bed101Usa.pdf>.
3. KEPServerEX V5 [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://www.kepware.com/getattachment/2745a0a9-079a-4630-b15c-8081aba1a91d/kepserverex-manual.pdf>.

УДК 621.398

## РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА QR-ДЕКОДИРОВАНИЯ В СЕНСОРНЫХ ВИДЕО СИСТЕМАХ

студент гр. 714301 Лебедьков Ю.В.

*Научный руководитель – к.т.н. Ролич О.Ч.*

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
Минск, Беларусь

Наверняка вы заметили, что с определенного момента вам на глаза стали попадаться странные квадратики с каким-то непонятным кодом. Они попадают на сайтах, в рекламе, на визитках, коробках, баннерах и даже в электронной почте. Что это за код такой и как его распознать – давайте разберемся. Эти квадратики – так называемый QR-код (от англ. Quick response – быстрый отклик): двумерный штрих-код, разработанный японской фирмой Denso-Wave. В этом штрих-коде кодируется разнообразная информация, состоящая из символов (включая кириллицу, цифры и

специальные символы). Информация, вообще говоря, любая: адрес сайта, телефон, электронная визитка, координаты местоположения и так далее (QR-коды могут содержать текст, ссылки (на веб-сайты, видео или файлы), адреса электронной почты, электронная визитка, координаты местоположения, номера телефонов, открытки). Один QR-код может содержать 7098 цифр или 4296 букв.

Я считаю, что данная тема актуальна для исследования, т.к. в жизни мы очень часто встречаемся и пользуемся данными кодами. И с каждым днем расширяются области их применения.

Объект исследования: QR-коды.

Предмет исследования: QR-коды в сенсорных видео системах.

Цели исследования: изучить способы создания QR-кодов, изучить алгоритм считывания кодов;

Задачи:

- Познакомиться с историей создания QR-кодов;
- Рассмотреть области применения QR-кодов.

С каждым новым этапом становления человеческого общества, информация становится более востребованным и наиболее важным ресурсом. Информация нуждается в защите, для этого информация, чаще всего, подвергается кодировке со стороны отправителя и дешифрации со стороны получателя. QR-код как раз-таки является промежуточным закодированным состоянием информации, которую может расшифровать любой человек, обладающий сканирующим устройством. Про QR-коды можно сказать, что они помогают более удобно, современно и быстро получать нужную для человека информацию.

Понятие «QR-код» зародилось в Японии в 1944 году. Тогда компания «Denso-Wave», которая входила в состав крупной организации Toyota, нуждалась в необходимости разработки этих кодов. Компании требовалось хранить большой объем информации на небольшой площади поверхности, при этом сканированию не должны препятствовать поверхностные повреждения и частичные загрязнения кода. Изначально QR-коды использовали исключительно в промышленных целях. После, область их применения была значительно расширена, заняв определенное место в нашей жизни.

Итак, дадим точное определение QR-коду. QR-код ( от англ. Quick response Code – код быстрого реагирования; сокр. QR code ) – товарный знак для типа матричных штрихкодов (или двумерных штрихкодов). Штрихкод- считываемая машиной оптическая метка, содержащая информацию об объекте, к которому она привязана.

QR-код является двумерным представлением обычного штрихкода, помещаемого практически на любую производимую продукцию “QR” символизирует мгновенный доступ к информации, хранимой в коде. На первый взгляд может показаться, что QR-код не способен вместить в себя большое количество информации, но на самом деле вместимость такого кода достаточно велика и зависит от того, в каком виде информацию в него хотят закодировать.

В отличие от старого штрих кода, который сканируют тонким лучом, QR-код определяется датчиком или камерой как двумерное изображение. Три квадрата в углах изображения и меньшие синхронизирующие квадратики по всему коду позволяют нормализовать размер изображения и его ориентацию, а также угол, под которым датчик расположен к поверхности изображения. Точки переводятся в двоичные числа с проверкой по контрольной сумме.

Закодировать информацию в QR-код можно несколькими способами, а выбор конкретного способа зависит от того, какими символами используются. Если используются только цифры от 0 до 9, то можно применить цифровое кодирование, если кроме цифр необходимо зашифровать буквы латинского алфавита, пробел и символы  $\pm$ \*/\$%\*.; используется алфавитно-цифровое кодирование. Еще существует



кодирование кандзи, которое применяется для шифрования китайских и японских иероглифов, и побайтовое кодирование. Перед каждым способом кодирования создается пустая последовательность бит, которая затем заполняется.

На QR-коде есть обязательные поля, они не несут закодированной информации, а содержат информацию для декодирования. Это:

- Поисковые узоры
- Выравнивающие узоры
- Полосы синхронизации
- Код маски и уровня коррекции
- Код версии (с 7-й версии)

А также обязательный отступ вокруг кода. Отступ – это рамка из белых модулей, ее ширина – 4 модуля. (Рис. 1)

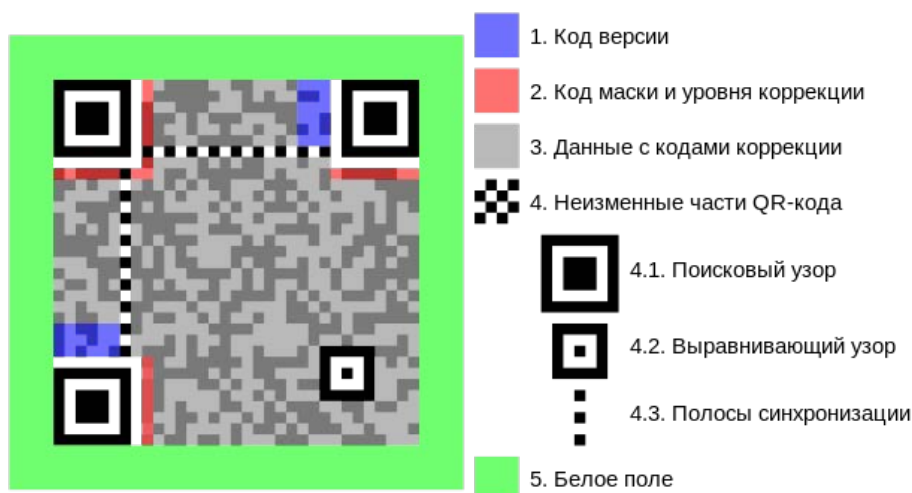


Рис. 1. Описание полей QR-кода

Основное достоинство QR-кода – это легкое распознавание сканирующим оборудованием, что дает возможность использовать их в различных сферах деятельности человека.

QR-коды очень широко вошли в нашу жизнь, применяются в огромном количестве сфер деятельности людей и несут информацию различного рода. Так, например, в ресторанном бизнесе QR-коды могут содержать в себе меню, либо информацию о блюде. В туризме QR-код можно размещать на зданиях, памятниках, сооружениях, в музеях. Они, во многом, могут потеснить путеводителей, ведь теперь отпадает необходимость их приобретать, т.к. всю информацию об том или ином экспонате можно узнать, расшифровав расположенный на ней QR-код. Можно размещать на баннерах, плакатах, сити-лайтах и т.д. QR-коды могут дополнять рекламную информацию или просто-напросто заменять ее полностью.

В образовании QR-коды также набирают популярность. Их можно использовать в учебной, игровой, проектной, внеурочной деятельности, организовывать пространства, создавать библиотеки, а также применять в воспитательной работе.

В учебной деятельности можно создать различного рода справочные материалы, подсказки, ответы, тесты. В игровой деятельности очень популярны в наше время различного рода квесты, в которых QR-коды могут выступать как и заданиями для прохождения квеста, так и указателями направления движения. Также в QR-коды можно занести информацию о различных объектах, что способствует созданию виртуальных библиотек и лабораторий, а также можно получить дополнительную информацию о музейном экспонате, считав код.

В промышленной автоматизации датчики видения сегодня являются неотъемлемой частью сборки, производства, контроля качества и мониторинга процессов. Это камеры с оценкой по конкретному применению, то есть надежные электронные глаза с низкой стоимостью процесса – надежный, автоматизированный сбор данных с трудно читаемых QR-кодов улучшил доступность персонала и время сборки. Информация, содержащаяся в кодах на деталях, направляет сборку, облегчает производство и упрощает отслеживание.

Я считаю, что тема, которую я начал подробно разбирать, очень актуальна в нашем информационном обществе. Ведь с каждым днем появляется что-то новое, что-то совершенствуется, и мир никогда не стоит на месте.

QR-коды глубоко вошли в нашу повседневную жизнь. Сейчас я разобрал как и откуда вошли в нашу жизнь коды, где они применяются, какого типа информацию они могут содержать. В будущем я планирую дальше работать с данной темой и не останавливаться на достигнутом.

Цель достигнута, поставленные цели решены.

### *Литература*

1. Ковалев А.И. Защита информации с помощью электронных ключей // Информационные технологии и прикладная математика. 2015. №5. С. 57-65.

2. Ковалев А.И. QR-коды, их свойства и применение // Молодой ученый. – 2016. - №10. – С. 56-59.

3. Электронная книга о QR-кодах. \ Полное руководство по маркетингу с применением QR-кодов. – [Электронный ресурс]. – <http://ru.qr-code-generator.com/qr-code-marketing/qr-codes-basics/>. – [Дата обращения: 14.02.2018].

4. Wikipedia–свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – <http://ru.wikipedia.org/wiki/QR-код> - [Дата обращения: 13.02.2018].

5. Технология QR-кодов // Технические характеристики QR-кодов. – [Электронный ресурс]. – <http://qr-code.creamblee.ru/blog/post/qr-specification/>. – [Дата обращения: 12.02.2018].

6. Технология QR-кодов //Нестандартные QR-коды – создание и считывание. – [Электронный ресурс]. – [qr-code.creamblee.ru/blog/post/create-nonstandard-qr-code/](http://qr-code.creamblee.ru/blog/post/create-nonstandard-qr-code/). – [Дата обращения: 13.02.2018].

УДК 621.382

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСТОЧНИКА БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ**

студент Ибрагим А.К.

*Научный руководитель – к.т.н., доцент Гулай А.В.*

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Выполнено моделирование автономного источника электропитания в программной среде Multisim.

Моделируемый источник электропитания содержит блоки, показанные на схеме рис. 1.

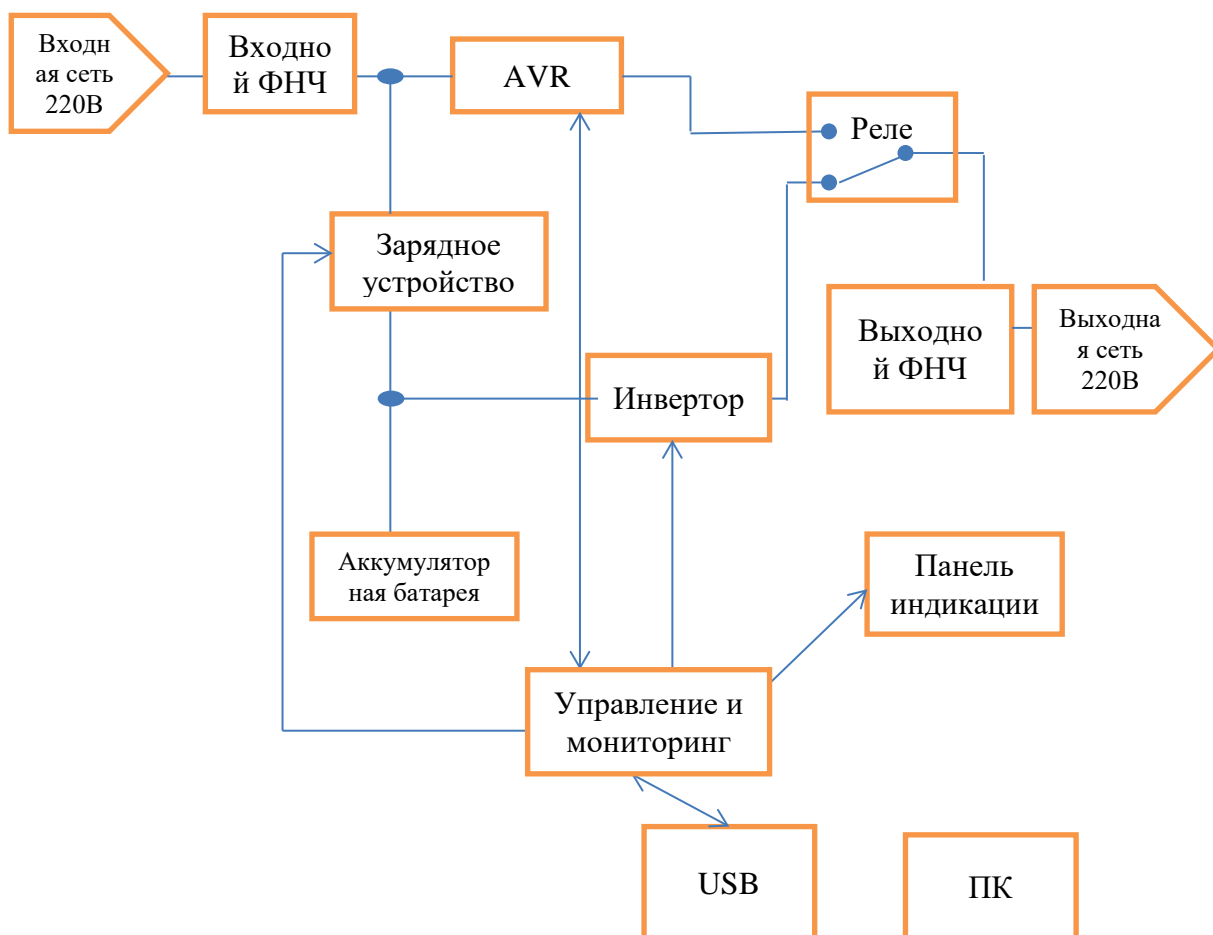


Рис. 1. Источник питания

В состав разрабатываемого линейно-интерактивного ИБП входят следующие элементы:

- Входной ФНЧ – Входной фильтр низких частот;
- AVR–Автоматический регулятор;
- Инвертор – преобразователь постоянного напряжения в переменное;
- Управление и мониторинг - блок управления и сбора информации о системе;
- Реле;
- Выходной ФНЧ – выходной фильтр низких частот;
- Для связи с ПК служит USB порт;

В нормальном режиме работы питание осуществляется от электрической сети 220 В частотой 50 Гц. Напряжение ИБП фильтрует пассивными фильтрами (в нашем случае ФНЧ), реле замкнуто, блок AVR выдает нужное напряжение, параллельно заряжается батарея, если это требуется.

Блок «управление и мониторинг» следит за напряжением в сети.

При падении напряжения во входной сети, блок управления отключает зарядное устройство, реле переключается, аккумулятор начинает отдавать напряжение на инвертор, который начинает инвертировать постоянное напряжение в синусоидальное и через реле подавать на выходную сеть 220 В. Когда напряжение во входной сети становится номинальным, блок управления переключает реле, отключает инвертор и дает команду зарядному устройству зарядить батарею.

Ниже представлены проектируемые схемы.

## 1) Инвертор 220-12

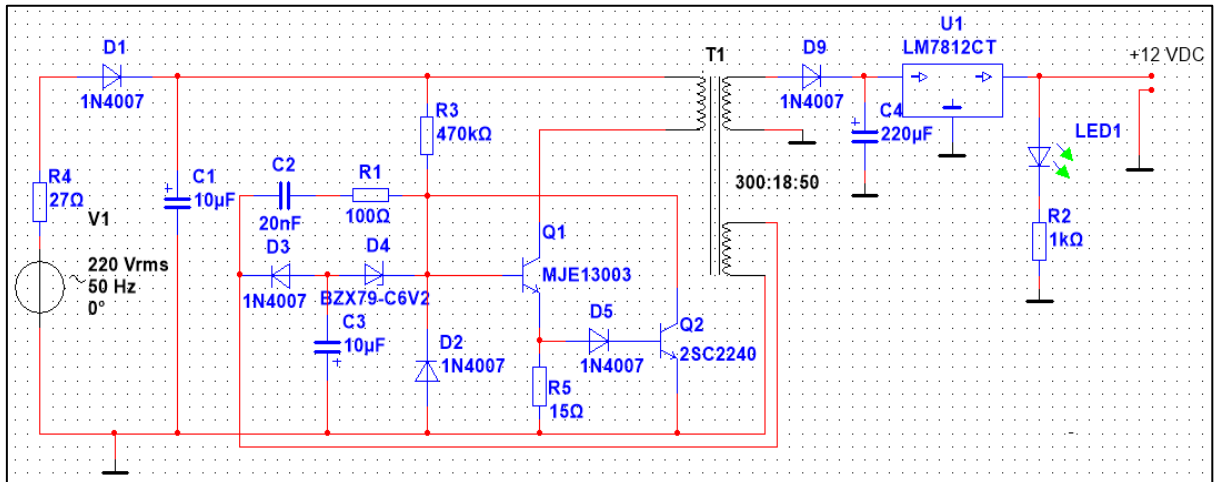


Рис. 2. Общая схема

На данной схеме (Рис. 2) изображен импульсный блок питания, который выполняет роль преобразователя 220 AV – 12 DC с гальванической развязкой от питающей сети.

