УДК 629.01

ОБНАРУЖЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО – ВРЕМЕННОГО ШУМОПОДОБНОГО СИГНАЛА В ПАРАМЕТРИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛЁННОЙ ПОМЕХОВОЙ ОБСТАНОВКЕ

*А.Д. Абрамов, к.т.н., с.н.с.; Т.И. Москаленко, аспирант;*

*А.Д. Собколов, аспирант; С.В. Старокожев, студент каф. 501*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

В комплексе проблем по обеспечению рационального построения и эффективного функционирования многоканальных пассивных радиотехнических систем (включая астрономические) особое место занимают вопросы связанные с разработкой устойчивых алгоритмов обнаружения пространственно – временных шумоподобных сигналов, наблюдаемых на фоне параметрически неопределённой гауссовской помехи.

Известные тести обнаружения, отвечающие критерию Неймана – Пирсона, теряют свою практическую значимость если статистика аддитивных гауссовских помех параметрически неопределённа.

В материалах доклада изложено решение задачи обнаружения шумоподобного пространственно-временного сигнала, наблюдаемого на фоне параметрычески неорпеделенной гаусовской помехи. Базовой основой которого служит критерий отношения правдоподобия.

Синтезировано правило проверки гипотез, которое использует хорошо разработанные вычислительные процедуры и табулированную статистику, позволяет управлять величиной вероятности ошибки первого рода

УДК 621.396

НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ФОКУСИРОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

НА БАЗЕ КУМУЛЯНТОВ

*А.И. Бей, инженер*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.* *Жуковского «ХАИ»*

Использование радиолокационных станций бокового обзора земной поверхности с синтезированием апертуры (РСА) в различных областях народного хозяйства тесно связано с требованиями к их пространственному разрешению, то есть к качеству радиолокационного изображения (РЛИ). Существующие погрешности измерения траектории движения фазового центра антенны приводят к искажению этой информации.

В операторной форме модель РЛИ при наличии шумов  и полном отсутствии данных об искажающем операторе  представим следующим образом.



Задача восстановления состоит в том, чтобы по наблюдаемому РЛИ  найти более полные параметры искомого объекта  при полном отсутствии данных об операторе  и законе распределения шумов .

Проведенный анализ различных существующих линейных и нелинейных методов восстановления позволяет сформулировать единый подход к решению задачи на основе некоторой квадратичной меры качества и ряда ограничений. Для получения качественного восстановления требуется алгоритм, который позволяет расширить полосу пространственных частот и должен одинаково хорошо восстанавливать различные классы изображений. Решить отмеченную проблему и устранить некорректность обратной задачи возможно, введением ряда физически обоснованных ограничений на область допустимых значений решения.

В работе предлагается решение задачи свести к оптимизации некоторой целевой функции, которая отражает меру статистической независимости (негауссовости) искомых компонент оператора  и объекта . Простейший критерий негауссовости случайных величин выражается через кумулянты высоких порядков.

Оценки предлагаемого алгоритма имеют меньшую ошибку восстановления в отличии оценок оптимальной фильтрации и обладают сверхразрешающими свойствами. Основные результаты работы обеспечивают повышение основных показателей качества, что возможно использовать при вычислении фокусирующей функции в действующих алгоритмах работы процессора РСА и других радиотехнических, радионавигационных системах.

УДК 621.376.43

КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА ФАЗОВОЙ   
АВТОПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ

*М.А. Вонсович, аспирант*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.* *Жуковского «ХАИ»*

Рассмотрим систему фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) известную как ФАПЧ-1 (рис.1) с реальными элементами фазового детектора (ФД) и фильтра нижних частот (ФНЧ) при . Тогда схема из [1] преобразуется в астатическую ФАПЧ с астатизмом 1-го порядка (ФАПЧ-1) без блока принудительной перестройки (рис.1).

|  |
| --- |
| ka2.tif |
| Рис.1. |

Здесь: УЭ – управляемый элемент, УГ – управляемый генератор.

Основное дифференциальное уравнение астатической системы ФАПЧ 1-го порядка с интегрирующим ФНЧ1  может быть записано в виде , где  – полоса удержания ФАПЧ-1; ; – коэффициент передачи ФНЧ1, который полностью совпадает с уравнением (3).

Динамическая погрешность при и линейном изменении фазы  будет равна , а при квадратичном законе изменения фазы  наступает срыв слежения.

Время установления переходного процесса

, (2)

где  – эффективная шумовая полоса;  – относительная начальная расстройка.

Относительная полоса захвата определяется выражением

, (3)

где  – постоянная времени ФНЧ1; , R,C – параметры интегрирующего фильтра нижних частот.

Флуктуационная погрешность  при наличии шума  будет равна:

. (4)

Флуктуационная погрешность  при наличии шума  будет равна:

. (5)

Из сравнительного анализа показателей качества работы комбинированной ФАПЧ на синхронизированном генераторе с принудительной перестройкой частоты и ФАПЧ-1 с интегрирующим фильтром можно сделать заключение о том, что по быстродействию и динамическим погрешностям комбинированная ФАПЧ на синхронизированном генераторе (СГ) существенно превосходит ФАПЧ-1. То же самое заключение можно сделать и относительно таких параметров, как полоса захвата и полоса удержания. Погрешности фазовых флуктуаций  в рассмотренных системах ФАПЧ примерно одинаковы.

Что касается флуктуационных погрешностей по круговой частоте  ФАПЧ на СГ то при  рад и  рад

рад2

или по частоте : Гц2, .

Для ФАПЧ-1  при  и , т.е. примерно одинаковы. По уходу фазы за счет технических нестабильностей элементов, входящих в конкретную схему СГ проигрыш может составить величину  по сравнению со схемой ФАПЧ-1 [24] порядка  при строго постоянной частоте синхронизации .

1. Печенин, В.В. Регулирование уровня сигнала синхронизации управляемого генератора следящего доплеровского фильтра [Текст] / В.В. Печенин, К.А. Щербина, О.В. Войтенко // Физические основы приборостроения. – 2014. – Т.3, №1. – С. 84-91.

УДК 621.396.96

СИНТЕЗ АЛГОРИТМА ОПТИМАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ  
ПРОСТРАНСТВЕННО-РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ  
И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОВЕРХНОСТИ  
В РАДИОЛОКАТОРАХ С СИНТЕЗИРОВАННОЙ АПЕРТУРОЙ

*С.С. Жила, к.т.н., докторант; М.О. Антонов, студент каф. 501;   
А.А. Халеев, студент каф. 501*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.* *Жуковского «ХАИ»*

**Введение.** Радиолокаторы с синтезированной апертурой антенны (РСА) − ключевая составляющая современного авиационно-космического оборудования самолетов и искусственных спутников Земли. Они формируют радиолокационные изображения поверхности с высоким пространственным разрешением в любых погодных условиях и не зависимо от времени суток. Алгоритмы обработки сигналов в таких системах и особенности их технической реализации исследованы во многих работах украинских [1-3] и зарубежных [4-6] ученых. Основное внимание в этих работах уделено решению задач восстановления эффективного сечения рассеяния среды и модуля коэффициента отражения поверхности. В меньшей мере в них анализируются алгоритмы оценок электродинамических параметров и статистических характеристик исследуемых поверхностей, что представляет интерес при решении задач дистанционного зондирования.

В работе решена задача синтеза метода оптимального оценивания пространственно-распределенных электрофизических и геометрических параметров поверхностей в радиотехнических системах с линейными антенными решетками аэрокосмического базирования. Показаны особенности использования априорных данных о параметрах электродинамических моделей исследуемых сред в когерентной обработке сигналов, согласно предложенному методу.