Источником переменного напряжения выступает генератор V1. Поступая на развязку из конденсатора, диода и резистора (Рис. 3) переменное напряжение преобразуется в прямоугольные импульсы.

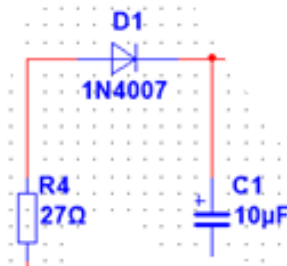


Рис. 3. Преобразование сигнала

Далее напряжение проходит через понижающий трансформатор (Рис. 4), где напряжение понижается до 12 В на первой вторичной обмотке.

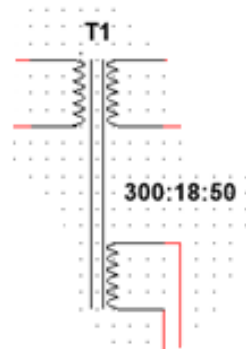


Рис. 4. Понижение напряжения

С помощью гальванической развязки от питающей сети (Рис. 5) посредством второй вторичной обмотки трансформатора организовывается обратная связь, которая позволяет поддерживать выходное напряжение на относительно постоянном уровне вне зависимости от колебаний входного напряжения и величины нагрузки.

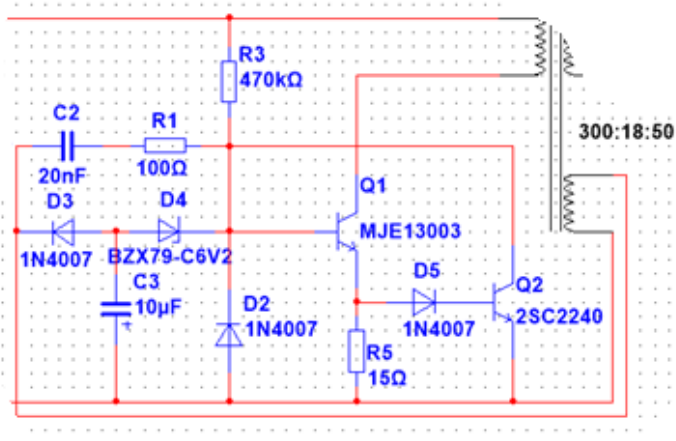


Рис. 5. Гальваническая развязка для обратной связи

Диод D9 (Рис. 6) обеспечивает защиту от обратного напряжения на вторичную обмотку трансформатора.

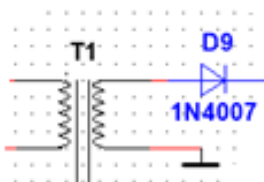


Рис. 6. Защита от обратного напряжения

Дополнительная стабилизация выходного напряжения достигается применением линейного стабилизатора напряжения типа 7812 (Рис. 7).

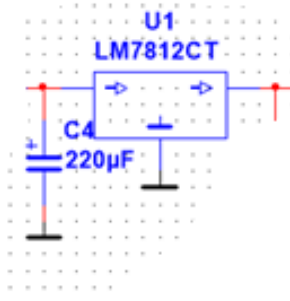


Рис. 7. Линейный стабилизатор напряжения.

Об индикации выходного напряжения свидетельствует свечение светодиода LED1 (Рис. 8).

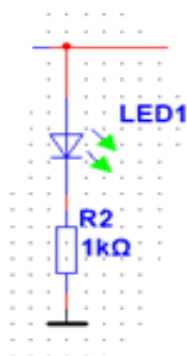


Рис. 8. Индикация выходного напряжения

## 2) Зарядное устройство

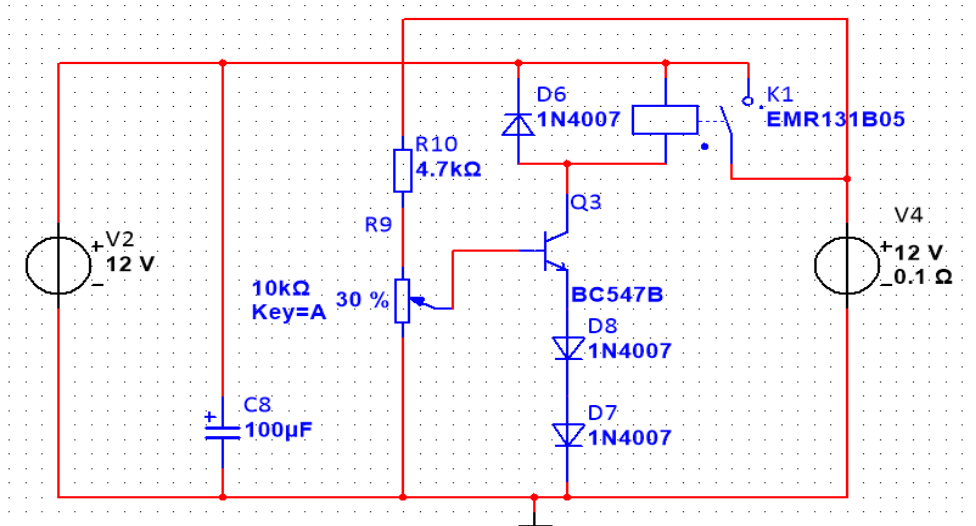


Рис. 9. Общая схема

В качестве источника напряжения выступает генератор постоянного напряжения V2 (Рис. 10).

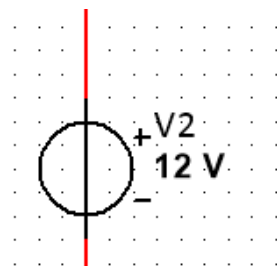


Рис. 10. Источник напряжения

Конденсатор C2 (Рис. 11) служит для сглаживания скачков напряжения при переключении реле

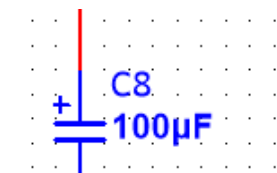


Рис. 11. Сглаживающий конденсатор

Подстроечным резистором R9 регулируется ток заряда, а резистором R10 устанавливается нижний предел тока (Рис. 12)

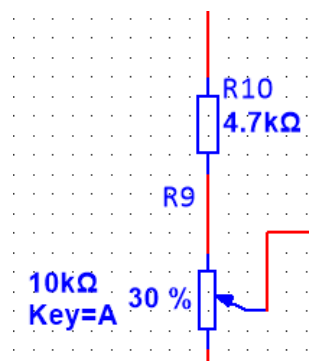


Рис. 12. Регулятор зарядного тока

Реле K1 нормально замкнутое, служит для защиты батареи от перезаряда (Рис . 13).

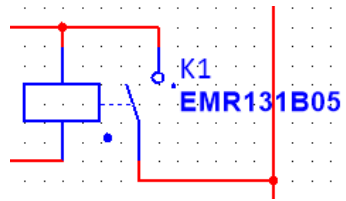


Рис. 13. Реле

Когда напряжение на батарее достигнет рабочих 14.4 В транзистор Q3 откроется и ток пойдет через катушку реле и контакты реле разомкнутся, остановив тем самым заряд аккумулятора.

При падении напряжения на аккумуляторе транзистор закроется, чем вызовет понижение напряжения на катушке реле и контакты реле вернуться в нормальное состояние, то есть замкнутся, а аккумулятор станет заряжаться.

### 3) Инвертор 12-220

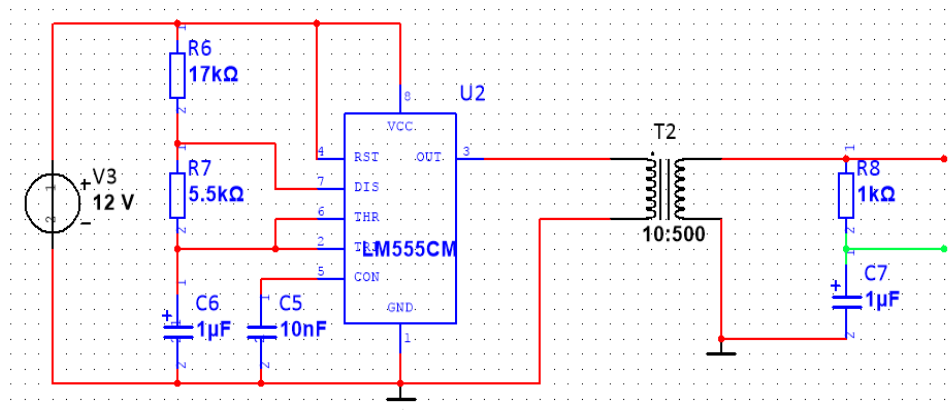


Рис. 14. Общая схема

Источником питания является генератор постоянного напряжения V3 (Рис. 15)

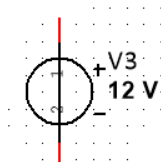


Рис. 15. Генератор постоянного напряжения

Далее постоянное напряжение нужно преобразовать в переменное с частотой в 50 Гц (Что соответствует частоте в сети). Для этого служит микросхема таймера типа NE555 (Рис. 16), включенная по схеме генератора импульсов.

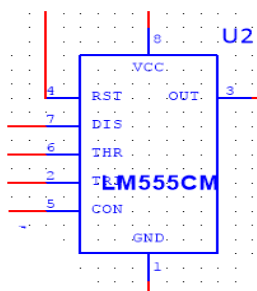


Рис. 16. Таймер NE555

Частота 50 Гц задается резисторами R6, R7 и конденсатором C6 (Рис. 17), номинал которых рассчитан по формуле:

$$f = \frac{1}{0.693 * C * (R1 + 2R2)} \quad (1)$$

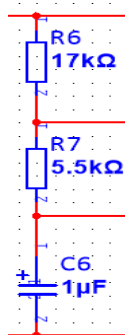


Рис. 17. Обвязка, задающая частоту 50 Гц

Конденсатор C5 (Рис. 18) служит для устранения помех и соединяет таймер с землей.

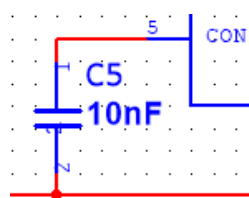


Рис. 18. Помехоподавляющий конденсатор

Далее напряжение повышается с 12 В до 220 В с помощью трансформатора (Рис. 19).

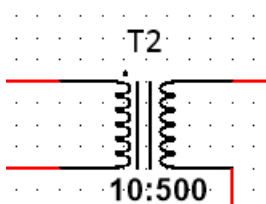


Рис. 19. Повышающий трансформатор

Далее импульсы преобразуются в синусоидальные с помощью фильтра из конденсатора и резистора (Рис. 20).

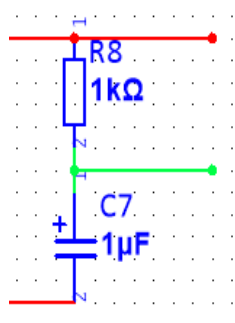


Рис. 20. Преобразование прямоугольных сигналов в синусоидальные



Для электрической схемы источника определены следующие характеристики:

- зависимость входного напряжения стабилизатора от напряжения сети (Рис. 21);
- зависимость выходного напряжения стабилизатора от напряжения сети (Рис. 22).

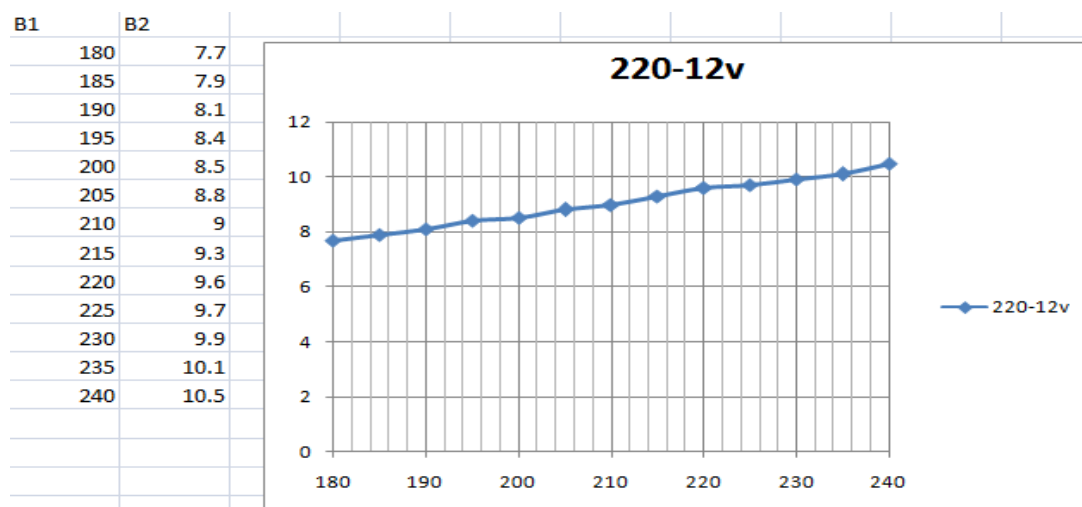


Рис. 21. Зависимость входного напряжения стабилизатора от напряжения сети.

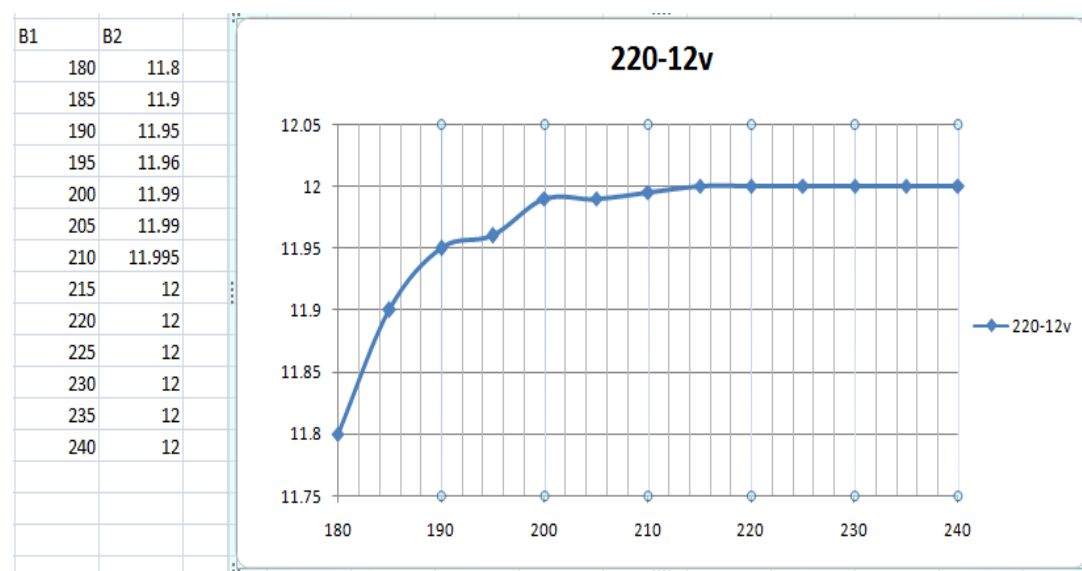


Рис. 22. Зависимость выходного напряжения стабилизатора от напряжения сети.

УДК 004.932

## ОГРАНИЧЕНИЯ АЛГОРИТМОВ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ И ОПИСАНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ПРИЗНАКОВ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ ПЛОХОЙ ВИДИМОСТИ

студент Лобач А.С.

*Научный руководитель - Головатая Е.А.*  
Белорусский государственный университет  
Минск, Беларусь

В настоящее время все больший интерес вызывает применение систем компьютерного зрения для решения задач промышленности, военной отрасли, автономного управления, медицины и т.д. Основной задачей систем компьютерного зрения является обработка изображений, однако не всегда получаемые изображения обладают достаточным качеством. Съёмка может происходить при плохом освещении,

пасмурной погоде или с использованием недостаточного качества оптики. Подобные факторы могут вызывать некорректную работу используемых алгоритмов и приводить к сбоям в работе оборудования. Это обуславливает необходимость дополнительных исследований и введения ограничений для применения конкретных алгоритмов.

Целью данной работы является исследование возможности использования методов детектирования и описания локальных признаков на изображении при условиях, затрудняющих видимость. Для анализа данных условий предложены несколько подходов, основанных на моделировании искажений, соответствующих помехам при плохих погодных условиях (туман, дождь, снег), недостаточной/избыточной освещенности, недостаточном качестве оптики. Для моделирования данных условий использовались фильтры, основанные на известных алгоритмах уменьшения контрастности, размытия, уменьшения яркости, сжатия изображений, а также наложения различных видов шума [1].

Анализируемыми алгоритмами детектирования являлись алгоритмы FAST, детектор Харриса, Кэнни и Хафа, а в качестве алгоритмов описания локальных признаков использовались алгоритмы SURF, HoG и SIFT [2].

Проведенный анализ показал необходимость введения дополнительных ограничений, корректирующих работу систем в условиях плохой видимости. Результаты работы выбранных алгоритмов на изображениях, подвергающимся рассматриваемым видам искажений в соответствии с моделью, представлены на рисунке 1.

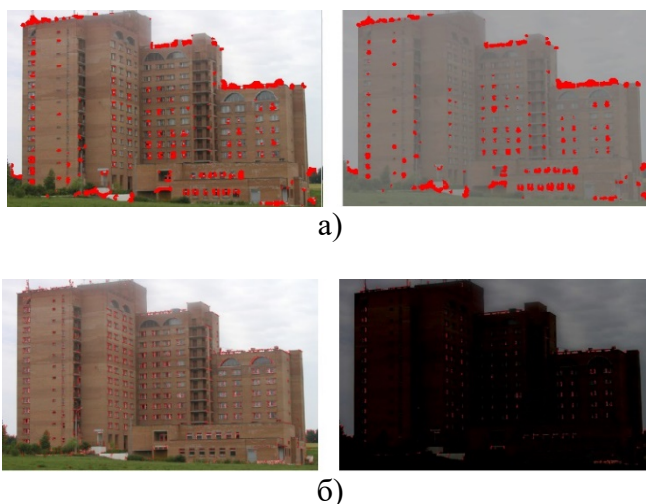


Рис. 1. Результаты работы детекторов для моделируемых искажений. а) туман (уменьшение контрастности), детектор Харриса, б) недостаточная освещенность (уменьшение яркости), детектор FAST

При моделировании тумана наилучшие результаты показали детекторы Харриса и Хафа, при плохой освещенности – детекторы FAST, Кэнни и Хафа, при недостаточном качестве съемки – FAST, Харриса и Кэнни, при дожде – детекторы Харриса и Хафа. Из алгоритмов описания локальных признаков самым устойчивым к искажениям оказался алгоритм SURF.

### *Литература*

1. Radke, R. J. Computer Vision for Visual Effects / R. J. Radke – Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2012 – 393 p.

2. Medjahed, S. A. A comparative Study of Feature Extraction / A. S. Medjahed – International Journal of Image, Graphics and Signal Processing – University of Sciences and Technology Oran (USTO), Mohamed Boudiaf, Algeria – 2015, P. 16–23.

УДК 002.6:004.3; 002.6:022.9; 510

## **РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС ПРОЦЕССАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SAP UI 5**

студент Ясницкий С.В.

*Научный руководитель – к.т.н. Садов В.С.*

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

В настоящее время веб-приложения самый быстрый и удобный способ предоставить требуемые функции пользователю. В их использовании есть большой ряд преимуществ, таких как: независимость от операционной системы пользователя, доступность везде где есть сеть интернет, адаптивность дизайна. Сегодня почти каждое программное обеспечение и веб-сайты имеют мобильную совместимую версию, и каждый может проверить что угодно на своем мобильном телефоне или планшете. GUI - это графический интерфейс пользователя, который был выпущен в базовой функциональности более 15 лет назад. SAP признала, что программы и потребности пользователей изменились с момента распространения смартфонов и приложений. Простое и интуитивно понятное управление обеспечивает лучшее взаимодействие с пользователем. Таким образом, для SAP было очень важно найти решение, и это был SAP Fiori - «Один UX для всех продуктов SAP».

Fiori - это новая технология пользовательского интерфейса SAP с современным дизайном для нового пользователя. SAP Fiori предоставляет основанный на ролях пользовательский интерфейс для пользователей по всем направлениям бизнеса, задачам и устройствам. Fiori основан на платформе, известной как SAPUI5, которая построена на основе HTML5 и совместима с любым устройством и экраном любого размера. Первым выпуском были транзакционные приложения Fiori для наиболее распространенных бизнес-функций, таких как задачи самообслуживания. Клиенты и поставщики услуг SAP также могут разрабатывать свои собственные приложения Fiori. Это веб-приложения, которые можно запускать не только на любом настольном компьютере, но и на всех современных планшетах и смартфонах и в любом браузере. OpenUI5 - это библиотека пользовательского интерфейса JavaScript с открытым исходным кодом, а SAPUI5 - это версия, которая может использоваться клиентом SAP с определенной лицензией. Использование SAPUI5 также бесплатно для клиентов, но они платят за другие продукты SAP. Наряду с SAPUI5 SAP предлагает современные и удобные инструменты для работы и создания веб-приложений. WEB IDE – среда разработки и тестирования в браузере, облачные технологии для запуска клиентских приложений, создания структур на основе шаблонов, что значительно облегчает разработку.

Различают транзакционные приложения, аналитические приложения и информационные. На протяжении многих лет SAP становится ведущим мировым поставщиком клиент-серверных бизнес-решений. На данный момент актуальным является появление конфигурационных приложений в которые интегрирована бизнес-логика и бизнес-объекты SAP. Нами разработан алгоритм решения проблемы достижения заказчиком и разработчиком единого видения проекта, оценки требуемых работ и бюджета проекта, сформированы требования к приложению.

Согласно алгоритму разработан и запущен пример корпоративного приложения SAP UI 5 для управления бизнес процессами. Пройдены все этапы - формирование

задания для решения проблемы реализации бизнес логики посредством веб-приложения, выбраны необходимые инструменты для разработки, спроектирована структура приложения, выделен необходимый функционал приложения, протестированы прототипы, проведена непосредственно разработка с использованием сервисов SAP таких как SAP WEB IDE, SCP, SAP Build Me, изучены концепции и использованы инструменты SAP UI 5, SAP Fiori Guidelines, HTML5, JavaScript. Разработанное приложение протестировано с помощью Unit Test, OPA Test и развернуто на облачной платформе для доступа потребителя.

Таким образом, разработка веб-приложений с использованием данных инструментов, является перспективной областью для предоставления клиенту современных и удобных решений связанных с бизнес логикой компании SAP. Использование предлагаемых инструментов упрощает процесс разработки за счет встроенных библиотек содержащих логику объектов SAP, использования современных концепций и языков программирования, что является быстроразвивающейся областью, а так же минимизирует время обучения и возможности ошибок разработчика, упрощается и запуск приложения с использованием облачных технологий для быстрого и независимого доступа к приложению через интернет.

### *Литература*

1. Rohan Ahmed, Sapui5 and Fiori. Status and Future Perspective / Grin Verlag, 2018
2. <https://sapui5.hana.ondemand.com/> «SAP UI 5 SDK» - Документация SAPUI5
3. SAP Fiori Implementation and development / Anil Bavaraju, 2017, ISBN 978-1-4932-1542-3
4. SAPUI5 and SAP Fiori: The Psychology of UX Design / Paul Modderman, 2017, ISBN 978-1-4932-1618-5

УДК 002.6:004.3; 002.6:022.9; 510

### **АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ МИКРОДВИЖЕНИЙ ЛИЦЕВЫХ МЫШЦ НА ИЗОБРАЖЕНИИ ЛИЦА**

студент Патуткин Е.П.

*Научный руководитель – к.т.н. Садов В.С.*

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

На сегодняшний день довольно большое количество программного обеспечения позволяет анализировать эмоциональное состояние человека, однако значительная часть современных разработок основывается на контроле и отслеживании изменений опорных точек лица (положений глаз, уголков губ и др. черт лица), которые не позволяют в полной мере оценить истинность проявления эмоции. Следует произвести более глубокий анализ лица - рассмотреть микродвижения лицевых мышц, проходящих за более короткие промежутки времени, в сравнении с основными мышцами лица, однако несущими огромное количество полезной информации для определения истинного эмоционального состояния человека.

Для определения подлинности улыбки человека в данной работе, помимо отслеживания основных точек, предлагается отследить сокращения круговой мышцы глаза, строение которой представлено на рисунке 1 ниже.

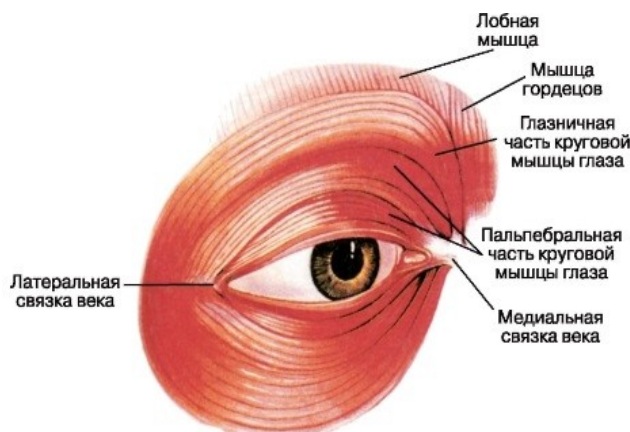


Рис 1. Строение круговой мышцы глаза.

Движения данной мышцы в большинстве своём проявляются в виде появления морщинок у внешних углов глаз, наличие которых свидетельствуют об истинности улыбки.

Разработанный алгоритм состоит из нескольких шагов: детектирование лица при помощи метода Виолы-Джонса и признаков Хаара (чьи основные принципы изложены во многих источниках), расстановки основных точек и нахождение улыбки, подготовка изображения для анализа микродвижений лицевых мышц, их анализ с последующей оценкой общих выходных данных после всех этапов.

Для успешной работы данного алгоритма требуется наличие как минимум двух изображений с лицом - без существенного выражения эмоций (опорный кадр), на котором заведомо не будет улыбки, и второго, где предполагается наличие улыбки. При помощи обученной достаточной выборкой, свёрточной нейронной сети найдём координаты необходимых основных точек лица, а именно, глаз и уголков губ. Далее соотнесём размеры наших изображений при помощи сопоставления расстояний между точками внутренних краёв глаз (считаем это расстояние константой). Имея одинаковые по размерам изображения, найдем расстояния между точками уголков губ и, если разница между этими расстояниями у двух изображений составит более 6%, будем принимать это за факт наличия улыбки. Далее продолжаем работу только с изображением, на котором есть улыбка.

Для сокращения размера обрабатываемых данных на следующих шагах обрежем наше изображение, оставив небольшую прямоугольную часть, включающую в себя брови, глаза и сами морщины около них. При помощи оператора Кэнни, с пороговым значением шума от 9 до 15%, перейдём к бинарному изображению и выделим границы, как показано на рисунке 2, которые позволят подчеркнуть те самые морщины вокруг глаз, в случае их наличия.

Далее при помощи ещё одной нейросети будем детектировать наличие морщин на втором кадре, и в зависимости от выходных результатов, сделаем обоснованный вывод об истинности улыбки.

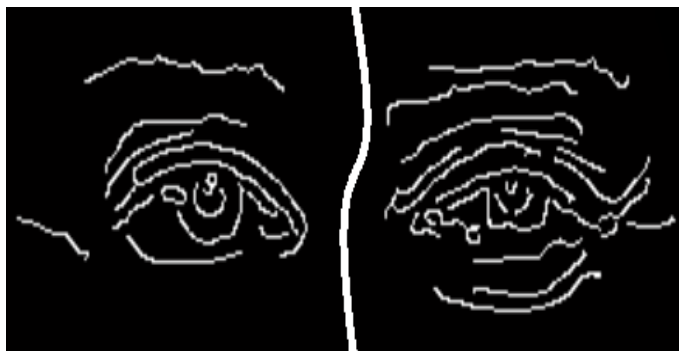


Рис 2. Выделенные границы на опорном кадре (слева) и на кадре с настоящей улыбкой (справа).

Таким образом, предложенный алгоритм позволяет повысить точность оценки эмоционального состояния человека и спрогнозировать его поведение в различных ситуациях при принятии необходимых управленческих решений.

### *Литература*

1. К. Изард. Эмоции человека. — М.: МГУ, 1980. — 440 с.
2. Экман, Пол, Фризен, Уоллес. Узнай лжеца по выражению лица. Книга-тренажёр = Unmasking the face. A guide to recognizing emotions from facial clues. — 1-е издание. — Санкт-Петербург: Питер, 2010. — 272 с. — (Сам себе психолог). — ISBN 978-5-49807-643-0.
3. Р. Д. Синельников, Я. Р. Синельников. Мышцы головы // Атлас анатомии человека. — 2-е. — М.: Медицина, 1996. — Т. 1. — С. 240. — 344 с. — 10 000 экз. — ISBN 5-225-02721-0.
4. P. Viola and M.J. Jones, «Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features», proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2001), 2001
5. Горбань А.Н. Обучение нейронных сетей. — М.: СССР-США СП «Параграф», 1990. — 160 с.

УДК 002.6:004.3; 002.6:022.9; 510

## **АЛГОРИТМЫ ОЦЕНКИ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПО ЕГО ЖЕСТАМ**

студент Якушев И.Ю.

*Научный руководитель – к.т.н. Садов В.С.*

Белорусский государственный университет  
Минск, Беларусь

Довольно большое количество программного обеспечения на сегодняшний день позволяет анализировать эмоциональное состояние человека, однако значительная часть современных разработок основывается на исследовании мимики человека, которые не позволяют в полной мере оценить истинность проявления эмоции. В то же время большое количество полезной информации для определения истинного эмоционального состояния человека несет невербальная информация, которая выражается посредством жестов.

Изучение языка тела для распознавания эмоций было проведено Рэем Бердвистелом, который обнаружил, что окончательный смысл высказывания только на 35% выражается словами и на 65% невербально. В той же работе анализ тысяч записей переговоров показал, что язык жестов определяет исход этих переговоров в 60–80% случаев.

Для определения характера жеста активно применяется машинный анализ, который в данной области имеет два направления (Рис. 1). Первый – детектирование отдельных частей тела, например – руки, ноги. И второй – детектирование скелета человека при помощи опорных точек. В этой работе мы остановились на втором способе, так как он может быть более полезным в нашем случае и, возможно, более простым.

В ансамбле частей тела различные части тела обнаруживаются независимо, и могут быть установлены мягкие ограничения для уточнения этих обнаружений.

Другим способом моделирования человеческого тела является определение совокупности взаимосвязанных соединений, также известных как модели кинематических цепей. Обычно это упрощение человеческого скелета и его механики. Общим математическим представлением таких моделей являются циклические древовидные графы, которые также дают преимущество в удобстве вычислений.

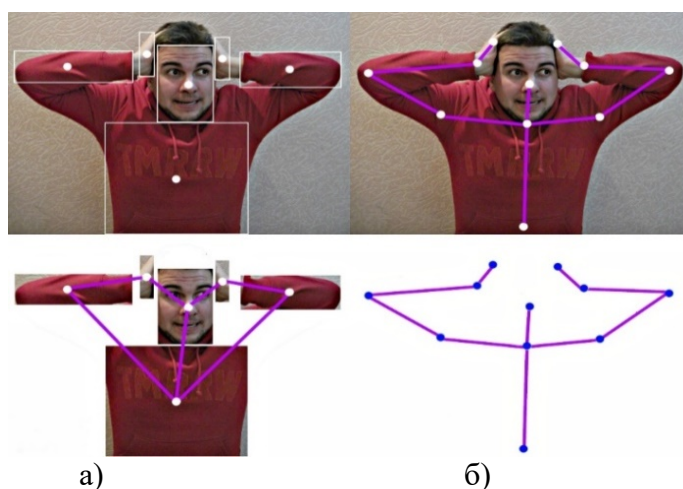


Рис 1. Два наиболее распространенных способа моделирования человеческого тела при автоматической обработке - это либо ансамбль частей тела (а), либо кинематическая модель (б).

В отличие от подхода, основанного на деталях, узлы структурных деревьев представляют собой соединения, каждый из которых параметризован со своими степенями свободы. Кинематические модели могут быть плоскими, и в этом случае они представляют собой проекцию на плоскость изображения или информацию о глубине. Более богатые, более реалистичные варианты можно определить, например, как совокупность соединенных цилиндров или сфероидов или трехмерных сеток.

Алгоритм обработки жестов состоит из нескольких шагов: детектирование тела человека при помощи метода Виолы-Джонса, расстановка опорных точек для определения скелета человека, подготовка изображения для анализа жестов, их анализ с последующей оценкой общих выходных данных после всех этапов.

Для реализации алгоритма необходимо составить, так называемую, таблицу эмоций. В ней содержатся описание жеста и выражаемая им соответствующая эмоция, как показано в таблице 1.