**Геометрия задачи и модель полезного сигнала.** Предположим, что на борту летательного аппарата (ЛА) находится линейная антенная решетка, рис. 1. Вся плоскость антенны  расположена в системе координат . Излученный сигнал достигает исследуемой поверхности  с координатами , отражается от нее и принимается каждым элементом антенны с координатами :

 (1)

где  − угловое направление -го максимума диаграммы направленности антенны,  − комплексная огибающая зондирующего сигнала, задержанная во времени на величину ,  − дальность до элементарной площадки  под углом ,  − скорость света,  − несущая частота сигнала,  − скорость движения ЛА,  − угол между направлением излучения (приема) и ,  − момент начала измерений,  − амплитудно-фазовое распределение антенны,  − длина волны.

|  |
| --- |
| D:\Doktorantura\SAR\Многовзглядовые РСА\IKTM'2016\Geometry_wide_3.jpg  Рисунок 1 − Геометрия задачи |

**Постановка задачи.** По принятому сигналу  антенной решеткой , наблюдаемого на фоне аддитивных гауссовских шумов , необходимо дать оптимальную оценку электрофизических и геометрических параметров

подстилающей поверхности .

В качестве уравнения наблюдения примем аддитивную смесь отраженного полезного сигнала и дельта коррелированного шума:

, (2)

где  − полезный сигнал с выхода антенной решетки,  − удельный комплексный коэффициент рассеяния достаточно малого элемента площади  [2],  − белый шум с корреляционной функцией . В общем случае закон изменения  во времени и количество сформированных лучей в уравнении наблюдения (2) не конкретизируется.

**Решение** **оптимизационной задачи.** Получим оптимальный алгоритм оценки параметров подстилающей поверхности методом максимального правдоподобия. Запишем функционал правдоподобия следующим образом [2]

 (3)

где  − коэффициент не зависящий от вектора искомых параметров .

Оценки  находим из решения системы уравнений правдоподобия

, (4)

где  − натуральный логарифм,  − вариационная производная,  − знак оценки,  − истинное значение оцениваемой функции.

В результат дифференцирования (4) получаем оптимальный алгоритм оценки пространственно-распределенных электрофизических и геометрических параметров поверхностей в движущихся антенных решетках

**** (5)

 − вариационная производная по оцениваемой функции.

**Потенциальная точность оценивания.** Нижняя граница несмещенной оценки параметров , удовлетворяющую неравенству Крамера-Рао, иммет вид

 (6)

где  − нормированная функция неопределенности системы,  − соотношение сигнал-шум,  − максимум функции неопределенности.

**Выводы.** Синтезирован оптимальный, по критерию максимума правдоподобия, метод оценки пространственно-распределенных электрофизических и геометрических параметров поверхностей в движущихся антенных решетках, учитывающий априорные данные о параметрах электродинамических моделей исследуемых сред. Получено аналитическое выражение нижней границы несмещенной оценки исследуемых параметров.

1. Фалькович, С. Е. Оптимальный прием пространственно-временных сигналов в радиоканалах с рассеянием / С. Е. Фалькович, В. И. Пономарев, Ю. В. Шкварко. – М. : Радио и связь, 1989. – 296 с.

2. Волосюк, В. К. Статистическая теория радиотехнических систем дистанционного зондирования и радиолокации : монография / В. К. Волосюк, В. Ф. Кравченко ; под ред. В. Ф. Кравченко. – М. : Физматлит, 2008. – 704 с.

3. Верба, В.С. Радиолокационные системы землеобзора космического базирования / Под ред. В. С. Вербы . – М.: Радиотехника, 2010. – 680 с.

4. M. A. Richards: Fundamentals of Radar Signal Processing, McGraw-Hill, 2005.

5. L. J. Cantafio, Space-Based Radar Handbook. Boston, MA: Artech House, 1989, pp. 127-132.

6. A. Currie and M. A. Brown, “Wide-swath SAR,” in Proc. Inst. Elect. Eng. F., vol. 139, no. 2, pp. 122-135, Apr. 1992.

УДК 621.391

МАКСИМАЛЬНО-ПРАВДОПОДОБНЫЙ АЛГОРИТМ ОЦЕНКА ЧИСЛА ПРОСТРАНСТВЕННО- ВРЕМЕННЫХ СИГНАЛОВ ПРИ МНОГОКАНАЛЬНОМ ПРИЁМЕ

*А.Д. Абрамов, к.т.н, с.н.с.; Т.И. Москаленко, аспирант;*

*В.Х. Нгуен, студент каф. 501*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.* *Жуковского «ХАИ»*

В комплексе проблем по обеспечению радионального построения и эфективного функционирования многоканальнфых радиотехнических систем особое место занимают вопросы, связанные с разработкой устойчивых алгоритмов оценки числа пространственно-временных сигналов, наблюдаемых на фоне параметрически неопределённой гауссовской помехи.

Известные тесты оценивания числа ортогональных сигналов, эффективность которых в технической литературе оценивают полной вероятностью ошибок, теряют свою практическую значимость, если статистика аддивных помех параметрически неопределена.

В докладе решение задачи оценивания числа пространственно-временных сигналов с неизвестными параметрами, проведено на основе использования модифицированного критерия, что позволило синтезировать удобный в вычислительном отношении тест определения числа сигналов, который использует табулированную статистику и сохраняет свою эфективность в параметрически непределённой помеховой обстановке.

Приведены результаты аттестации синтезировааной процедуры оценивания в условиях многоканального приёма, полученные на уровне цифрового статистического моделирования, которые подтверждают выводы теорических исследований.

УДК 621.396.96

СИНТЕЗ СИСТЕМЫ ФАЗОВОЙ АВТОПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ С КОМБИНИРОВАННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ПОДСТРАИВАЕМОГО  
 ГЕНЕРАТОРА

*В.В. Печенин, проф.; К.А. Щербина, к.т.н., ст. преподаватель;   
Е.П. Мсаллам, к.т.н., доц.*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.* *Жуковского «ХАИ»*

Основываясь на результатах теоретической оценки показателей качества работы ранее рассмотренных систем фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) [1,2], синтезируем новую структуру системы ФАПЧ, обладающую лучшими показателями качества. В качестве исходной (опорной) структурно-физической модели выберем взаимосвязанную двухпетлевую систему ФАПЧ описанную в [3].

Упрощенная структурно-физическая модель двухпетлевой ФАПЧ, составленная из двух рассмотренных выше ФАПЧ на синхронизированном генераторе и ФАПЧ-1 показано на рис.1.

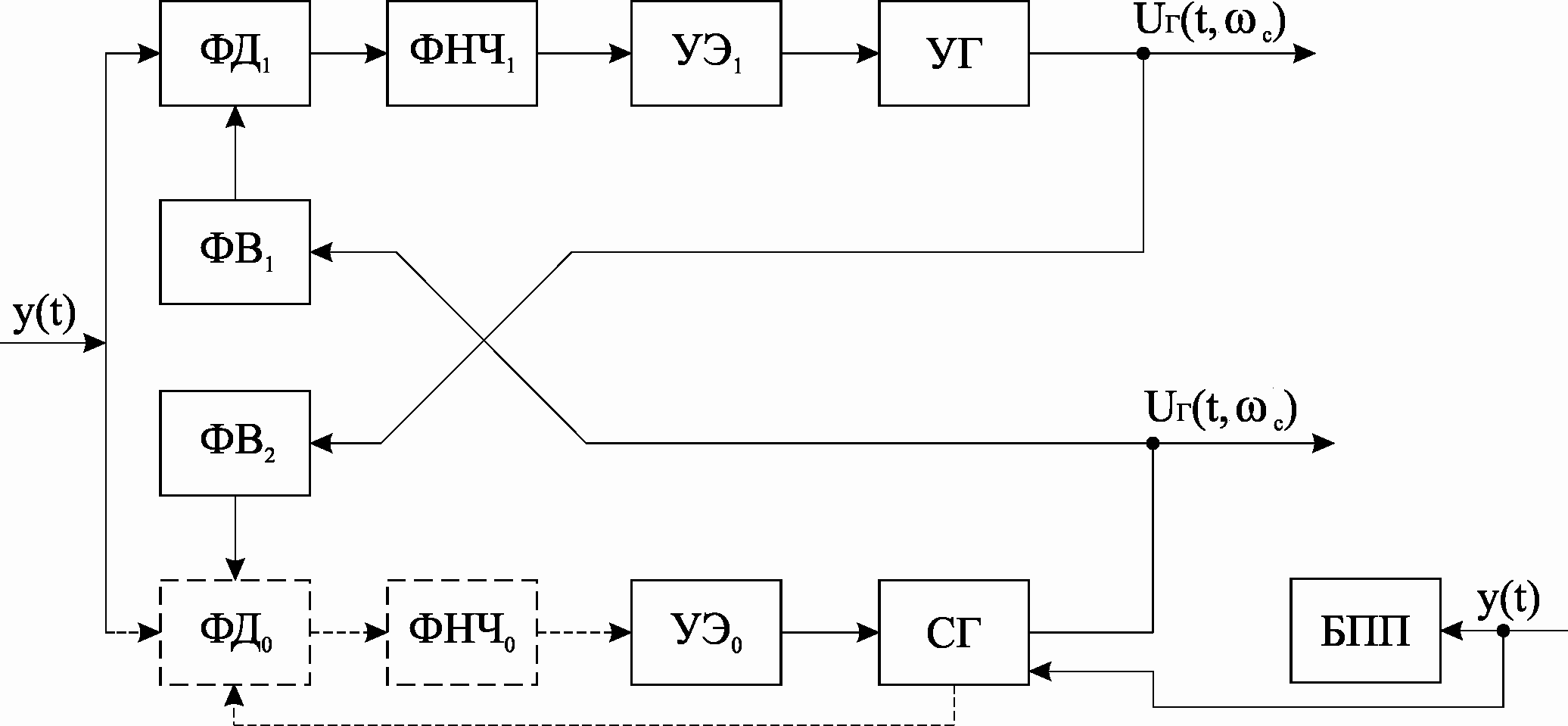


Рис.1.

Здесь: ФВ – фазовращатель, ФД – фазовый детектор, ФНЧ – фильтр нижних частот, СГ – синхронизированный генератор, БПП – блок принудительной перестройки частоты, УЭ – управляемый элемент, УГ – управляемый генератор.

Осуществим логическое совмещение верхней и нижней части структурно-физической модели (рис.1), оставляя только те блоки и связи, с помощью которых реализуются требуемые качества работы вновь создаваемой структуры ФАПЧ.

1. Совмещаем ФД1 с ФД0. Остается ФД1, поскольку ФД0 виртуален.
2. Совмещаем ФНЧ1 с ФНЧ0. Остается ФНЧ1 поскольку ФНЧ0 виртуален.
3. Совмещаем УЭ0 с УЭ1. Оставляем УЭ1 поскольку он связан с блоком ФНЧ1.
4. Совмещаем генераторы СГ и У. Оставляем СГ поскольку он обеспечивает максимальное быстродействие и минимизирует динамические погрешности.

При выборе  можно удалить блок БПП.

Синтезированная таким логическим приемом новая структурно-физическая модель ФАПЧ с комбинированным управлением подстраиваемого генератора показана на рис.2.

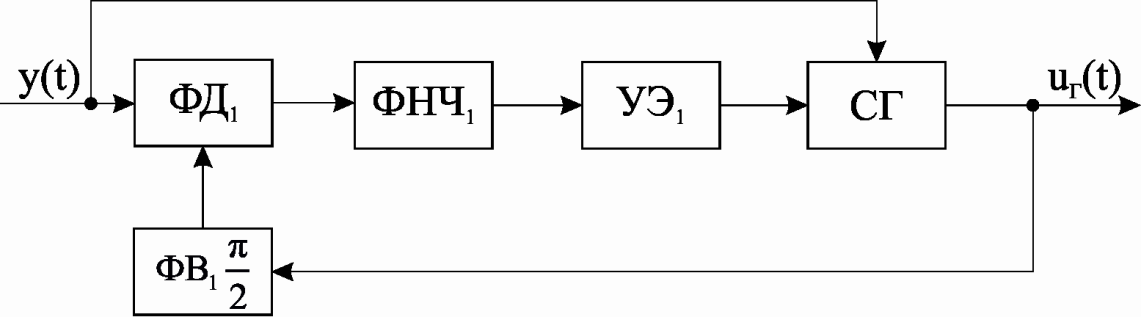


Рис.2.

Если допустить, что в отсутствие шума  изменения воздействующих на СГ по прямому каналу и каналу следящей обратной связи являются медленными случайными жестко коррелированными функциями с временем корреляции  с много большим времени запаздывания  управляющего сигнала в цепи обратной связи , то можно записать основные дифференциальные уравнения исследуемой системы в виде:

, (1)

. (2)

Тогда результирующее дифференциальное уравнение синхронизма колебаний СГ от внешнего воздействия и воздействия петли обратной связи можно записать в виде:

. (3)

Из формулы (3) следует, что совместная полоса синхронизма (полоса удержания) будет равна сумме отдельных полос

. (4)

Если выполнено условие (4), то дифференциальное уравнение (3) можно записать в виде

. (5)

Здесь  – начальная расстройка, нормированная к суммарной полосе синхронизма;   – относительные полосы синхронизма внешнего воздействия и ФАПЧ-1 соответственно;  – операторный коэффициент передачи петли обратной связи.

Отметим, что уравнение (5) эквивалентно уравнению эквивалентной ФАПЧ в которой сигнал с ФД1 поступает по двум каналам к управителю УЭ1. Один канал является безинерционным с ослаблением , а второй канал образуется фильтром низкой частоты ФНЧ1 с передаточной функцией  и ослаблением . За счет увеличения коэффициента передачи безиннерционного канала имеет место суммарное расширение полосы захвата  эквивалентной ФАПЧ по сравнению с обычной.

1. Щербина, К.А. Синтез структурно-физической модели следящего фильтра с принудительной перестройкой частоты синхронизированного автогенератора [Текст] / К.А. Щербина, В.В. Печенин, О.В. Войтенко // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2012. – №3(23). – С. 94-98.

2. Щербина, К.А. Анализ динамической точности и быстродействия следящего фильтра с принудительной перестройкой синхронизированного автогенератора [Текст] / К.А. Щербина, В.В. Печенин, О.В. Войтенко // Системи обробки інформації. – 2012. – Вип.9(107). – С. 69-72.

3. Печенин, В.В. Регулирование уровня сигнала синхронизации управляемого генератора следящего доплеровского фильтра [Текст] / В.В. Печенин, К.А. Щербина, О.В. Войтенко // Физические основы приборостроения. – 2014. – Т.3, №1. – С. 84-91.