Таблица 1.1

Взаимосвязь статических положений человека и эмоций	
Эмоция	Статическое положение
Радость	Голова назад, передняя поверхность грудной клетки опущена, руки подняты над плечом и прямо в локте, плечи подняты
Печаль	Голова вперед, передняя поверхность грудной клетки поднята, руки на стороне туловища, рухнула осанка
Удивление	Голова назад, задняя поверхность грудной клетки опущена, руки, поднятые с прямыми предплечьями
Гордость	Голова назад, слегка наклон, расширенная осанка, руки на бедрах или поднятые над головой
Страх	Голова назад, руки подняты вперед, плечи

	вперед
Отвращение	Плечи вперед, голова вниз
Скука	Сложенная поза, голова назад, не обращенная к собеседнику
Гнев	Голова назад, задняя поверхность грудной клетки опущена, руки подняты вперед и вверх, плечи подняты

Для успешной работы самого алгоритма требуется наличие видеопоследовательности, так как большинство жестов все-таки выражаются в динамике. При помощи обученной достаточной выборкой, свёрточной нейронной сети определяются координаты необходимых опорных точек скелета. Далее с помощью «таблицы эмоций» определяются сами эмоции.

### *Литература*

1. Argyle, Michael. 1975. Bodily Communication. Vol. 581. Methuen London.
2. Atkinson, Anthony P., Winand H. Dittrich, Andrew J. Gemmell, and Andrew W. Young. 2004. "Emotion Perception from Dynamic and Static Body Expressions in Point-light and Full-light Displays." Perception-London 33: 717–746.

УДК 004.627

## **СЖАТИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СВЕРТОЧНОГО АВТОЭНКОДЕРА**

студент Щасный К.А.

*Научный руководитель - Головатая Е.А.*

Белорусский государственный университет  
Минск, БГУ

Новые форматы медиа, достижения в аппаратной области, а также разнообразные требования и типы контента создают потребность в алгоритмах сжатия более гибких, чем существующие кодеки. Нейронные сети (и конкретно автоэнкодеры [1]) имеют значительный потенциал в этом отношении, но присутствуют и некоторые недостатки, в частности, проблемы с составлением обучающей выборки, а также трудности с оптимизацией в силу недифференцируемости некоторых этапов сжатия (в частности, квантования).

В качестве исследуемой сети был выбран автоэнкодер, благодаря его способности выделять во входных данных только наиболее характерные для них признаки за счёт сокращения нейронов в скрытом слое.

В данной работе рассматривается свёрточный автоэнкодер (CAE), который основан на использовании свёрточных нейронных сетей в качестве кодера и декодера. Это позволяет использовать все преимущества свёрточных сетей, а именно: разреженность коэффициентов, что позволяет сети более эффективно описывать сложные взаимоотношения между большим количеством переменных; разделение параметров, позволяющее сократить количество хранимых параметров; эквивариантность представления, позволяющую сети успешно обрабатывать одни и те же объекты, которые находящиеся на ряде изображений в разных местах или имеющих переменный масштаб.

В качестве обучающей выборки использовался набор изображений MNIST. Сеть состоит из кодера и декодера, включающих в себя 2 сжимающие (разжимающие) единицы, состоящие из свёрточного слоя и слоя субдискретизации.

В процессе обучения подбирались количество фильтров, наиболее оптимальные результаты дали значения  $N_1 = 8$  и  $N_2 = 4$ . Эти параметры позволяют получить



визуально неразличимые по сравнению с большим количеством фильтров результаты при большей скорости обучения.

В качестве функции потерь использовалась кросс-энтропия, а в качестве оптимизатора – алгоритм стохастического градиентного спуска с адаптивной оценкой моментов (adam). В роли меры качества восстановленного изображения (рисунок 1) использовался критерий соотношения сигнал/шум (PSNR) [2].

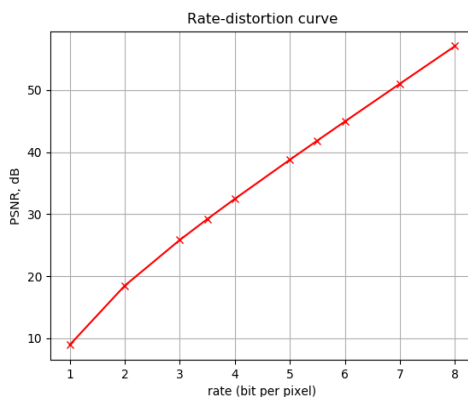


Рис. 1. Зависимость степени сжатия (бит/пиксель) от оценки сигнал/шум (PSNR)

В работе удалось достичь главной цели исследования – сжать данные. Несмотря на неполную репрезентативность используемых в обучении изображений, полученные результаты показывают возможность использования этого алгоритма для сжатия. В перспективе нейронную сеть планируется обучить для работы с реальными полноразмерными изображениями.

### *Литература*

1. Goodfellow I. Deep learning / I. Goodfellow, Y. Benjio, A. Courville. — Cambridge : MIT press, 2016. — 800 p.
2. Toderici G. Full Resolution Image Compression with Recurrent Neural Networks / G. Toderici, D. Vincent, N. Johnston //CVPR. – 2017. – P. 5435-5443.

УДК 004.75

## **ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫЙ РЕЕСТР РЕЗЮМЕ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН**

магистрант Баслак О.В.,

*Научный руководитель – академик НАН Беларуси Чернявский А.Ф.*

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

В современном мире стоит вопрос о подделке данных, содержащихся в резюме, таких как аттестат или диплом об образовании, сертификаты о прохождении курсов, опыт работы и обязанности. Зачастую появляется необходимость доказать наличие образования, полученного десятки лет назад, но диплом потерян, и необходимо его восстановление, бумага в архиве университета выцвела, или сам архив уничтожен, либо само учебное заведение было расформировано.

Реестр резюме, построенный с использованием технологии блокчейн, дает следующие преимущества:

- простое подтверждение подлинности данных,

- контроль владельцем личных данных доступа к ним,
- наличие истории выдачи активов (сертификатов) и доступа к этим данным [1].

Среди существующих решений можно рассмотреть, например, IPDB (Interplanetary database) на базе BigchainDb, а также все решения, использующие блокчейн как полноценную базу данных. Они дают пользователю права на создание и передачу активов другим пользователям, вся история при этом сохраняется в блокчейн, однако они не позволяют удалить данные об активах.

Такое решение не соотносится с законами об обработке и хранении персональных данных, как, например, «Общий регламент по защите данных (GDPR)», хотя и вводится такое понятие как «burn-операция» (сжигание) вместо удаления в стандартном наборе операций из создания, чтения, изменения и удаления [2].

Другая категория приложений хранит в блокчейне только верификационную информацию, а сами данные при этом хранятся в обыкновенной базе данных. Например, Acclaim или Accredible, использующий открытый протокол Chainpoint для сохранения хеша данных о сертификате или бейдже в блокчейн Bitcoin. Сам по себе протокол Chainpoint подразумевает использование открытого блокчейна для сохранения данных вместе с транзакцией. Минусом данного подхода является использование стороннего блокчейна. В случае, если его использование прекратится, и все узлы пропадут из сети, все данные для валидации (хеши) пропадут вместе с ним.

В разработку Hyperledger Fabric было внесено предложение по работе с приватными данными и в данный момент эта возможность находится в активной разработке, однако для этого необходимо создание конфигурационного файла *collections\_config.json*, который распространяется по всем узлам в сети. В нем содержится информация о том, кто кому на какие данные дал доступ, что очень неудобно с точки зрения бизнеса [3].

В данной работе предлагается следующее решение. На каждом узле сети, которые являются членами консорциума, разворачивается блокчейн на базе Hyperledger Fabric. Узлами сети могут быть организации, заинтересованные в подтверждении данных через блокчейн. Это могут быть правительственные структуры, центры занятости, учреждения образования, центры сертификации, проводящие различные экзамены на получение сертификата и т.д.

Все данные для резюме создаются в виде Verifiable Credential (рисунок 1) [4].

```

{
  "@context": [
    "https://www.w3.org/2018/credentials/v1",
    "https://example.com/examples/v1"
  ],
  "id": "http://example.edu/credentials/3732",
  "type": ["VerifiableCredential", "UniversityDegreeCredential"],
  "credentialSubject": {
    "id": "did:example:ebfeb1f712ebc6f1c276e12ec21",
    "degree": {
      "type": "BachelorDegree",
      "name": "Bachelor of Science in Mechanical Engineering"
    }
  },
  "proof": { ... }
}

```

Рис 1. Пример структуры записи с использованием распределённого идентификатора организации

Все узлы сети используют блокчейн для хранения хешей выданных бейджей, логирования кто и когда получал доступ к тем или иным данным (рисунок 2).

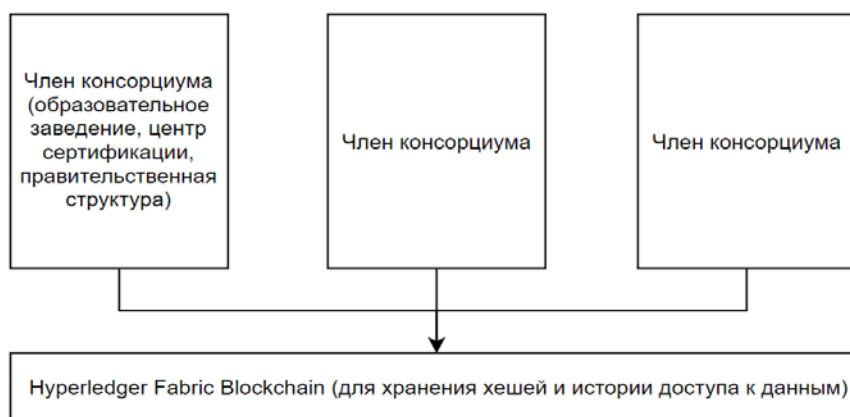


Рис 2. Архитектура системы

Каждый член консорциума, желающий вносить свои данные в блокчейн, создает децентрализованный идентификатор (Decentralized ID, или DID [5]), который будет содержаться в данных, добавляемых в блокчейн. Данные о DID вместе с публичными ключами также сохраняются в блокчейн, т.к. по задумке создателей, идентификаторы не изменяемы. При этом сами идентификаторы могут быть опубликованы в достоверных источниках.

Каждый узел консорциума хранит заверенные им данные у себя, но всегда остается возможность владельцу данных загрузить, например, свой сертификат в формате json и запросить удаление своих данных из базы организации-узла. Имея только json-файл сертификата, можно проверять его подлинность по хешу в блокчейне.

Для доступа к данным используется общее для всех клиентское приложение (или веб-сервис), использующее общий API, которое соединяется с серверами узлов сети. Приложение выполняет роль хранилища идентификаторов, как кошельки в криптовалютных блокчейнах (рисунок 3). Для владельцев активов (те, кому выдаются сертификаты, дипломы и т.д.) также создается децентрализованный id. В базе узла, выдающего актив, сохраняется запись, соотносящая пользователя с его DID.

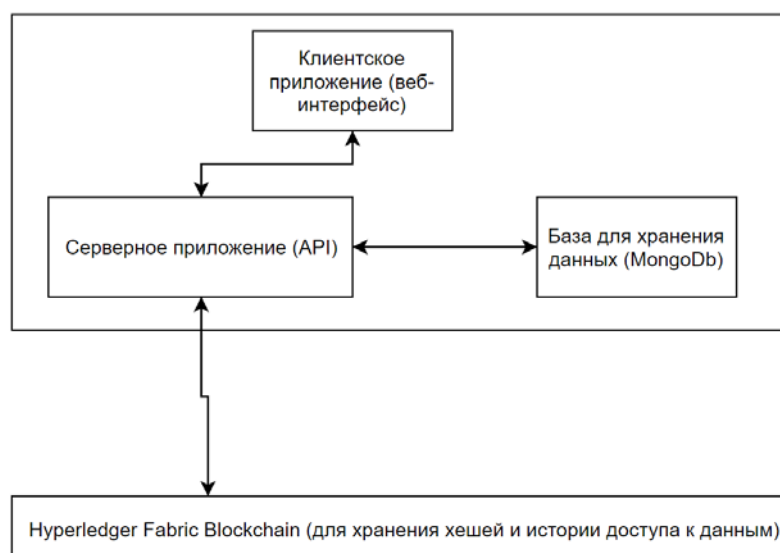


Рис 3. Архитектура узлов системы

В качестве точек расширения остается возможность для регулирования доступа к данным по запросу с возможностью его отклонения, записи таких запросов, а также их результатов.

Таким образом, полученная система сочетает в себе такие положительные стороны блокчейна, как неизменяемость и децентрализация, простоту доступа к данным и проверку их подлинности. Помимо этого, организациям, уже имеющим сервер авторизации или свою базу активов, будет не сложно интегрироваться в систему, связывая did пользователя со своей базой пользователей. При этом отсутствует зависимость от публичных блокчейн-сетей и для всех данных и идентификаторов используются публичные стандарты, разрабатываемые консорциумом W3C.

### *Литература*

1. Andries Van Humbeeck, The Blockchain-GDPR Paradox / Andries Van Humbeeck // Медиаплощадка Medium [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medium.com/wearetheledger/the-blockchain-gdpr-paradox-fc51e663d047>
2. Gautam Dhameja, GDPR and CRAB—What’s the deal? / Gautam Dhameja // Медиаплощадка Medium [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blog.bigchaindb.com/gdpr-and-crab-whats-the-deal-5c2f6b55d90>
3. Chaincode for Developers // Официальная документация Hyperledger Fabric [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/latest/chaincode4ade.html>
4. Verifiable Credentials Data Model // Официальная документация World Wide Web Consortium (W3C) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.w3.org/TR/verifiable-claims-data-model/>
5. Decentralized Identifiers (DIDs) // Официальная документация World Wide Web Consortium (W3C) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://w3c-ccg.github.io/did-spec/>

УДК 004.77

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «BLOCKCHAIN» ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ НОТАРИАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

студент Лобач В.О.,

*Научный руководитель - к. ф.-м. н. Козадаев К.В.*

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

Нотариальная деятельность считается одной из областей, которую внедрение технологий на базе распределённых децентрализованных сетей способно в корне изменить и улучшить. Хотя в краткосрочной перспективе в силу ограничений на уровне законодательства такие изменения маловероятны, в данной работе рассматривается реализация, способная на это в будущем.

В общем смысле, нотариус является независимым, беспристрастным свидетелем, который документирует наличие или отсутствие определенного факта. На практике нотариус:

- подтверждает подлинность копий / переводов документов;
- проверяет подлинность подписей;
- определяет факты из реального мира.

И если эти функции на данном этапе развития технологий заменить сложно, то улучшить процесс хранения и передачи данных, используемый при документообороте в государственном и частном секторе вполне реально.

Существующие решения в области электронного нотариата и документооборота, как правило, построены на базе централизованных сетей и реляционных СУБД. Подобные решения подходят для небольших масштабов, но в силу своей архитектуры

плохо подходят для систем, при проектировании которых важны горизонтальное масштабирование, производительность при обработке большого объёма данных и безопасность.

Разработанное решение, основанное на технологиях блокчейн и IPFS, обеспечивает высокий уровень защищённости и распределённости, что позволяет внедрить и использовать его в любой сфере, связанной с документами и персональными данными, будь то финансовый, юридический, частный или военный сектор.

Концепция технологии блокчейн предложена Сатоши Накамото в 2008 году, а впервые применена на практике при появлении биткоина в 2009-м.

Система работает следующим образом:

- Создается первичный блок, в нем отсутствует запись о предыдущем блоке.
- Каждый последующий блок содержит информацию о «родителе», в виде транзакции в собственном заголовке, используемом при генерации очередного блока.
- Пользователи системы видят все количество блоков, но обладают доступом лишь к своим.
- Любые изменения без подтверждения криптографическими ключами отклоняются.
- Передача закрытого ключа предоставляет полный доступ к блоку (деньгам и иным активам). Благодаря этому легко регистрировать сделки, проводимые через онлайн-ресурсы.

Ключевая особенность технологии заключается в децентрализации системы. Если базу данных, расположенную на едином сервере, взломать теоретически можно при условии применения любых существующих средств защиты, то с блокчейном ни один из этих методов не сработает. Простыми словами – там нечего взламывать [1, 2].

Однако, в силу особенностей архитектуры и высокой вычислительной сложности при добавлении новых блоков, блокчейн совершенно не подходит для хранения больших объёмов данных.

Для этой проблемы существует целый ряд решений. Одно из них – IPFS [3]. Это одноранговый P2P протокол, в котором каждый узел хранит коллекцию хешированных файлов (рисунок 1). У IPFS есть ряд недостатков, например, неизменяемость данных и необходимость для узлов быть определённое время в сети. Но в контексте применения в области нотариата эти недостатки нивелируются.

У IPFS есть ещё один недостаток. Если у злоумышленника есть хэш-сумма документа, он может получить к нему доступ. Поэтому важные файлы не подходят для IPFS в их исходном состоянии. Следовательно, разумно использовать дополнительные инструменты шифрования для защиты файлов перед их загрузкой в IPFS.

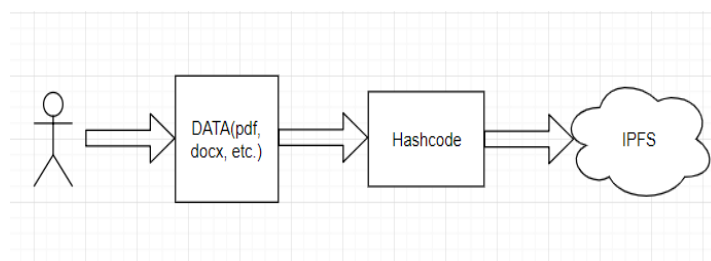


Рис. 1. Принцип работы IPFS

В разработанной системе используется сочетание технологий блокчейн и IPFS. Вместо хранения самих файлов в блокчейне хранится их хэш-сумма. Это даёт возможность реализовать механизм децентрализованного хранения важных документов с возможностью доступа к ним всем участникам сети и механизмы proof of existence и proof of ownership (рисунок 2).

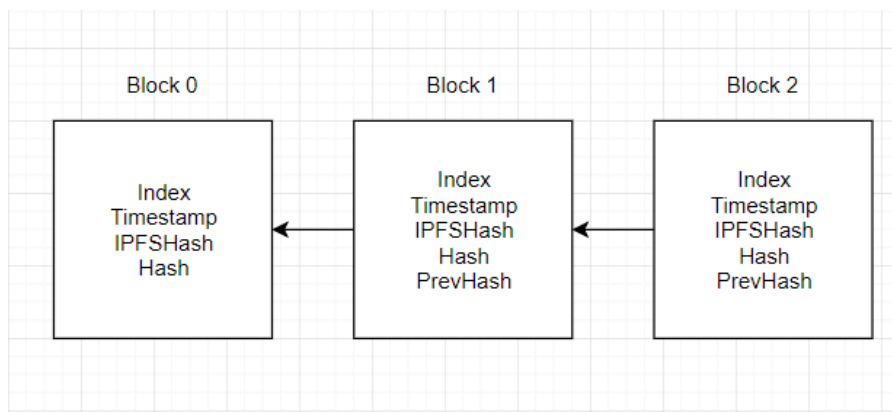


Рис. 2. Применение blockchain для хранения хэш-сумм файлов

Разработанное приложение состоит из 2 модулей. Первый – реализация цепочки транзакций в виде блокчейн при помощи языка Go. Включает в себя описание структуры блока записи, алгоритмы хэширования и генерации новых блоков, валидации для разрешения коллизий внутри цепочки транзакций, а также серверную логику для возможности работать в фоновом режиме и коммуницировать с другими сервисами по REST API. Коллизии в блокчейне разрешаются по алгоритму Proof-of-Storage. Этот модуль используется для хранения хэш-сумм файлов в IPFS.

Второй – реализация интерфейса для взаимодействия с IPFS, а также логика для шифрования/дешифрования файлов алгоритмом SHA256 и REST API для доступа к системе по протоколу HTTP и взаимодействия с блокчейн. Разработан модуль при помощи языка Java и асинхронного фреймворка Vert.x. Помимо этого, в рамках IPFS реализовано кластерное решение, создающее приватную подсеть в рамках глобальной. Это гарантирует, что доступ к конфиденциальным данным получают только те узлы, которые имеют на это право.

При добавлении файла в систему он проходит через блок Java application, сам файл шифруется и помещается в IPFS, а его хэш помещается в новый блок цепи транзакций блокчейн (рисунок 3). При попытке доступа к файлу по хэш-коду из блокчейна происходит проверка, находится ли узел, с которого выполняется запрос, в рамках приватной подсети. Если узел проходит проверку, то по хэш-коду обрабатывается запрос к IPFS на получение файла, после чего файл дешифруется. Неизменяемость файлов гарантирует целостность внутри сети. Есть возможность хранить целые группы файлов, получать к ним доступ через браузер или сохранять локально.

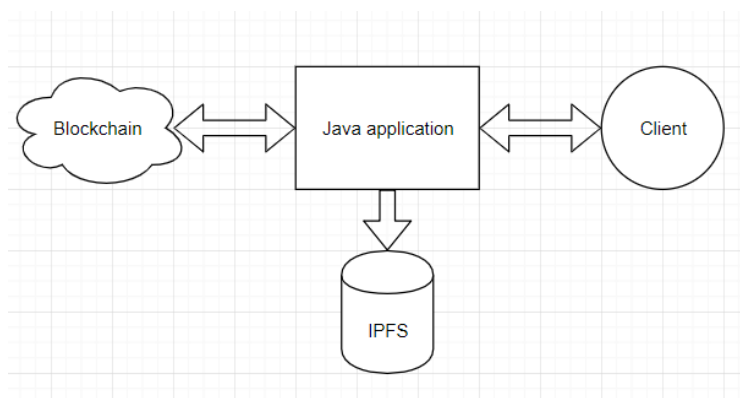


Рис.3. Блок-схема работы приложения

Таким образом, разработанная система позволяет хранить любые документы в IPFS и получать к ним доступ из любого узла, у которого есть на это право. При этом все требования по безопасности личных данных обеспечиваются на уровне самой

технологии, используемой в реализации. Подобное приложение способно существенно облегчить работу в сфере нотариата и документооборота, позволяя получить нужный документ из любого места в рамках сети без необходимости проверять его подлинность и целостность. При этом внедрение этой системы не лишит работы юристов, финансистов и банковских служащих, т.к. содержимое документов, хранимых в сети – всё ещё зона ответственности человека.

### *Литература*

1. Swan, M. Blockchain: Blueprint for a New Economy. — O'Reilly Media, Inc., 2015. — 152 p.
2. Лелу, Л. Блокчейн от А до Я. Все о технологии десятилетия. — Москва: Эксмо, 2018. — 256 с.
3. Inter Planetary File System Project Documentation [Electronic resource. – Mode of access: <https://docs.ipfs.io>. Date of access: 20.11.2018.

УДК 004.93'1

### **Q-ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЛИФОНИЧЕСКОЙ МУЗЫКИ**

магистрант Огородникова Е В.,

*Научный руководитель - к. ф.-м. н., доцент Козлова Е.И.*

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

Первым шагом в алгоритме распознавания нот часто является представление звукозаписи в виде спектрограммы. Из-за природы звука, задача определения начала сыгранной ноты и ее длительности является нетривиальной. На сегодняшний день нет единого подхода, решающего данную проблему. Известными методами получения спектра являются дискретное оконное преобразование Фурье, Q-преобразование и гребенчатые фильтры. На практике себя хорошо зарекомендовало применение постоянного Q-преобразования [1].

Каждый звук является совокупностью гармонических колебаний, в которой выделяется основной тон и дополнительные – обертоны. Человек воспринимает звуки в диапазоне от 16 до 20 000 Гц. Звуки с частотами  $f_0$  и  $2f_0$  воспринимаются как очень похожие. Частоты кратные  $f_0$  объединяются в тональный класс. В классической европейской музыке, например, преобладает использование равномерно темперированного строя. В типичном случае каждая октава представляет собой музыкальный интервал, в котором соотношение частот между звуками составляет один к двум. Этот интервал делится на *двенадцать* полутонов (нот). Ноты, принадлежащие одному тональному классу, имеют одинаковые названия [2].

Таким образом, в равномерно темперированном строе можно выделить 12 тональных классов. Частоту  $n$ -ой ноты можно вычислить по формуле (1):

$$f_n = 2^{\frac{n}{N_0}} f_0, \quad (1)$$

где  $N_0$  – количество компонент в одной октаве,  $f_0$  – частота настройки. Обычно выбирают  $f_0 = 440$  Гц, что соответствует ноте ля 1-й октавы. Благодаря равномерной темперации появляется возможность транспонирования музыкального произведения на произвольный интервал.

Первым шагом в алгоритме распознавания нот является представление звука в виде спектрограммы – распределения звуковой энергии по частотам со временем. Спектрограммы звука обычно состоят только из двух основных форм: гармоник, которые являются узкополосными, охватывают короткий частотный диапазон и имеют

большой временной диапазон, и другие широкополосные функции, которые охватывают короткий диапазон времени и большой диапазон частот.

Произведение делится на фрагменты. На каждом из фрагментов, вычисляется преобразование постоянного качества (2).

$$Q = \frac{f_n}{f_{n+1} - f_n} = \frac{1}{2^{\frac{1}{N_0} - 1}}, \quad (2)$$

где  $Q$  – коэффициент качества, не зависящий от номера ноты. Преобразование константы  $Q$  (CQT) относится к методам, в которых сигнал преобразуется из временной области  $x(n)$  в частотную. Но в этом случае, в отличие от преобразования Фурье, выбирается одинаковое число частотных компонент для каждой ноты, что позволяет использовать для высокочастотных компонент более короткие фрагменты сигнала, чем для вычисления низкочастотных компонент.

Гармоники разных нот могут мешать друг другу. Чтобы уменьшить влияние помех от соседних гармоник, значение  $Q$  увеличивается. Более высокое значение  $Q$  уменьшает искажение амплитуды от соседних гармоник, но улучшенное разрешение по частоте достигается за счет более низкого временного разрешения, поэтому по умолчанию лучше использовать низкий коэффициент  $Q$ , чтобы сохранить информацию об изменении амплитуды во времени. Так, например,  $Q = 17$  соответствует разрешению полутона, но его недостаточно, чтобы различать смежные частотные составляющие, особенно для более высоких гармоник. В то же время  $Q = 34$  соответствует интервалу в четверть тона, что несколько повышает разрешение по частоте, но снижает по времени.

Таким образом, применение CQT за счет переменного окна обеспечивает легкость дальнейшей работы со спектром, поскольку его компоненты напрямую соответствуют ступеням звукоряда. При этом недостатками преобразования являются сложность вычислений и зависимость от выбора частоты настройки.

### *Литература*

1. Brown Judith, An efficient algorithm for the calculation of a constant  $Q$  transform /Puckette Miller S. // Journal of the Acoustical Society of America. — 1992. — November. — Vol. 92, no. 5. — P. 2698–2701.

2. Глазырин Н.Ю., О задаче распознавания аккордов в цифровых звукозаписях // Известия Иркутского государственного университета, серия «Математика». — 2013. — Т. 6, № 2. — С. 2–17

УДК 004.9

### **РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ПОРТАЛА С ПОМОЩЬЮ WORDPRESS**

студент Романьков А.П.

*Научный руководитель - к. ф.-м. н. Козадаев К.В.*

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

Интернет прочно вошел в нашу повседневную жизнь и в некоторых случаях успел даже изменить ее уклад. Согласно данным социологических исследований, современный среднестатистический человек проводит в Интернете более часа в сутки. В настоящее время Интернет и представляемые им сервисы активно используются не только как место для развлечений и досуга, но и как площадка для работы, самообразования, поиска товаров, услуг и самой разнопрофильной информации. Эти функции выполняют информационные порталы самой различной направленности, например, связанные с тематикой автоиндустрии. Это информационное направление в сети Интернет пользуется растущей популярностью, однако в русскоязычных



источниках оно не раскрыто в должной степени. Потребность в достоверной информации прямо пропорционально зависит от количества автомобилистов, число которых в Республике Беларусь растет с каждым годом, не говоря о других странах, читающих информацию на русском языке. Целью настоящей работы является описание процесса создания веб-ресурса, располагающего информацией о последних новостях автоиндустрии, типовом строении технических средств передвижения, а также позволяющего решать наиболее распространенные проблемы автомобилистов.

Для разработки сайта была выбрана система WordPress [1], т.к. она наиболее полно подходит для достижения поставленной цели и имеет ряд преимуществ:

- наличие удобного, а главное интуитивно понятного интерфейса, что влечет за собой простоту создания, редактирования и в дальнейшем управления сайтом;
- наличие системы контроля безопасности сайта;
- возможность подключать плагины, что позволяет расширить и дополнить функциональность WordPress;
- возможность в реальном времени осуществлять мониторинг уязвимостей и изменений в потенциально-опасных файлах и т.д.

Разработка сайта проводилась в несколько этапов:

- 1) Регистрация на хостинг-провайдере Beget.ru;
- 2) Настройка “WordPress”;
  - а) Выбор и настройки шаблона;
  - б) Установка плагинов;
  - в) Установка виджетов;
- 3) Наполнение сайта;
  - а) Создание страниц и меню сайта;
  - б) Добавление информации на сайт.

Разработчиком сайта были внесены изменения в стандартные настройки шаблона, заключающиеся в следующем:

- Изменены выделения отдельных статей на страницах веб-приложения. Данное изменение заключалось в «обертывании» каждой записи на странице в отдельный блок, для которого использовался отдельный подкласс из таблицы стилей. Данные изменения позволили добиться более четкого визуального восприятия информационной составляющей, а также добиться «несмешанных» публикаций, что немаловажно для потребителя.

- Переработана визуальная подача новостей «автомира» на динамических страницах веб-приложения. Изменения заключаются в другом расположении текста относительно страницы, вариации положения рисунка, соответствующего определенной статье; данный прием помог анонсировать события и бегло ознакомить с кратким содержанием статьи в целом, что помогает пользователю экономить время, проведенное в сети, а нам заинтересовать его для последующего прочтения статьи целиком.

- Добавлена функция вывода времени публикации записи, помогающая пользователям найти требующуюся информацию исходя из даты публикации.

- Для удобства пользования изменено расположение меню на страницах веб-приложения, а отдельные блоки, всплывающие при наведении курсора мыши на меню, смещены относительно центра родительского блока и видоизменены.

В результате разработанный сайт автомобильной тематики введен в эксплуатацию в сети интернет, успешно функционирует, дополняется новостями и редактируется, а также активно продвигается в социальных сетях и поисковых системах.

## Литература

1. Nirav Mehta. Choosing an Open Source CMS. Beginner's Guide. — Packt (англ.)русск., April 2009. — 340 p. — ISBN 978-1-847196-22-4.

УДК 621.382

### ФИЗИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ КЛЮЧЕЙ НА БАЗЕ ФОТОМАТРИЦЫ

студент гр. 10306115 Бурый А. В.

*Научный руководитель - к.т.н., доцент Гулай А. В.*

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Ранее криптография служила только интересам государства, но с появлением интернета ее методы стали интересовать и частных лиц. На сегодняшний день криптография широко используется в различных сферах, однако в большинстве случаев цель использования, это защита информации.

В основе криптографии лежат криптографические ключи, представляющие секретную информацию, используемую криптографическим алгоритмом при шифровании и расшифровывании различных данных. В крупных информационных сетях возникает необходимость генерации большого количества криптографических ключей, которые не должны повторяться. Для выполнения данной задачи используются различные генераторы случайных чисел. [1]

Существует большое количество различных физических генераторов случайных чисел, в основе которых лежат различные хаотически изменяющиеся параметры протекающего физического процесса. В рамках данной статьи рассмотрен физический генератор случайных чисел для формирования криптографических ключей на базе фотоматрицы, который представлен на рисунке ниже.

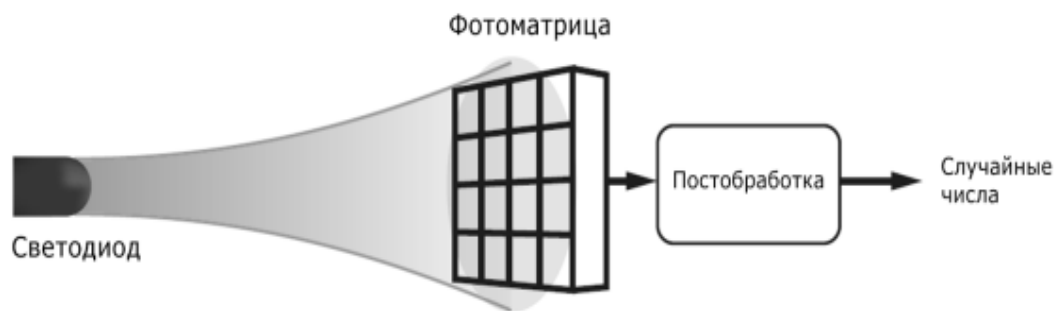


Рис. 1. Схема генератора случайных чисел, построенного на базе фотоматрицы

Основными рабочими элементами представленного выше генератора является светодиод и фотоматрица. Принцип работы такого генератора случайных чисел основан на подсчете эмиссии фотона. Этот квантовый процесс по своей природе случаен, поскольку в конкретный промежуток времени от источника света получается случайное количество фотонов. [2]

Каждый пиксель матрицы определяет количество фотонов, попавших на его поверхность за определенный промежуток времени. Эти фотоны конвертируются в электроны, которые затем умножаются на множитель, определенный светочувствительностью матрицы (уровень ISO). Количество электронов за один и тот же период будет отличаться на совершенно случайное число.