4. Шахгильдян, В.В. Системы фазовой автоподстройки частоты [Текст] / В.В. Шахгильдян, А.А. Ляховкин. – М.: Связь, 1972. – 446 с.

УДК 621.396.967

АППАРАТНО-ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПРИЕМА И ДЕКОДИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ ADS-B НА ОСНОВЕ RTL-SDR ПРИЕМНИКА

А.А. Позняк\*, студент каф. 501.

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

Обеспечение безопасности полетов воздушных судов представляет собой важнейшую научно-техническую и инженерную проблему. Эта проблема является особенно актуальной в условиях высокой плотности трафика, как в зонах аэропортов, так и в глобальном воздушном пространстве и решается системами управления воздушным движением (СУВД), которые являются неотъемлемой частью современной авиации.

Одним из элементов современных СУВД, позволяющим пилотам воздушных судов и диспетчерам отслеживать воздушный трафик и получать актуальную аэронавигационную информацию является новая технология ADS-B (Автоматическое зависимое наблюдение в режиме радиовещания). Работа системы основывается на принципе вторичной радиолокации, при этом оборудованный ADS-B летательный аппарат регулярно передает по радиоканалу свои идентификационные данные, а также позицию, высоту и вектор скорости, определяемые с высокой точностью по данным GPS и бортовых навигационных средств. Приемники ADS-B, установленные на борту других самолетов, в диспетчерском пункте, или в любой другой точке обеспечивают прием всех этих данных и отображают их в удобной форме. При этом, все возможности ADS-B могут быть реализованы, если обеспечивается надежный прием и достоверное декодирование сигналов самолетных ответчиков в пунктах наблюдения.

Настоящая работа посвящена разработке приемной аппаратуры, алгоритмов и программы приема и обработки сигналов ADS-B с использованием SDR-приемников RTL-SDR и AIRSPY, а также алгоритмов декодирования содержащейся в сигналах ADS-B информации. Основное внимание уделено таким вопросам, как оптимизация процедуры обнаружения пакетов данных ADS-B, повышение помехоустойчивости декодирования позиционно-импульсного кода (ПИМ), обнаружение и исправление ошибок в принятых данных. Реализованы в МАТЛАБ-программе алгоритмы оптимального обнаружения-различения информационных пакетов и демодуляции ПИМ. Выполнено сравнение качественных показателей приема в зависимости от шумовых характеристик, полосы пропускания, частоты дискретизации и других характеристик приемников. Результаты работы могут быть использованы при разработке систем слежения за воздушным движением, использующих принцип ADS-B.

*\*Научный руководитель* – *к.т.н., профессор ХАИ В.И. Шульгин.*

УДК 621.382(024)

МЕТОД СЛЕДЯЩЕГО ПРИЕМА РЕАЛИЗОВАННЫЙ НА МОДУЛИРОВАННОМ ФИЛЬТРЕ

*Ю.В. Съедина, аспирант*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.* *Жуковского «ХАИ»*

Общая тенденция дальнейшего развития и совершенствования доплеровских радиотехнических систем, связана с поиском новых методов и совершенствованием существующих в целях улучшения качественных показателей приема приема и обработки сигнала, наблюдаемого на входе резонансного тракта радиотехнической системы в присутствии аддитивной нормальной помехи.

Достижение требуемых показателей точности доплеровских измерений при наличии помех и искажений параметров доплеровского сигнала (амплитуды, частоты, фазы и т.д.), формируемого за счет отражений зондирующего сигнала (непрерывного, частотно-модулированного, импульсно-модулированного и т.д.), обеспечивается прежде всего применением узкополосного следящего приема и обработки наблюдаемого входного сигнала и шума.

Анализ моделей доплеровского сигнала, формируемого подстилающей поверхностью показывает, что наблюдаемый на входе системы доплеровский сигнал при облучении отражающей поверхности непрерывным гармоническим сигналом, представляет собой амплитудно-частотно-модулированное колебание с детерминированной основой, равной регулярному доплеровскому смещению частоты, обусловленному скоростью (или ее изменениями) летательного аппарата (ЛА) и спектром возникающим в результате отражений от случайной радиофизической структуры подстилающей поверхности (набором светящихся точек), ограниченной по геометрическим размерам облучаемой площадки за счет угловых параметров антенной системы (ширины диаграммы в азимутальной и угломестной плоскостях, наклона диаграммы к облучаемой поверхности, дальности между ЛА и поверхностью и т.д.).

При этом сама процедура узкополосной фильтрации осуществляется следящим доплеровским фильтром (СДФ) – перестраиваемым следящим гетеродином во всем диапазоне возможных изменений частоты (), являющийся детерминированной основой средней доплеровской частоты с учетом спектральной структуры сигнала. Процессу слежения всегда предшествует процесс поиска и захвата средней доплеровской частоты, осуществляемый отдельной вспомогательной схемой [1-3].

Однако процедуру узкополосной следящей фильтрации можно осуществить и другим известным путем, а именно замещением следящего гетеродина модулированным фильтром (МФ).

Соответственно метод приема и обработки доплеровского сигнала можно назвать методом модулированного фильтра.

Основные теоретические и практические результаты исследований МФ [4], применительно к его использованию в радиотехнических системах связи при передаче и приеме широкополосных частотно-модулированных (ЧМ) сигналов. Задача фильтрации в данном случае состоит в выделении наилучшим образом модулирующей функции – полезного сообщения. В нашем случае приема и обработки амплитудно-частотного доплеровского сигнала состоит в наилучшем выделении средней доплеровской частоты, дающей возможность измерения детерминированного значения скорости ЛА.

Подробный анализ приема ЧМ сигналов в каналах связи показывает, что различие в способе слежения приводит к принципиальным особенностям приема ЧМ сигнала методом МФ.

Основное различие двух методов следящего приема ЧМ сигнала (метода следящего гетеродина и метода МФ) состоит в том, что МФ каким бы узкополосным он не был не изменяет девиации частоты подводимого к нему ЧМ сигнала, т.е. сигнал на его выходе имеет ту же девиацию, что и на его входе.

Следящий гетеродин преобразует каждую синфазно с его частотой модулированную ЧМ составляющую сложного входного сигнала в гармоническую, т.е. исходная девиация частоты входного сигнала на выходе схемы следящего гетеродина не восстанавливается.

В дальнейшем будет показано, что МФ осуществляет спектральную обработку составляющих спектра входного сигнала. За счет такой процедуры можно улучшить некоторые показатели качества фильтрации по сравнению со схемой следящего гетеродина, и прежде всего, такой показатель как помехоустойчивость.

1. Колчинский, В.Е. Автономные доплеровские устройства и системы навигации летательных аппаратов [Текст] / В.Е. Колчинский, И.А. Мандуровский, М.И. Константиновский. – М.: Сов. радио, 1975. – 432 с.

2. Щербина, К.А. Синтез структурно-физической модели следящего фильтра с принудительной перестройкой частоты синхронизированного автогенератора [Текст] / К.А. Щербина, В.В. Печенин, О.В. Войтенко // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2012. – №3(23). – С. 94-98.

3. Печенин, В.В. Регулирование уровня сигнала синхронизации управляемого генератора следящего доплеровского фильтра [Текст] / В.В. Печенин, К.А. Щербина, О.В. Войтенко // Физические основы приборостроения. – 2014. – Т.3, №1. – С. 84-91.

4. Винницкий А.С. Модулированные фильтры и следящий прием ЧМ сигналов [Текст] / А.С. Винницкий. – М.: Советское радио, 1969.

УДК 621.396

ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

С ПОМОЩЬЮ ДВУХАНТЕННОЙ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОЙ РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ  
*Чан Ван Ань\*, студент каф.501;*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского«ХАИ»*

**Введение.** Радиоинтерферометрические системы широко применяют в задачах дистанционного зондирования в радиоастрономии, метеорологии и мониторинге Земли. Традиционно узкополосные интерферометрические методы измерений позволяют достичь высокого пространственного разрешения по угловым координатам, но характеризуются неоднозначностью измерения углового положения источника излучения. В [1, 2] показано, что использование сверхширокополосных (СШП) радиометрических систем (РМС) позволяет исключить неоднозначность угловых измерений и повысить точность оценивания параметров излучения наблюдаемых объектов. В докладе, следуя современным достижениям статистической теории СШП радиотехнических систем, решена задача статистического синтеза и анализа алгоритма оценки радиояркости протяжённого источника радиотеплового излучения с помощью двухантенной СШП РМС без введения ограничений на вид радиояркости и с исключением обработки автокорреляционных сигналов.

**Исходные данные и постановка задачи**. Антенны ,  раскрывы которых ограничены областями ,  соединены с соответствующими высокочастотными частями приемников, частотные характеристики которых ,  удовлетворяют условию сверхширокополосности. Высокочастотные каналы ограничивают полосу частот сигналов ,  с выхода антенн и вносят в наблюдения шумы , . Положение фазовых центров антенн ,  характеризуем векторами ,  с началами в фазовом центре решетки (в точке с координатами ). Радиус-вектор  (), характеризующий положение произвольной точки относительно фазового центра -й антенны, расположенного в точке, в которой находится конец вектора .

Исходные данные определяют структуру уравнений наблюдения

, . (1)

Модель полезного сигнала на выходе -й высокочастотной части приемника запишем в следующем виде

 (2)

где  − спектрально-угловая плотность комплексной амплитуды, для которой справедлива пространственно-частотная некоррелированность ,  − спектрально-угловая плотность мощности (радиояркость),  − комплексная диаграмма направленности антенны (идентична для обеих антенн), .

Внутренние шумы -го высокочастотного тракта приемника представим в виде

, (3)

где  − спектральная плотность комплексной амплитуды некоррелированная по частоте ,  − двусторонняя спектральная плотность мощности (СПМ) шумов.

**Решение задачи** получено методом максимального правдоподобия в следующем виде:

 (4)

где ,   − эффективная площадь поверхности антенны.

Левая часть (4) − это интенсивность как функция пространственных координат, которую можно переписать следующим образом:

 (5)

где  – оператор обратного преобразования Волосюка [1].

Предельная погрешность найдена в виде

 (6)

Функция неопределенности (ФН) системы найдена в следующем виде:

 (7)

На рис. 1, 2 показана геометрия двухантенной РМС и тестовое изображение.

На рис. 3-5 показаны ФН при использовании монохроматической, многочастотной, СШП РМС и соответствующие восстановленное РМИ (рис. 6-8).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Рис. 1. Геометрия антенной решетки | | Рис. 2. Тестовое изображение | |
| Рис. 3. ФН узкополосной системы | Рис. 4. ФН многочастотной системы | | Рис. 5. ФН СШП системы () |
| Рис. 6. Восстановление РМИ при | Рис. 7. Восстановление РМИ многочастотной системой | | Рис. 8. Восстановление РМИ СШП системой () |

**Выводы.** Синтезирован алгоритм оптимального формирования РМИ с помощью двухантенной сверхширокополосной радиометрической системы. Найдено аналитическое выражение для функции неопределенности такой системы и приведен пример её моделирования. Показано, что в СШП РМС отсутствует неоднозначность угловых измерений. Расширение полосы рабочих частот снижает предельную погрешность формирования РМИ и восстановленные РМИ будут носить информации из истинное РМИ больше.

1. Волосюк В. К., Кравченко В. Ф. Статистическая теория радиотехнических систем дистанционного зондирования и радиолокации ; под ред. В. Ф. Кравченко. – М.: Физматлит, 2008. 704с.
2. Волосюк В. К., Кравченко В. Ф., Кутуза Б. Г., Павликов В. В., Пустовойт В. И. Статистическая теория сверхширокополосных радиометрических устройств и систем // Физические основы приборостроения. 2014. T. 3, № 3. С. 5–64.

\*Научный руководитель –д.т.н., с.н.с., зав. каф. 501 В.В. Павликов.

УДК 621.396.96

АНАЛИЗ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМБИНИРОВАННЫХ СИСТЕМ ФАЗОВОЙ АВТОПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ

*1К.А. Щербина, ст. преподаватель; 1К.Н. Нежальская, ст. преподаватель; 1А.В. Одокиенко, асистент; 2В.В. Холопов, пр. высш. кат. методист*

*1Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.* *Жуковского «ХАИ»*

*2Харьковский радиотехнический техникум*

Фазовая автоподстройка частоты является одним из важнейших этапов следящего приема и обработки сигналов в радиолокационных и радионавигационных фазовых системах измерениях дальности и угловых координат и при формировании опорного когерентного сигнала в цифровых КИМ-системах связи и телеметрии с фазовой, относительно фазовой и частотной манипуляцией.

Широко используются системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) в доплеровских следящих измерителях скорости. Подобные следящие измерители частоты на основе ФАПЧ, получившие название синхронно-фазового демодулятора широко используются для демодуляции ФМ-сигналов. Причиной широкого использования следящих демодуляторов сигналов с угловой модуляцией являются их лучшие пороговые свойства по сравнению с частотным дискриминатором.

В автоматических следящих устройствах результаты обработки сигналов могут быть представлены в виде сигналов, подобных входным, но лучше отфильтрованных от помех; в виде напряжения, повторяющего закон изменения параметра входного сигнала (амплитуды, частоты, фазы, временного положения).

Следует отметить, что процесс демодуляции всегда связан с оценкой значения соответствующего информативного параметра сигнала. Поэтому в большинстве случаев следящие измерители систем радиолокации, радионавигации и управления практически ничем не отличаются от следящих устройств выделения модулирующего сигнала (следящий демодулятор) в системах передачи информации. Поэтому термин «следящий измеритель» используется как синоним термина «следящий демодулятор». Однако при рассмотрении конкретных следящих устройств указываются особенности его как измерителя или как демодулятора.

Одним из направлений дальнейшего развития теории и практического применения ФАПЧ являются системы с комбинированным управлением [1,2]. К системам с комбинированным управлением относятся системы ФАПЧ, ЧАП и т.д., у которых управляемый объект (управляемый генератор) подвергается воздействию не только со стороны петли следящей обратной связи, но и вводимого в нее воздействия от некоторого устройства, измеряющего величину внешнего возмущения входного сигнала (эталонного сигнала) системы ФАПЧ. В частности таким устройством может быть обычный частотный дискриминатор, реагирующий на изменения частоты входного сигнала. При определенном параметре вводимого в петлю следящей обратной связи воздействия можно достичь существенного улучшения отдельных показателей качества работы такой ФАПЧ по быстродействию, устойчивости и динамической точности по сравнению с замкнутыми системами.

Возможен и другой вариант построения комбинированной ФАПЧ в котором используется прямое воздействие входным сигналом и воздействие со стороны измерителя внешнего возмущения, т.е. частотного дискриминатора с инерционным фильтром нижних частот, выделяющим только медленные изменения частоты входного сигнала. В таких комбинированных ФАПЧ или ЧАП объектом управления является синхронизированный генератор (СГ) [3-5].