На практике процесс генерации таких случайных чисел выглядит довольно просто: матрица фотокамеры засвечивается светодиодом и делаются два снимка с одинаковой длительностью выдержки. Затем снимки программно обрабатываются для получения случайных чисел. [3]

Данный генератор является полностью совместимым в интегральные микросхемы, имеет малые габариты и высокую надежность. Генератор позволяет получать последовательности случайных чисел со скоростью от 1 до 75 мегабит, в зависимости от характеристик используемых компонентов.

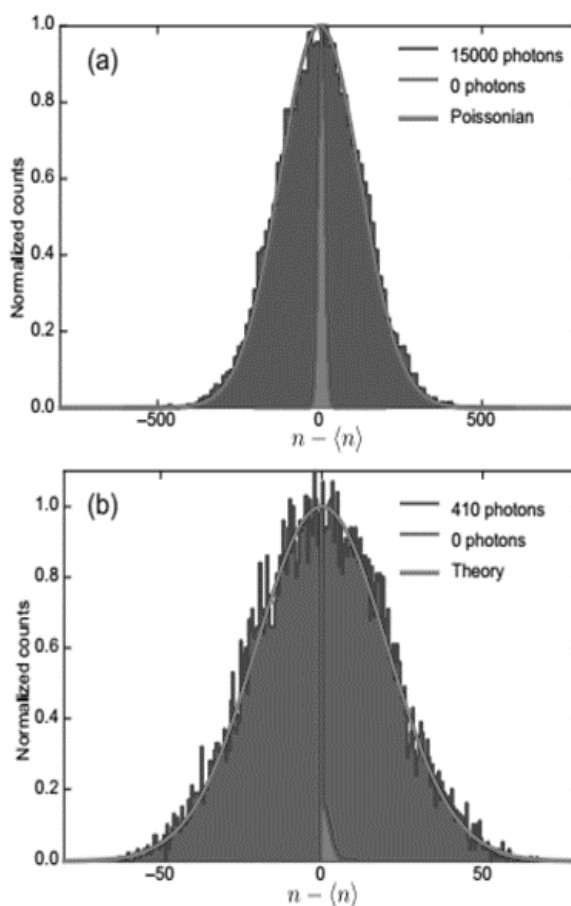


Рис. 2. Распределение случайных величин генератора на основе 8 Мп камеры с оптикой Carl Zeiss

Распределение полученных случайных величин соответствует распределению Гаусса. Генератор на основе 8 Мп камеры с оптикой Carl Zeiss даёт лишь одно отклонение от идеальной случайной последовательности на 1096 итераций, представлено на рисунке 2. [3]

### *Литература*

1. Дошина А. Д., Михайлова А. Е., Карлова В. В. Криптография. Основные методы и проблемы. Современные тенденции криптографии [Текст] // Современные тенденции технических наук: материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Казань, октябрь 2015 г.). — Казань: Бук, 2015.
2. Подорожный И. В. Обзор аппаратных генераторов случайных чисел // Молодой ученый. — 2016.

3. «Хабр» — крупнейший в Европе ресурс для IT-специалистов [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://habr.com/company/microsoftlumia/blog/237545/> (дата обращения: 11.06.2018).

УДК 339.16.612.32:004

## **СИСТЕМЫ ВИБРАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ**

студент гр. 10306115 Куличик О.А.

*Научный руководитель - к.т.н., доцент Гулай А.В.*

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

В современных условиях производственной деятельности, развитие систем вибрационного контроля и диагностики обусловлено необходимостью отслеживания состояния оборудования, агрегатов, ключевых узлов и механизмов, отказ которых может привести к финансовым, временным и другим потерям, что в целом оказывает негативное влияние на работу производства. Улучшению качества контроля и диагностики во многом способствует внедрение новых эффективных систем, методов и средств мониторинга.

Системы контроля и диагностики могут применяться в различных сферах производства. Следствием этого, возникает необходимость создания для каждого объекта или ответственного оборудования, производственной деятельности, уникальных систем вибрационного контроля и диагностики. Для таких объектов, рекомендуется использовать системы стационарного типа, которые традиционно включают в себя датчики измерения вибрации, измерительные и коммуникационные сервера сбора и обработки данных. Особенность данных систем – это возможность выявления технических изменений в режиме реального времени. Основными характеристиками таких систем являются: быстродействие, многокритериальность, пороговая адаптация и информационная точность.

Методы контроля и диагностики играют немаловажную роль в системах вибрационного контроля и диагностики. Одним из наиболее эффективных методов контроля технического состояния оборудования является мониторинг и анализ параметров вибрации. Благодаря этому методу, можно выявить дефект на этапе зарождения и спрогнозировать наступление критических изменений, когда оборудование должно быть выведено в ремонт. Это дает возможность заранее планировать выполнение ремонтных мероприятий, увеличить время непрерывной работы, сократить время восстановления работоспособности, повысить показатели технической готовности, использования и загрузки оборудования. Мониторинг вибрации может быть реализован двумя разными способами: периодическими виброобследованиями с использованием переносного оборудования или непрерывным сбором и обработкой данных с использованием стационарных автоматизированных систем вибромониторинга. Для определения состояния небольших установок, выполняющих некритичные функции, наиболее целесообразным является первый вариант [1].

Средства контроля и диагностики на сегодняшний день имеют достаточно большое разнообразие и применяются в различных сферах производственной деятельности. Измерительная техника, схожих характеристик, объединяется в группы: портативные приборы и системы диагностики, стационарные системы мониторинга и диагностики, мобильные (переносные) многоканальные системы мониторинга и диагностики [2].

При современных темпах развития промышленности, с появлением новых видов оборудования и технологий, необходимость в системах вибрационного контроля и диагностики неуклонно растёт. Использование данных систем приводит к снижению

уровня опасности производства, уменьшению вероятности отказа ответственного и дорогостоящего оборудования, а так же к улучшению качества выпускаемой продукции.

### *Литература*

1. Системы вибрационного контроля и диагностики, [Электронный ресурс] Информационный сайт «Сумма Технологий». Режим доступа: <http://www.summatechnology.ru/solutions/sistemy-vibratsionnogo-kontrolya-i-diagnostiki/> - Дата доступа 10.06.2018.

2. Вибрационная диагностика, как элемент технического обслуживания оборудования [Электронный ресурс] Дата доступа 10.06.2018: <http://p3s.ru/upload/iblock/0d6/0d6d9b672f83ebaaf3c000f6c0dcbd36.pdf>

УДК 004.42

## **ИНФРАСТРУКТУРА ДЛЯ РАЗВЕРТЫВАНИЯ .NET ПРИЛОЖЕНИЙ В DOCKER-КОНТЕЙНЕРАХ И ИХ ОРКЕСТРАЦИИ**

магистрант Якимович П. С.

*Научный руководитель – к. ф.-м. н. Козадаев К. В.*

Белорусский государственный университет  
Минск, Беларусь

Сегодня на платформе .NET часто разрабатывают крупные веб-приложения, которые состоят из нескольких сервисов, а чаще из микросервисов, так как платформа .NET предоставляет много точек расширения и возможностей для построения масштабируемых приложений. Все эти сервисы должны разворачиваться отдельно и независимо, ведь работают они абсолютно автономно. Для этого используются Docker-контейнеры. Контейнеры отличаются от виртуальных машин тем, что разные контейнеры могут использовать одно ядро ОС, что делает контейнеризацию более легковесным способом изоляции приложений друг от друга [1]. Не должно быть никаких проблем при обновлении одного из контейнеров. Поэтому встает проблема изоляции этих контейнеров. Также появляется новая проблема: как управлять этими изолированными контейнерами. Автоматическое развертывание, координация и управление контейнерами называется оркестрацией [2].

Для решения этих проблем часто используются Docker-контейнеры и Kubernetes для оркестрации. При разработке больших приложений разными командами необходим иметь какой-то общий шаблон, который позволит быстро создать необходимую инфраструктуру для развертывания приложений в контейнере и их оркестрации.

На сегодня есть несколько средств для обеспечения шаблонами команд, разрабатывающих одно и то же приложение, но разные сервисы.

Например, существует приложение, разработанное компанией Microsoft, eShopOnContainers. Это приложение для интернет-магазина, построенное на микросервисной архитектуре с примерами файлов для конфигурации Kubernetes и Docker. Недостаток этого приложения в том, что оно решает определенные задачи. В этом приложении есть спорные решения, которые могут не подойти в качестве шаблонной инфраструктуры.

Также можно опираться на документацию используемых технологий. Docker и Kubernetes предлагают информативную документацию, которой будет достаточно для развертывания небольшого приложения в контейнере и управления им [1] [2]. Однако чаще всего мы сталкиваемся с более сложными ситуациями, чем описываемые в базовой документации.

Еще можно пользоваться решениями, предлагаемыми в каталоге Yeoman. Yeoman – это технология для выстраивания удобного и современного процесса разработки. Состоит она из трех компонентов:

- Yo — технология для быстрой установки основы приложения.
- Grunt — Javascript технология выстраивающая процесс сборки.
- Bower — менеджер зависимостей/пакетов клиентских Javascript библиотек.

Это неплохой вариант, однако существующие шаблоны предлагают гораздо больше, чем часто требуется для разработки микросервиса. Помимо инфраструктуры, шаблоны предлагают также и структуру проекта, что не всегда подходит разным командам.

Также для использования Yeoman нужно устанавливать на машину разработчиков дополнительные компоненты, необходимые для работы Yeoman.

В данной работе ставится задача разработки шаблонной инфраструктуры, которая предлагает конфигурационные файлы для Docker и Kubernetes, чтобы с их помощью можно было быстро и беспрепятственно развернуть свой сервис и управлять им в последствии.

Инфраструктуру можно применять для приложений с абсолютно разными задачами, так как она не ограничивает проект в своем функционале, не предлагает готовую структуру для проекта, а лишь предоставляет конфигурационные файлы для развертывания приложения в контейнере и оркестрации этих контейнеров.

Шаблонная инфраструктура включает в себя dockerfile, который используется для конфигурации Docker-контейнеров [1]. Он включает в себя информацию, нужную для подготовки образов, исходя из которых будет запускаться контейнер. Там содержится информация о портах, которые будет слушать сервис, о месте нахождения и копирования артефактов программы. Dockerfile содержит набор инструкций с аргументами. Каждая инструкция пишется заглавными буквами. Инструкции обрабатываются сверху вниз. Каждая инструкция добавляет новый слой в образ. Docker исполняет инструкции, следуя процессу.

Также инфраструктура включает в себя файл для конфигурации Kubernetes. Подключив веб-интерфейс для Kubernetes, мы сможем управлять контейнерами, останавливать их или запускать, проводить обновление контейнеров так, чтобы не останавливать целое приложение, а лишь один из контейнеров, обновлять его и снова запускать работать [2].

Всё это позволит разработчикам легко начинать работу над новыми сервисами, имея шаблон инфраструктуры, который, конечно, можно будет изменить и настроить под нужды конкретного приложения.

### *Литература*

1. Моут Э., Использование Docker / Эдриен Моут – ДМК Пресс, 2017. – 354 с.
2. Poulton N., The Kubernetes Book / Nigel Poulton – Independently Published, 2017 – 137 p.

УДК 621.382

### **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ОРЕБРЕНИЯ БЕЗОТХОДНЫМ ВИХРЕВЫМ РЕЗАНИЕМ**

аспирант кафедры «Технологическое оборудование» Ермалович В.И.

*Научный руководитель – к. т. н. Якимович А.М.*

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Известно, что эффективность работы теплообменных аппаратов зависит от способа интенсификации теплопередачи. Интенсификация путём оребрения трубчатых элементов - главный способ в достижении этого. Оребрение отвечает за увеличение передачи тепловой мощности в расчете на 1 м<sup>2</sup> неоребренной поверхности, передаваемой со стороны теплоносителя, имеющего наименьший коэффициент теплоотдачи. Кроме того, данный метод обеспечивает снижение металлоёмкости и габаритов по сравнению с гладкотрубными конструкциями элементов теплообменников с аналогичными характеристиками.

На рисунке 1 представлены варианты оребрения трубчатых элементов теплообменников.

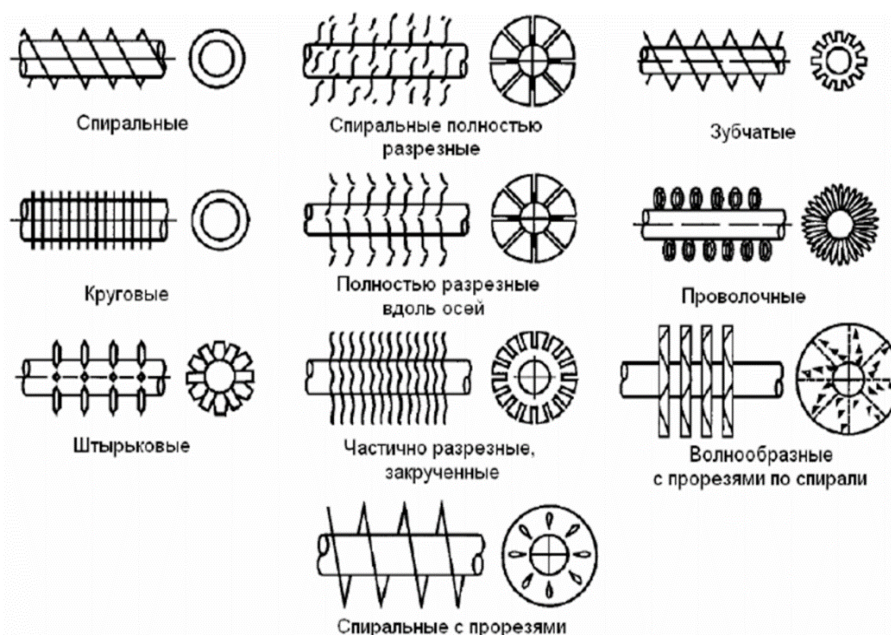


Рис 1. Варианты оребрения труб

Исследования эффективности теплопередачи [1] показывают, что условия теплообмена ребристой поверхности в значительной степени зависят от не только от формы рёбер, способа соединения рёбер с основой, так и от расположения их на поверхности, от направления потока рабочей среды. Возможность получения оребренных теплообменников при сплошном контакте рёбер с основой трубы с высокой термодинамической эффективностью теплопередачи и меньшей зависимостью от изменения направления потока рабочей среды может обеспечить способ, который заключается в предварительном нарезании на наружной поверхности трубчатой заготовки винтовых канавок, разделяющих поверхность на выступы, из которых при вращении трубы формируются рёбра. Основным путём реализации данного способа является метод резания-скальпирования [2-3].

Схема, поясняющая данный метод, представлена на рисунке 2.

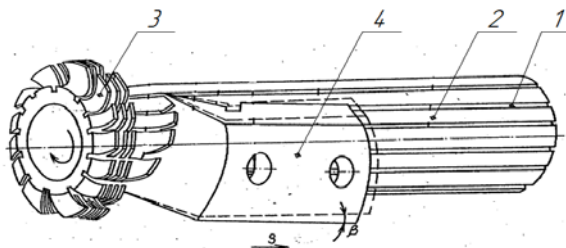


Рис 2. Принципиальная схема получения оребрения методом резания-скальпирования

Для создания оребренной поверхности по данному методу (рис.2) требуется предварительное получение на наружной поверхности трубчатой заготовки винтовых разделительных канавок 1, образующих выступы 2. В свою очередь ребра 3 формируются благодаря согласованной кинематике, которая предполагает поступательное перемещение специального резца 4 вдоль оси вращающейся трубы (заготовки).

Этот метод ведёт к созданию хаотичного расположения отдельных лепестков оребрения на поверхности и, как следствие, к увеличению турбулизации потока рабочей среды, взаимодействующей с ребристой поверхностью. В результате можно ожидать увеличение термодинамической эффективности теплопередачи теплообменника из таких труб.

Вышеописанный метод имеет существенный недостаток – обязательное наличие разделительных канавок. С целью расширения технологических возможностей получения оребрения резанием, а также обеспечения возможности управления относительным расположением рёбер на поверхности предложен новый метод – безотходное вихревое резание.

Схема реализации метода представлена на рисунке 3.