Подробный анализ качественных показателей таких комбинированных ФАПЧ показывает, что второй вариант построения ФАПЧ с комбинированным управлением СГ позволяет реализовать более совершенные системы фазовой автоподстройки частоты.

1. Шахгильдян, В.В. Системы фазовой автоподстройки частоты [Текст] / В.В. Шахгильдян, А.А. Ляховкин. – М.: Связь, 1972. – 446 с.

2. Зайцев, Г.Ф. Комбинированные следящие системы [Текст] / Г.Ф. Зайцев, В.К. Стеклов. – К.: Техника, 1978. – 268 с.

3. Щербина, К.А. Синтез структурно-физической модели следящего фильтра с принудительной перестройкой частоты синхронизированного автогенератора [Текст] / К.А. Щербина, В.В. Печенин, О.В. Войтенко // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2012. – №3(23). – С. 94-98.

4. Щербина, К.А. Анализ динамической точности и быстродействия следящего фильтра с принудительной перестройкой синхронизированного автогенератора [Текст] / К.А. Щербина, В.В. Печенин, О.В. Войтенко // Системи обробки інформації. – 2012. – Вип.9(107). – С. 69-72.

5. Печенин, В.В. Регулирование уровня сигнала синхронизации управляемого генератора следящего доплеровского фильтра [Текст] / В.В. Печенин, К.А. Щербина, О.В. Войтенко // Физические основы приборостроения. – 2014. – Т.3, №1. – С. 84-91.

UDC 621.396.96

DESIGN OF ELECTROMAGNETIC MASS ACCELERATOR

*O.V. Odokienko,* *assistent; D. Dimitrov,* *Student of dep. 501*

*National Aerospace University* named after *N.E. Zhukovsky "KhAI"*

The electrical energy is by far the most popular type of energy. This kind of energy up to a certain time you can use not in all sectors. And this is due to the fact that there is a problem to store this energy. Currently, the physical size of batteries decreases and increases its energy capacity. This makes it possible for a new mobile use of electrical energy in the civilian and military spheres.

Efficient use of energy is reduced not only to the good food sources as well as energy and inverters, which should have a maximum efficiency.

One of these energy converters is the electromagnetic mass accelerator. Back in 1845, in England, inventor Thomas Beningfild demonstrated the ability to "accelerate projectiles electricity." The principle of the acceleration of the projectile magnetic coils was developed in 1895 in the Austrian engineer Franz Geftom "for the flight to the moon." The operating principle of gun solenoid is very simple: the shell, the ferromagnetic body (eg iron), or a magnet or a coil with current series attracted solenoids along the gun barrel through which a projectile at current adventures.

His work is associated with the instability of the current lead and contact erosion at high velocity projectile. In 1966, it appears quite beautiful with the idea of the accelerator field collapses, "collapsing field accelerator" Professor Fridvorta Winterberg. Here the energy is distributed along the accelerator constant capacity in capacitors, which are discharged through the inductive coil to the extent that the projectile cylinder removes energy from each of them by passing through an inductive coil commutation. Their inductance is reduced from the beginning to the end of the accelerator [1].

Much attention was also paid to the study of synchronous linear accelerators, through the creation of a traveling wave magnetic field along the accelerator. This simplifies the structure thereof. However, and here we have to use sensors tracking, change the frequency of the phase shift depending on the velocity of the projectile, which requires the use of motion sensors. On the other hand, the ohmic losses in the Joule heat occurring in all solenoids accelerator simultaneously, which reduces its efficiency. Here, in order to reduce ohmic losses have to increase the overall consumption of materials accelerator [2].

In this paper we developed an electromagnetic accelerator scheme, which consists of the following components: a battery pack, which increases the voltage converter and the storage unit. Calculated energy characteristics of the converter.

1. Ian. R. McNab. Early electric gun research. IEEE Transactions on magnetic, V 35, No 1, Jannuary 1999

UDC 621.396.96

CONTROL METHODS OF POWERFUL LOAD

*O.V. Odokienko, assistent,* *E. Golovinsky, Student of dep. 501*

*National Aerospace University* named after *N.E. Zhukovsky "KhAI"*

Actively being developed in the field to increase the energy capacity of batteries. Currently, there are over 20 different types of batteries at the same time is not a small number of them are designed to increase capacity without increasing size. The use of these batteries will be more noticeable if in conjunction with them using the effective voltage controller.

Manage given up to the power load can simply adjusting the number of periods / half periods of the line current through the load. You can simply turn on / off the current through the load with a certain aspect ratio, which is essentially the same method as the above. These methods are suitable for adjusting the strongly inertial loads (heating elements, heaters, etc.). To adjust, for example, brightness of incandescent lamps such methods are not suitable because of the significant and tiring for the eyes flicker. Therefore, for the construction of dimmer (brightness control devices) use pulse position control method.

There are devices in which the load impedance is commensurate with the internal battery resistance. Therefore, the regulator power to meet high requirements for implementation, which is necessary to use high-quality components. Thus important element is a transistor that is part of the layout. In this study, two types of load power control is considered: the amplitude and pulse width. Energy characteristics of effective use of a type of modulation is also calculated.

UDC 621.396.96

THE USE OF THE TERAHERTZ FREQUENCY RANGE

*O.V. Odokienko, assistent,  
Y.* *Burak, Student of dep.501*

*National Aerospace University* named after *N.E. Zhukovsky "KhAI"*

In recent years, the attention of scientists and engineers, many of the leading laboratories in the world attracts so-called terahertz (THz) electromagnetic radiation.

Terahertz radiation is called electromagnetic waves whose frequency lies between 100 gigahertz (1 GHz = 109 Hz) and 30 terahertz (1 THz = 1012 Hz). The length of the emission wavelength ranges (0.001-0.3) cm, i.e. between the far infrared and submillimeter (<1 mm) radiation. It is often called T-T-beams or light.

Like the waves of infrared and microwave range, T-beams have the ability to penetrate into various non-conductive materials. They are able to go through paper, clothing, cardboard, wood, masonry, plastic and ceramics. They also penetrate clouds and fog, but can not penetrate deep into the metal and water.

The Earth's atmosphere strongly absorbs THz radiation. This fact until recently noticeably restrained him interest and funding for basic research in this area. Terahertz radiation has been used primarily by chemists and astronomers for spectroscopy of simple molecules. In recent years, there have been revolutionary developments here. It was created powerful sources of coherent terahertz radiation-sensitive sensors, multifunction devices and materials.

Terahertz radiation does not ionize the substance, so does not damage the DNA molecule as it makes the X-ray radiation. Some frequencies of terahertz can penetrate biological tissue to a distance of several centimeters and bounce back. T-beams capable of detecting differences in water content and density of the tissue. Terahertz vision can detect cancer using epitemialny safer and less aggressive and painful diagnostic systems. Some frequencies of terahertz waves can be used in dentistry for dental volumetric image, safer and more accurate than conventional X-ray analysis.

Spectroscopy in the terahertz range can provide new information in chemistry and biology. There is potential for the use of terahertz radiation and high-altitude satellite communication (satellite - satellite, aircraft - satellite). Many applications offer production systems for quality control and process monitoring.

УДК 004.932.72

ВЫДЕЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ЗАДАННОГО РАЗМЕРА В ВИДЕОПОТОКЕ

*А. Г. Андреева\*, студент каф.502*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Одним из перспективных направлений развития авиационной техники является создание беспилотных летательных аппаратов (БпЛА), которые находят широкое применение в различных областях народного хозяйства. Их применяют при экологическом мониторинге окружающей среды, контроле технического состояния промышленных объектов (линий электропередач, трубопроводов и т.д.). При этом в качестве полезной нагрузки, как правило, используется видеокамера или фотоаппарат.

Современной тенденцией развития БпЛА является их интеллектуализация, т.е. способность самостоятельно (без участия человека-оператора) выполнять поставленные задачи. Одной из актуальных функций при этом становится распознавание объектов, наблюдаемых бортовой видеокамерой, в реальном времени. Для распознавания объектов видеонаблюдения необходимо решить задачу выделения объектов на изображении по заданному критерию: цвету, форме, размеру и т.д. Успешное распознавание возможно лишь при использовании комплекса критериев. По цветовым характеристикам выделяют заданные объекты на фоне местности, по градиенту цвета – их контур, по контуру строят модель объекта для распознавания. Однако при такой обработке на изображении, как правило, выделяется множество деталей, мешающих распознаванию основного объекта.

Целью данной работы являлась разработка алгоритма, позволяющего в реальном масштабе времени выделять объекты заданного размера, что позволит снизить вычислительную нагрузку на программные модули оконтуривания и распознавания. Для решения поставленной задачи предлагается использовать метод пространственной (двумерной) полосовой фильтрации одновременно в трех цветовых каналах, поступающих с видеокамеры. Для заданного размера объекта может быть определена полоса пропускания полосового фильтра в области пространственных частот. По заданной полосе формируется комплексная передаточная характеристика фильтра, по которой синтезируется алгоритм рекурсивной пространственной фильтрации изображения. Предлагаемый рекурсивный фильтр является векторным с тремя входами (каналы RGB) и одним выходом. Выходной сигнал фильтра тем больше, чем ближе размеры объекта к заданному.

В докладе представлены результаты пространственной фильтрации реального объекта в потоке видеоданных и сравнения вычислительной эффективности предлагаемого алгоритма с методами быстрого двумерного преобразования Фурье и корреляционного анализа.

*\*Научный руководитель –* к.т.н., *доцент* каф. 502А.В. Попов.

УДК 004.932.72

метод представления формы объектов  
в процедурах автоматического распознавания образов

*И. К. Васильева, к.т.н., доцент*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»*

Выбор признаков объектов распознавания и выбор способа описания признаков во многом определяют эффективность анализа и интерпретации изображений в системах искусственного интеллекта. В прикладных задачах, связанных с распознаванием образов и с реконструкцией изображений из фрагментов, одним из наиболее информативных признаков анализируемого объекта является его форма и изменение цвета вдоль границы; в этом случае представления зрительных образов используют описание границ областей, соответствующих изображениям объектов. Такой подход позволяет исключить из рассмотрения внутренние точки изображения и тем самым значительно сократить объем хранимой и обрабатываемой информации, что часто позволяет обеспечить работу системы принятия решений в режиме реального времени. При этом вероятность распознавания пространственных объектов по их образам в значительной мере зависит от сохранения подобия контуров изображения и оригинала с учетом различных шумов и искажений, возникающих при формировании и обработке цифровых изображений. Для выделения контуров используют дифференциальные фильтры, статистические методы выделения границ, методы математической морфологии, методы, использующие вейвлет-преобразования и методы, основанные на иерархической кластеризации изображений. Наиболее общими подходами к представлению границ объекта являются аппроксимация кривых, прослеживание контуров и связывание точек перепадов яркости. Основная задача при этом состоит в формировании по двумерной форме объекта описание его границы с помощью некоторой одномерной функции g(x). В большом количестве приложений для описания границ применяют ряды Фурье, сплайны, кривые Безье, регрессионные и графовые модели, цепные коды и др.

В данной работе для выделения контура объекта А предлагается двухэтапный подход, использующий результаты вероятностной фильтрации исходного изображения по цветовому признаку :

,

где  – статистические оценки среднего значения;  – выборочная корреляционная матрица.

Результат применения фильтра представлен на рис. 1, а; градациями яркости показана «степень подобия» пикселей изображения объекту А. На первом этапе детектирования контурных точек получают бинарную маску «объект» - «фон» (рис. 1, б). На втором этапе осуществляется двойная пороговая фильтрация изображения (рис. 1, в).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| а | б | в |

Рис. 1. Результаты сегментации (а), бинарное изображение (б)   
и контурные точки объекта (в)

Полученное множество пикселей отображает контур недостаточно точно по причине шумов, разрывов контуров из-за неоднородности освещения, изменения цветовых характеристик и т. п. Поэтому следующий шаг – формирование множества точек внешней границы объекта (т.е. отбрасывание внутренних контуров, рис. 2, а) и связывания полученных точек (т.е. описания границы, рис. 2, б). Графики разверток цифровой границы по осям X, Y показаны на рис. 2, в, г.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| а | б |
| 0  100  200  300  400  100  200  xi  i | 0  100  200  300  400  50  100  150  yi  i |
| в | г |

Рис. 2. Точки внешнего контура (а), граница объекта (б) и ее развертки   
{xi} (в), {yi} (г) по осям в декартовой системе координат

В качестве характерных признаков можно использовать число и положения особых точек границ (локальные экстремумы разверток {xi}, {yi} и концевые точки). Алгоритм нахождения особых точек включает: сплайн-аппроксимацию и сглаживание {xi}, {yi}, i = 1, N; линейное преобразование системы координат (x1 = xN = 0, y1 = yN = 0); нормализацию энергетических спектров: =  = 1; поиск экстремумов разверток (рис. 3).

Найденные точки являются дескрипторами формы и могут использоваться для идентификации объектов на изображениях.

|  |  |
| --- | --- |
| 0  100  200  0 | 0  100  200  2  1  0 |
| а | б |

Рис. 3. Особые точки разверток {xi} (а), {yi} (б) после сглаживания кривых

УДК 004.932.72

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫДЕЛЕНИЯ КОНТУРОВ   
ГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ГРАДИЕНТНЫМИ МЕТОДАМИ

*Ю. В. Немирова\*, студент каф. 502*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»*

В настоящее время широко распространены геоинформационные системы (ГИС), системы навигации и виртуальные тренажеры, работающие с цифровыми моделями реально существующих объектов или местности. Функционирование таких систем основано на алгоритмах распознавания и привязки фрагмента в пределах большого изображения с последующим определением координат реальных объектов. Подобный подход можно использовать для разработки мобильных приложений - путеводителей, позволяющих определить местоположение пользователя по цифровому изображению достопримечательности при отсутствии доступа к данным GPS. Для решения поставленной задачи необходимо создать базу данных объектов - эталонов, содержащую идентификаторы объектов, их координаты и математические описания, позволяющие выполнять идентификацию и позиционирование.

Математические исследования по идентификации графических объектов сводятся к построению одномерной функции из двумерной формы объекта и сравнению полученного описания формы с эталоном. Наиболее различимыми границами на изображении для большинства объектов сцены являются контуры образов объектов. Контуры устойчивы по отношению к геометрическим и фотометрическим искажениям и, кроме того, обладают большей уникальностью, чем точечные особенности образов в силу более сложной структуры. При анализе изображений под контурами, как правило, подразумевают линии перепада яркости. Точки таких линии можно детектировать с помощью дискретных аналогов оператора производной (например, Превитта, Робертса, Собела). Одним из наиболее быстрых способов выделения границ является пространственное дифференцирование функции яркости. Для двумерной функции яркости *f*(*x*, *y*) перепады в направлениях *x* и *y* определяются частными производными, которые пропорциональны скоростям изменения яркости в соответствующих направлениях. Для цифровых изображений аналогами частных производных и модуля градиента являются функции, содержащие конечные разности, которые можно представить операторами свертки вида:

, , , .