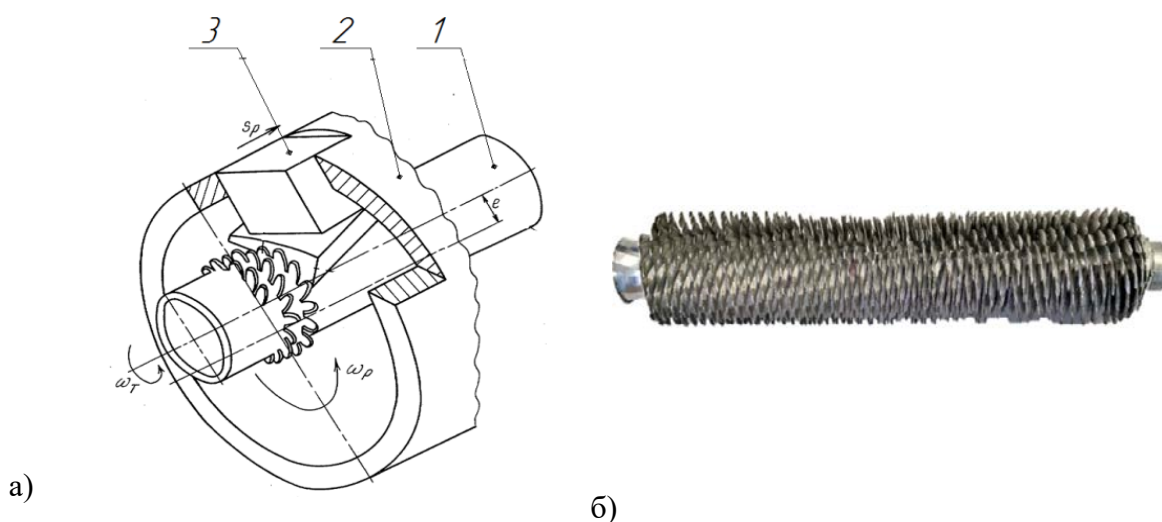


Рис 3. Способ получения оребрения методом безотходного вихревого резания:  
а – Принципиальная схема резания; б – Получаемый оребренный элемент

Данный метод базируется на принципе вихревого нарезания резьбы. Нарезание лепестков оребрения производится на токарном станке при одновременном вращении заготовки 1 и инструмента 3, установленного в специальном приспособлении (рис.3). Приспособление, представляющее собой вихревую головку 2 с приводом вращения, установленную на продольном суппорте с целью обеспечения возможности поступательного перемещения, связанного с вращением заготовки. В качестве инструмента используются специальные резцы с определенной геометрией. Инструмент установлен в полем шпинделе вихревой головки, охватывающем заготовку с некоторым эксцентриситетом относительно оси вращения заготовки [4].

Управление процессом формирования ребер обеспечивается изменением соотношения угловых скоростей детали и инструмента. Это устанавливается следующей зависимостью:

$$\omega_p = \omega_3 \left( z + \frac{1}{n} \right),$$

где  $\omega_p$  – угловая скорость инструмента;

$\omega_3$  – угловая скорость заготовки;



$z$  – необходимое целое число рёбер, формируемых на торце трубы, или число касаний инструмента с заготовкой за I оборот последней;

$n$  – число оборотов трубы за время формирования одного витка ребер, которое определяется по формуле:

$$n = \frac{\pi d \tan \omega}{S_0},$$

где  $d$  – диаметр расположения основания ребер;

$\omega$  – требуемый угол подъема винтового ряда ребер;

$S_0$  – осевой перемещение суппорта за один оборот заготовки

В свою очередь:  $P = nS_0$  – шаг винтового ряда ребер.

Для обеспечения расположения ребер прямолинейными рядами соотношение частот вращения выбирается по формуле:

$$\omega_p = \frac{\omega_3 z}{K},$$

где  $z$  – целое число

Для получения шахматного расположения рёбер, которое можно рассматривать как левое, так и как правое расположение рядов, соотношение частот вращения заготовки и инструмента выбирается следующим:

$$\omega_p = \frac{\omega_3(z + 0,5)}{K}.$$

Если отношение  $\frac{\omega_p}{\omega_3} < z + 0,5$ , то при вращении заготовки и инструмента получаются правые винтовые ряды рёбер, а при попутном – противоположного направления. В случае, когда  $\frac{\omega_p}{\omega_3} > z + 0,5$  при встречном вращении образуются винтовые ряды левого направления, а при попутном – правого.

Оребренная поверхность с шахматным расположением ребер, а также составленная из винтовых рядов ребер с различным наклоном и направлением винтовой линии позволяет существенно увеличить турбулизацию потока рабочей среды, взаимодействующей с ней, и повысить коэффициент теплопередачи.

Резюмируя, можно сказать, что для реализации метода безотходного вихревого резания при периодическом касании резца с трубой должны быть выдержаны следующие условия:

- Наличие специального приспособления с одним или несколькими резцами;
- Эксцентриситет оси шпинделя относительно оси заготовки;
- Согласованной кинематики: вращение заготовки + вращение и поступательное перемещение инструмента.

Соблюдая данные условия, предложенный способ позволяет на токарном станке без предварительного получения разделительных канавок получать на гладкой цилиндрической поверхности ребристую поверхность из отдельных лепестков, группируемых вдоль оси трубы прямолинейными или винтовыми рядами, а также формировать из них сплошную винтовую спираль одно- или многозаходную. При этом управление параметрами оребренной поверхности достигается за счёт изменения соотношения угловых скоростей вращения заготовки и инструмента.

### *Литература*

1. Путилин В.Ю. Оценка эффективности теплоотдачи оребренных труб, изготовленных методом деформирующего резания/ В.Ю. Путилин// Вестник

Международной академии холода. – г. Электросталь (Московская область), 2003. – с 31-33.

2. Якимович А.М. Получение круглых оребренных элементов теплообменников методом резания-скальпирования: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук; Белорусский политехнический институт, 1990 г.

3. А. с. 1662766 СССР, В 23 В 27/00. Инструмент для получения ребристых трубчатых радиаторов/И.И. Дьяков, А.И. Кочергин, А.М. Якимович (СССР). – 4084466/08; заявлено 03.07.86; опубл. 15.07.91, Бюл. №26 – С. 3.

4. А. с. 1761428 СССР, В 23 В 15/26. Способ получения заготовок трубчатых радиаторов/И.И. Дьяков, Е.В. Левицкий, А.М. Якимович (СССР). – 4133370/27; заявлено 27.08.86; опубл. 15.09.92, Бюл. №34 – С. 6.

УДК 621.382

## **НАНОМАНИПУЛЯТОР: МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ SOLIDWORKS**

студент гр. 10309115 Дубовик А.В.

*Научный руководитель - к.т.н., доцент Гулай А. В.*

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

Наноманипуляторами называются устройства, предназначенные для позиционирования и манипулирования нанообъектами - наночастицами, молекулами и отдельными атомами. Устройство относится к области наномеханики и микросистемной техники и может найти применение в области радиоэлектроники, машиностроения, биотехнологии, электронной микроскопии, медицины. Для исследования объектов, изготовленных из наноматериалов, используется ряд методов:

- электрохимический метод; при использовании такого метода не достигается необходимая точность;
- метод фотолитографии; достигается достаточно высокая точность, но невозможно преобразование наноразмерных конструкционных материалов;
- метод атомно-силовой микроскопии; достигается высокое пространственное разрешение, обеспечивается получение 3D-изображений поверхностных ультраструктур с молекулярным разрешением в режиме реального времени.

Примером могут служить наноманипуляторы на основе сканирующих зондовых микроскопов, которые позволяют перемещать любые нанообъекты вплоть до атомов.

Наноманипулятор состоит из оптического сканирующего устройства, компьютерного интерфейса и физического манипулятора (рис.1). Сканирующее устройство, известное как сканирующий зондовый микроскоп (СЗМ), может увеличивать изображения примерно до 1 000 000 раз. Компьютерный интерфейс обеспечивает трехмерный визуальный дисплей и создает эффект телеприсутствия. Манипулятор обеспечивает управление силой и движением, включает тактильные датчики и устройства обратной связи.

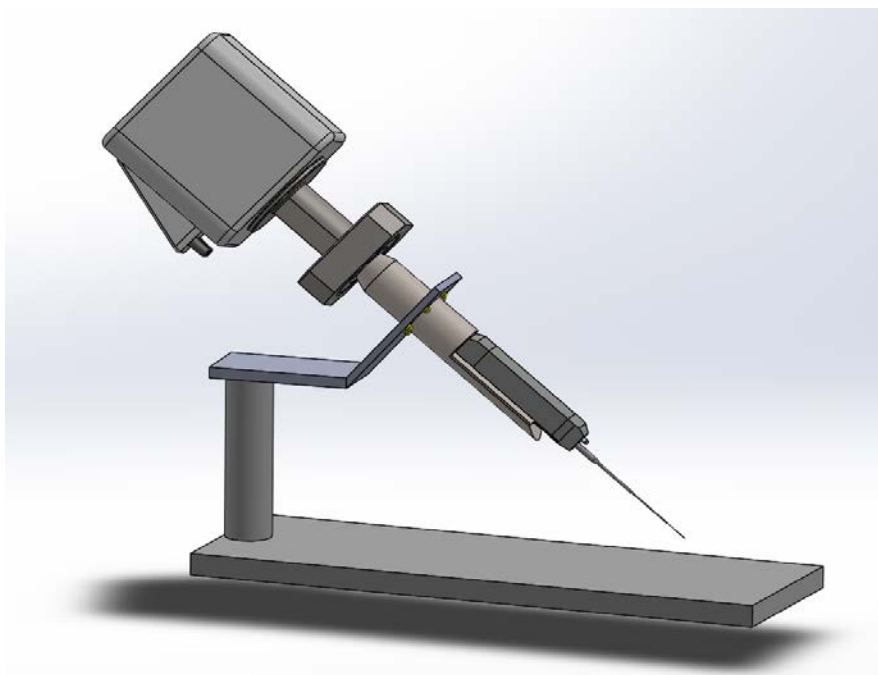


Рис. 1. Трехмерная модель наноманипулятора в программном пакете SolidWorks

Наиболее сложным элементом в наноманипуляторе является нанопинцет (рис.2). В настоящее время созданы прототипы нескольких вариантов нанопинцета. В одном случае использовались две углеродные нанотрубки диаметром 50 нм, расположенные параллельно на сторонах стеклянного волокна диаметром около 2 мкм. При подаче на них напряжения нанотрубки могли расходиться и сближаться, имитируя функции пинцета.

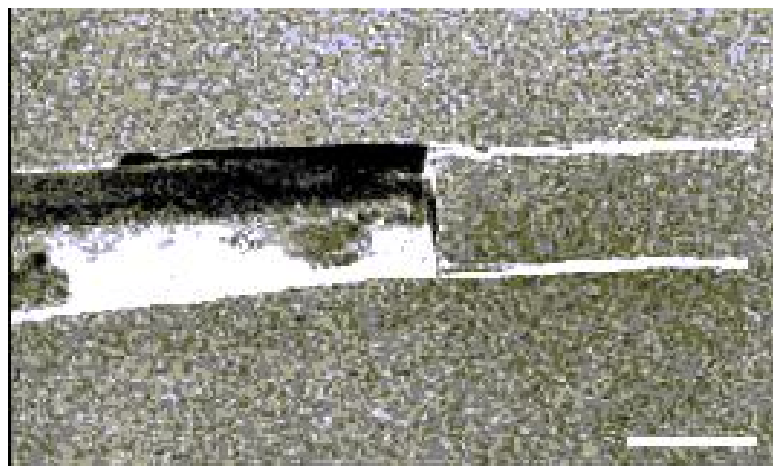


Рис. 2. Нанопинцет на основе углеродных трубок

Известно также использование молекул ДНК, меняющих свою геометрию при конформационном переходе или разрыве связей между нуклеотидными основаниями на параллельных ветвях молекулы. Данный нанопинцет в основном используется в области медицины.

Моделирование нанопинцета осуществлялось в программном пакете SolidWorks. Исследовались механические напряжения, результирующее перемещение и эквивалентная деформация углеродных нанотрубок при подаче на них электрического напряжения. Результаты моделирования указанных параметров представлены на рис.3-5.

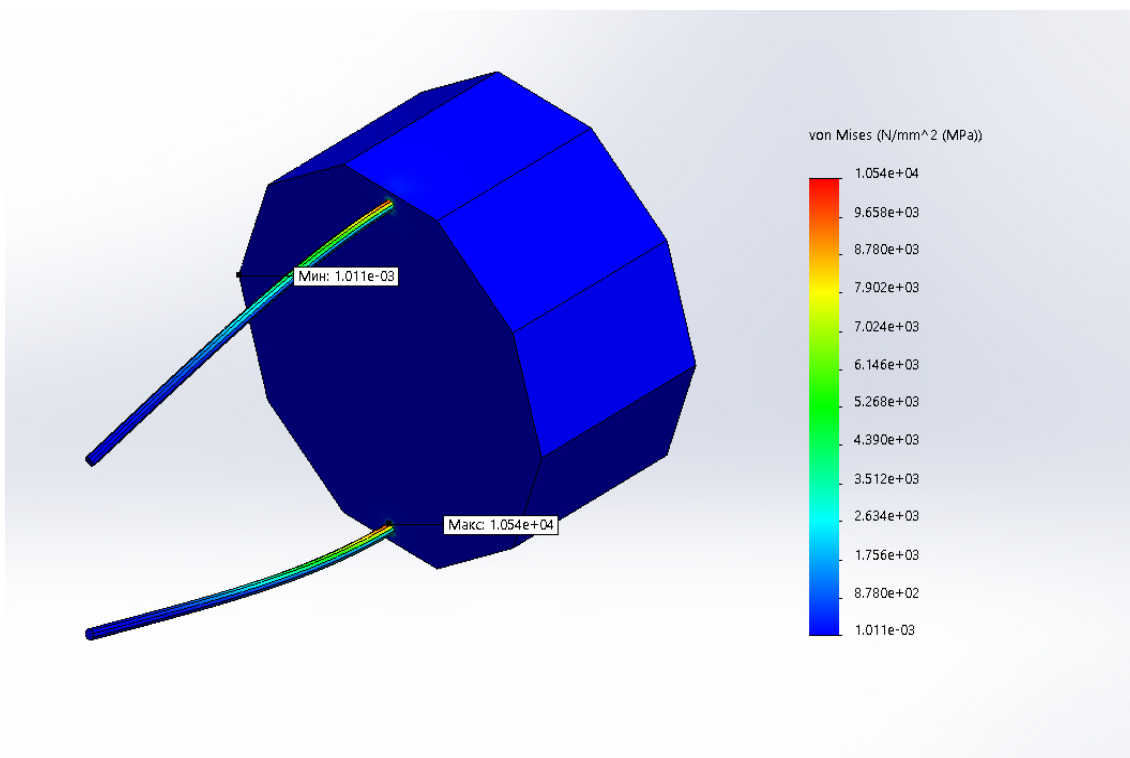


Рис. 3. Механические напряжения в конструкции нанопинцета при подаче электрического напряжения

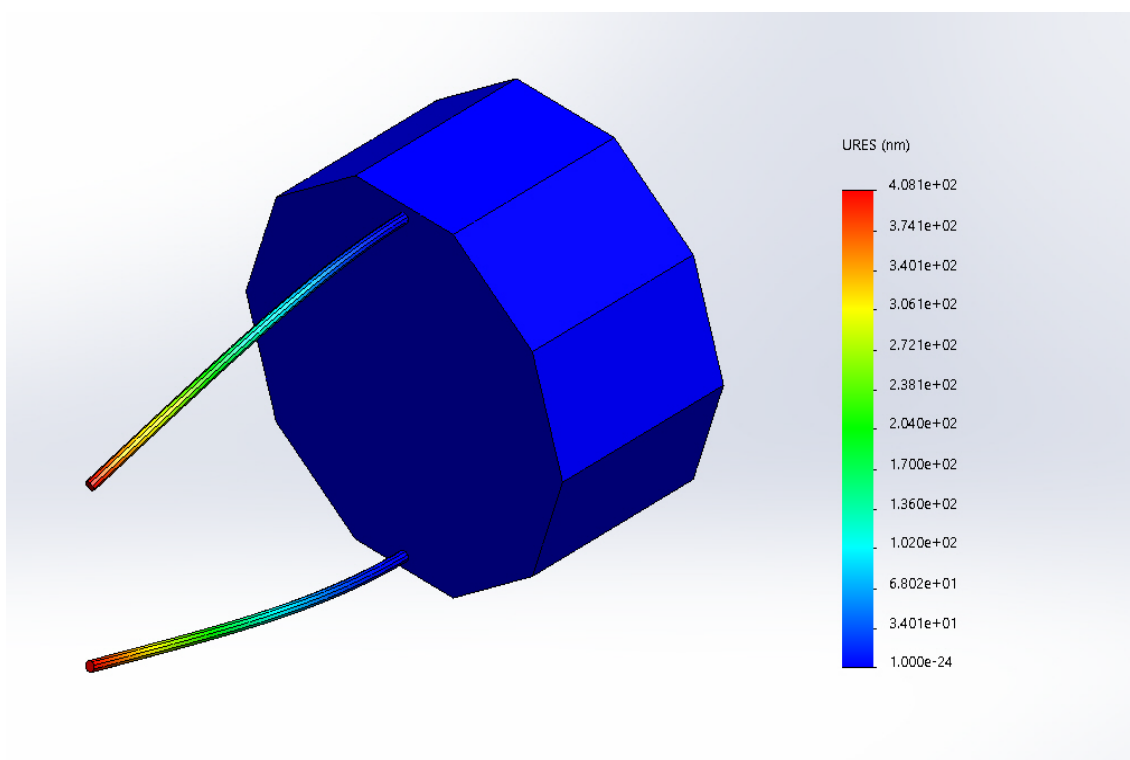


Рис. 4. Результирующее перемещение элементов нанопинцета на основе углеродных нанотрубок

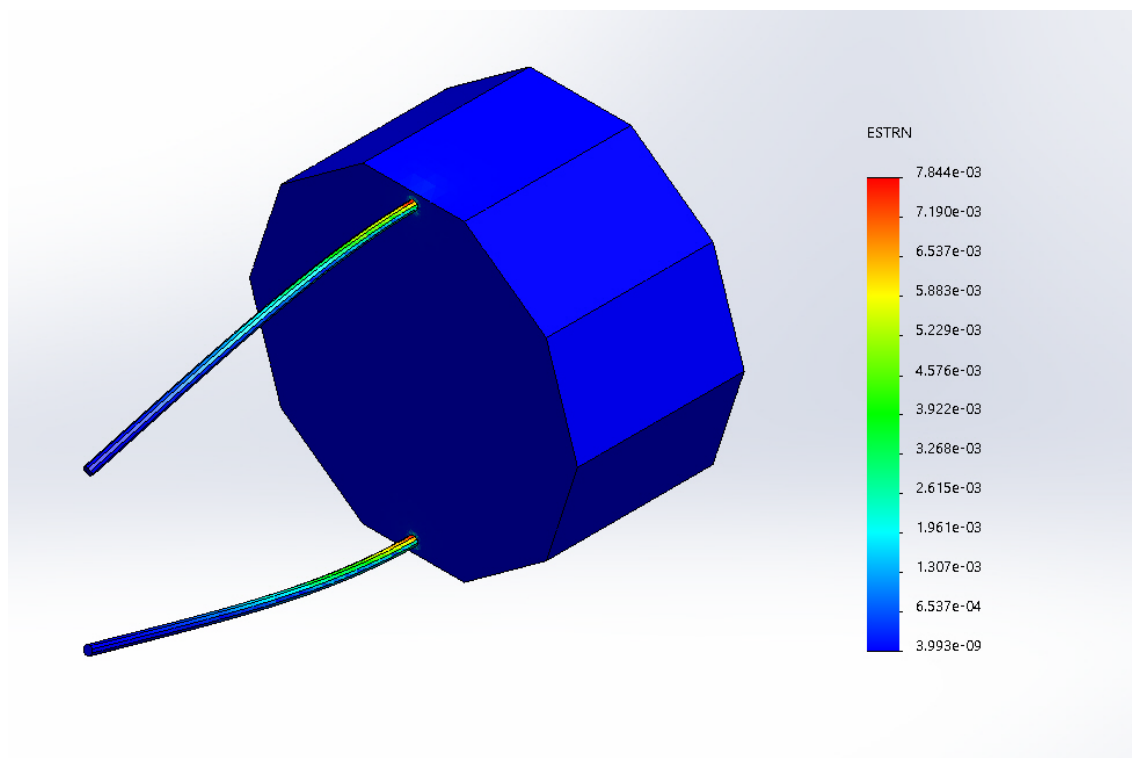


Рис. 5. Моделирование эквивалентной деформации элементов нанопинцета

В настоящее время разработки в области нанотехнологий ведутся по всему миру практически во всех отраслях промышленности. Это подтверждает актуальность проблемы создания наноманипуляторов в сочетании с визуализацией в реальном времени, имеющих более высокое разрешение по сравнению со стандартными манипуляторами.

### *Литература*

1. N. Taniguchi, "On the Basic Concept of 'Nano-Technology'", Proc. Intl. Conf. Prod. Eng. Tokyo, Part II, 1974, Japan Society of Precision Engineering.
2. C.D Howe. Nanotechnology: Slow Revolution. Forrester Research Corporation, August 2002, Cambridge, Maryland, USA.
3. 王作斌刘兰娇董莉彤翁占坤宋正勋范思哲, Nano-manipulation system and method for three-point probe robot // Патент КНР.

УДК 681.32.5

## **ПРИЛОЖЕНИЕ ПО СОЗДАНИЮ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА**

студент гр. 10306119 Шункевич Е.А.

*Научный руководитель - к.т.н., доцент Гулай А. В.*

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

### **Введение**

В данной научной работе рассматриваются проблемы проектирования и создания распределенных информационно-управляющих систем (ИУС), которые осуществляют сбор, обработку и хранение потоковых данных, взаимодействуют с реальной средой посредством территориально распределенных датчиков и исполнительных механизмов.

Современные программно-аппаратные средства автоматизации не позволяют организовать гибкое распределение вычислительных ресурсов между подзадачами и при этом обеспечивать живучесть и надежность создаваемого технического обеспечения ИУС. Предлагается агентно-ориентированная программная архитектура систем обработки потоковых данных, которая позволяет обеспечить гибкость и живучесть программного обеспечения распределенных ИУС.

Эффективная организация взаимодействия между разработчиками различных подсистем обеспечивает снижение ресурсозатрат на создание и эксплуатацию системы. Наиболее известным программным решением для распределенных программных систем является использование трехзвенных программных архитектур «клиент-сервер» и создание дополнительного слоя программного обеспечения - промежуточного слоя, который позволяет сократить затраты на проектирование и разработку программных модулей обработки, хранения данных, а также их интеграцию. Применительно к распределенным системам управления применимость такого подхода осложняется спецификой требований, предъявляемых к техническому обеспечению ИУС: требования по безопасности, надежности и помехозащищенности оборудования, сетей связи, а также протоколов передачи данных между узлами ввода-вывода и обработки потоковых данных.

### Постановка задачи

Задачу обработки потоковых данных можно представить в виде совокупности множества атрибутов и множества процедур их преобразования. Пусть задано множество атрибутов  $V$ , значения которых необходимо поддерживать актуальными. Подзадачи обработки данных в этом случае можно определить множеством операций  $F$  по вычислению актуальных значений одной совокупности атрибутов с использованием значений другой совокупности атрибутов.

Каждая такая операция может быть представлена кортежем:

$$f \in F; \quad f = \langle V_G^f, V_D^f \rangle$$

где  $V_G^f, V_D^f \subseteq V$ ;  $V_G^f \cap V_D^f = \emptyset$  – множество входных и выходных атрибутов для данной операции.

Поток данных между двумя операциями можно представить следующим кортежем:  $c \in C$ ;  $c = \langle f_S^c, V_R^c \rangle$ .

Модель обработки потоковых данных может быть представлена в виде ориентированного биграфа (рис. 1):

$$G = \langle N, A \rangle$$

где:  $N = V \cup F$  – множество вершин графа; им соответствует объединение множеств атрибутов и процедур;  $A \subseteq V * F$  множество упорядоченных пар вершин.

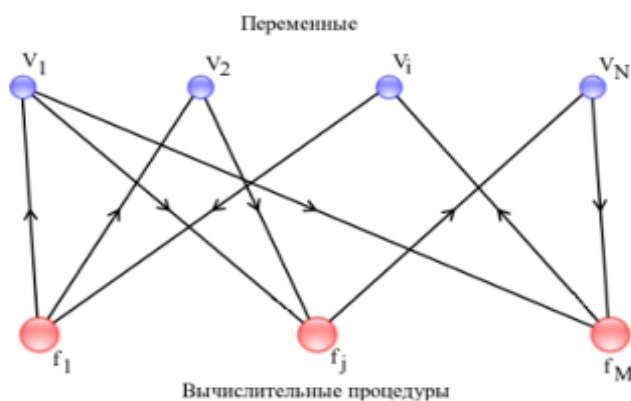


Рис. 1. Представление задачи обработки данных в виде двудольного орграфа операций и атрибутов

## Решение

Вершины типа  $f$ , в которые не входит ни одной дуги, соответствуют операциям, которые можно представить источниками потоковых данных. Они соответствуют процедурам взаимодействия с оператором опроса или оператором опроса датчиков. Аналогично, операцию отображения или сохранения потоковых данных можно считать приемником данных. Им соответствуют те вершины  $f$  графа, из которых не исходит ни одной дуги.

Подобное представление обуславливает специфическую структуру программных компонент; реализующих задачу обработки потоковых данных, и позволяет поставить задачу создания агентно-ориентированной программной архитектуры. Необходимо разработать структуру программных компонентов и модель взаимодействия между ними, которые бы позволяли создавать агентные программные системы распределенной обработки потоковых данных, обеспечивать их гибкость, масштабируемость и живучесть, а также ставить и решать задачу распределения ресурсов гетерогенных вычислительных сетей.

При исследовании функциональной живучести программных систем особенности топологии межкомпонентных связей учитываются опосредовано. Предполагается, что в программных системах обеспечивается необходимая связность работоспособных компонентов. С точки зрения живучести программная система характеризуется следующими параметрами:

целью функционирования;

множеством задач  $Q = \{q_1, q_1, \dots, q_m\}$ , решение которых обеспечивает ее достижение;

множеством компонент  $S = \{s_1, s_1, \dots, s_p\}$ , являющихся составными частями системы.

Принципиальное отличие понятия отказоустойчивости от живучести, применительно к программным системам, показанных на рис.2. На графиках показана зависимость условного количества решаемых задач (ось ординат) от условного времени жизненного цикла системы (ось абсцисс).

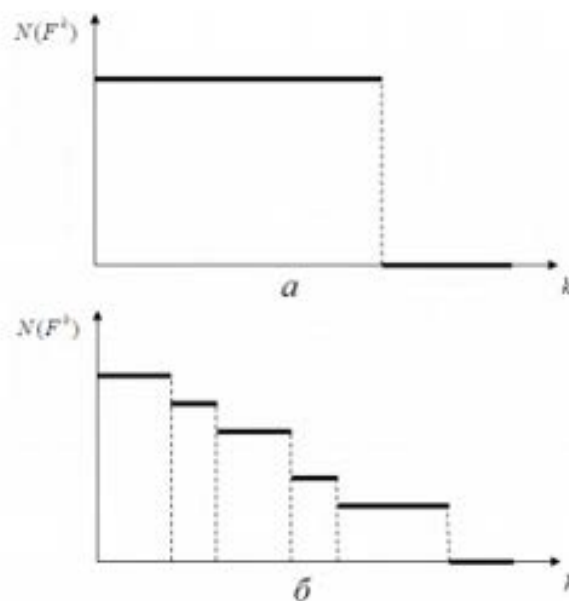


Рис. 2. Зависимость количества решаемых задач от времени функционирования системы в условиях обеспечения: а) отказоустойчивости; б) живучести системы

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Приложение по определению злокачественности родинок</b> Ушенко Д.А., Кравченко И.В. <i>Научный руководитель - Баркалин В.В.</i> .....	3
<b>Электрофизические свойства тонких пленок ZnO с легирующими добавками для сенсорных структур</b> Бурнов А.С., Наумов Я. В. <i>Научные руководители - Шевченко А.А., Босак Н.А.</i> .....	5
<b>Оптические свойства тонких пленок ZnO с легирующими добавками РЗЭ</b> Наумов Я.В. <i>Научный руководитель - Шевченко А.А.</i> .....	7
<b>Цифровые измерительные модули для сенсорных систем мониторинга среды и объектов</b> Сушко В. А. <i>Научный руководитель - Здоровцев С.В.</i> .....	8
<b>Синтез, структура и магнитные свойства FeCo нанотрубок</b> Марцынкевич С. В. <i>Научный руководитель - Канюков Е.Ю.</i> .....	10
<b>Разработка специализированной операционной среды для вычислительных средств системы компрессии речевой информации при передаче по проводным каналам и радиоканалам связи УКВ – диапазона</b> Малый С.А. <i>Научный руководитель - Зайцев В.М.</i> .....	16
<b>Стеганографическое встраивание служебной информации в картографические изображения земельных угодий</b> Борохова Ю. В. <i>Научный руководитель - Садов В. С.</i> .....	18
<b>Интеллектуальная система регулирования городского дорожно-транспортного движения</b> Трегубович П.А. <i>Научный руководитель - Зайцев В.М.</i> .....	21
<b>Роботизированный манипулятор с интеллектуальной подсистемой контроля и управления</b> Кожемякин В.П., Казак А.Ф. <i>Научный руководитель - Гулай В.А.</i> .....	23
<b>Интеллектуальная система для создания 3D структур с использованием лазерного излучения</b> Корчевский Е.В. <i>Научный руководитель - Гулай В.А.</i> .....	24
<b>JPEG-компрессия данных видео сенсоров</b> Забелло К.В. <i>Научный руководитель - Ролич О.Ч.</i> .....	26
<b>Корреляционный анализ векторных изображений</b> Кастюкевич Д.В. <i>Научный руководитель - Ролич О. Ч.</i> .....	29
<b>Применение телеметрического MQTT-протокола в машиностроительной отрасли</b> Пархомчук К.Ю., Борисенко В.В. <i>Научный руководитель - Ролич О.Ч.</i> .....	32



<b>Передача видеоданных посредством Ethernet</b>	
Стальченко Д.А.	
<i>Научный руководитель - Ролич О. Ч. ....</i>	34
<b>Исследование протокола МЭК-104 обмена данными в телеметрических системах</b>	
Стаховская В.В.	
<i>Научный руководитель - Ролич О. Ч. ....</i>	37
<b>Реализация алгоритма QR-декодирования в сенсорных видео системах</b>	
Лебедьков Ю.В.	
<i>Научный руководитель - Ролич О. Ч. ....</i>	39
<b>Моделирование источника бесперебойного электропитания</b>	
Ибрагим А.К.	
<i>Научный руководитель - Гулай А.В. ....</i>	42
<b>Ограничения алгоритмов детектирования и описания локальных признаков объектов в условиях плохой видимости</b>	
Лобач А.С.	
<i>Научный руководитель - Головатая Е.А. ....</i>	49
<b>Разработка веб-приложения для управления бизнес процессами с использованием SAP UI 5</b>	
Ясницкий С.В.	
<i>Научный руководитель - Садов В.С. ....</i>	51
<b>Алгоритм распознавания микродвижений лицевых мышц на изображении лица</b>	
Патуткин Е.П.	
<i>Научный руководитель - Садов В.С. ....</i>	52
<b>Алгоритмы оценки эмоционального состояния человека по его жестам</b>	
Якушев И.Ю.	
<i>Научный руководитель - Садов В.С. ....</i>	54
<b>Сжатие изображений на основе сверточного автоэнкодера</b>	
Щасный К.А.	
<i>Научный руководитель - Головатая Е.А. ....</i>	56
<b>Децентрализованный реестр резюме на базе технологии блокчейн</b>	
Баслак О.В.,	
<i>Научный руководитель - Чернявский А.Ф. ....</i>	57
<b>Применение технологии «Blockchain» для организации нотариальной деятельности</b>	
Лобач В.О.	
<i>Научный руководитель - Козадаев К.В. ....</i>	60
<b>Q-преобразование для обработки полифонической музыки</b>	
Огородникова Е. В.	
<i>Научный руководитель - Козлова Е.И. ....</i>	63
<b>Разработка мультимедийного портала с помощью Wordpress</b>	
Романьков А.П.	
<i>Научный руководитель - Козадаев К.В. ....</i>	64
<b>Физический генератор случайных чисел для формирования криптографических ключей на базе фотоматрицы</b>	
Бурый А. В.	
<i>Научный руководитель - Гулай А. В. ....</i>	66
<b>Системы вибрационного контроля и диагностики</b>	
Куличик О.А.	
<i>Научный руководитель - Гулай А. В. ....</i>	68

<b>Инфраструктура для развертывания .NET приложений в Docker-контейнерах и их оркестрации</b>	
Якимович П. С.	
<i>Научный руководитель - Козадаев К. В. ....</i>	69
<b>Способ получения оребрения безотходным вихревым резанием</b>	
Ермалович В.И.	
<i>Научный руководитель - Якимович А.М. ....</i>	70
<b>Наноманипулятор: моделирование в программной среде SolidWorks</b>	
Дубовик А.В.	
<i>Научный руководитель - Гулай А. В. ....</i>	74
<b>Приложение по созданию распределенных систем на базе ориентированного подхода</b>	
Шункевич Е.А.	
<i>Научный руководитель - Гулай А. В. ....</i>	77