Таким образом, операция выделения контуров заключается в выполнении свертки матрицы изображения *А* с матрицами *Si*, задающими направление выделения перепадов с последующей пороговой фильтрацией для формирования бинарных изображений *Вi* = {«1» – фон, «2» – контур}.

Результаты выделения контуров (рис. 1) показали, что преобразования *S*1 – *S*4 не являются одинаково чувствительными к границам при всех их ориентациях, поэтому в докладе предлагается выполнить булевское объединение полученных бинарных изображений *Вi*; результат применения преобразования  к исходному изображению (\* обозначает свертку) показан на рис. 1, е.

Выделенные контуры часто являются фрагментированными, а на обработанных изображениях могут появляться ложные, не соответствующие исследуемому объекту, границы и отсутствовать истинные границы объекта (или их фрагменты). Поэтому для выделения контура интересующего объекта предлагается предварительно выполнить сегментацию изображения по результатам процедуры статистического распознавания; в качестве классификационных признаков могут быть выбраны, например, цветовые (RGB, HSV и др.) или текстурные признаки. Затем выполняется пороговая обработка сегментированного изображения «объект» – «фон». В результате формируется множество контурных точек, которое может использоваться для идентификации графических объектов по форме.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| а | б | в |
|  |  |  |
| г | д | е |

Рис. 1. Монохромное изображение и результаты пространственного   
дифференцирования: а) канал R; б) S1, в) S2, г) S3, д) S4, е) S5

*\*Научный руководитель –* к.т.н., *доцент* каф. 502 *И.К. Васильева.*

УДК 004.932.72

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПОВ ОБЛАЧНОСТИ   
НА КОСМИЧЕСКИХ СНИМКАХ

*Д. А. Волотовская\*,* *студент каф. 502*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»*

Космические снимки являются самыми достоверными источниками для проектов глобального изучения Земли и, в частности, они позволяют наблюдать за циркуляцией атмосферы на больших территориях в режиме реального времени. Только на космических снимках видны системы облачности, оперативная съемка которых позволяет составлять надежные метеорологические прогнозы и следить за опасными стихийными явлениями, например, ураганами. Облачные системы синоптического масштаба (макроструктура) характеризуют геометрические особенности больших участков изображения, создаваемых сотнями элементов, с размерами примерно на два-три порядка больше разрешающей способности системы, с помощью которой получены снимки. Эта структура дает непрерывную по горизонтали картину распределения облаков, обладает большей наглядностью, чем обычные данные об облачности, помещенные на синоптической карте.

Первая задача, которую приходится решать при дешифрировании облаков, – отделение их от снежно-ледовой и другой поверхности с белым цветом (рис. 1, а). Отделение производится по следующим признакам. Края облачных систем обычно размыты, в то время как районы, покрытые снегом, особенно если это горная местность, имеют четкую границу, часто со сложным ветвящимся орнаментом долин. Кроме того, снежно-ледовый покров относительно стабильный за короткие промежутки времени, и по этому признаку его легко можно отличить от очень динамичного облачного покрова (путем сравнения нескольких последовательных снимков). Большие трудности возникают при дешифрировании облаков над снежными поверхностями умеренных и полярных широт в равнинных районах. Для решения этой задачи предлагается формировать разностные бинарные изображения [B] = {«объект» (*Bij* = 1); «фон» (*Bij* = 0)} в оптических [О] и радиолокационных диапазонах [R]: *Bij* = |*Oij* – *Rij*|. Например, можно использовать радиолокационные снимки спутников RADARSAT – облака для такой съемки прозрачны и значения соответствующих пикселей *Rij* = 0.

Преобразование спутниковых снимков в бинарные маски является результатом их сегментации по данным предварительного анализа, в ходе которого можно определить участки облачности со сходными характеристиками (спектральные признаки, текстура, форма). Для распознавания типов облачности по форме облаков на снимках надо выполнить детектирование контуров выделенных объектов и получить их математическое описание. Выделение контуров основывается на алгоритмах, регистрирующих точки цифрового изображения, в которых резко изменяется яркость или есть другие виды неоднородностей; на сегментированном изображении (рис. 1, б) границам объектов соответствуют координаты точек перехода с черного цвета на белый и наоборот (рис. 1, в). Вид представления контура существенно влияет на возможности его анализа и отождествления. Наиболее общими подходами являются аппроксимация кривых, прослеживание контуров и связывание точек перепадов яркости. Поскольку при связывании множества контурных точек аппроксимирующая кривая может плохо отражать геометрическую форму объекта, предварительно определяют доминантные точки контура (точки излома, локальные экстремумы функции кривизны). Параметры модели контура являются дескрипторами формы объектов и используются для их классификации.

Высокой информативностью отличаются характеристики текстуры облаков. Различают три текстуры: матовую, зернистую и волокнистую. Зернистая текстура изображения характеризуется скоплением пятен светлого или темного тона. Наиболее мелкие яркие пятна соответствуют обычно кучевым облакам. Темные пятна на светлом фоне указывают, как правило, на существование слоисто-кучевых облаков. Крупные яркие пятна отображают мощные кучевые облака. Значения текстурных признаков зависят от размера обрабатываемой окрестности изображения. Крупное окно позволяет учесть свойство текстуры более крупных целевых изображений, при этом влияние отдельных составляющих окна на текстурную оценку снижается. Однако, в случае малого размера окна, в нем может оказаться слишком мало информации для описания целевых объектов. Для текстурного распознавания характерно то, что в рамках отдельных позиций сканирующего окна попадаются как однородные текстуры, принадлежащие одному классу, так и границы различных текстур и комбинации классов.

Таким образом, для автоматического распознавания типа облачности по спутниковым снимкам требуется комплексное использование спектральных характеристик, дескрипторов формы и текстуры облаков.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ОБЛАКА**  **СНЕГ** |  |  |
| а | б | в |

Рис. 1. Фрагмент спутникового снимка (а), результаты сегментации (б)  
и выделенные контура объектов (в) на изображении

*\*Научный руководитель –* к.т.н., *доцент* каф. 502 *И.К. Васильева.*

УДК 004.932.72

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА  
 ПОСЕВОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

*А. С. Топчий\*, студент каф. 502*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»*

Материалы космической съемки могут использоваться как для решения комплексных задач управления сельскохозяйственными территориями, так и в узкоспециализированных направлениях. Типичными задачами в этой области являются: инвентаризация сельскохозяйственных угодий, контроль состояния посевов, выделение участков эрозии, заболачивания, засоленности и опустынивания, определение состава почв, мониторинг проведения сельскохозяйственных мероприятий. При систематической повторяемости съемки – наблюдение за динамикой развития культур и прогнозирование урожайности. Например, зная, как меняется спектральная яркость растительности в течение вегетационного периода, можно по тону изображения полей судить об их агротехническом состоянии. После перезимовки состояние озимых культур оценивается по различию в цвете здоровых и погибших растений, состояние озимых и яровых до уборки урожая – на основе учета степени покрытия почвы всходами и равномерности их распределения. В качестве исходных данных для задач такого типа обычно используют серию разновременных мультиспектральных изображений среднего и высокого разрешения, полученных со спутников Terra, Aqua, Landsat, IRS. В частности, для Landsat 8 характерно наличие панхроматического канала (0,500 – 0,680 мкм) с пространственным разрешением 15 метров и 11 спектральных каналов с разрешением 30 метров. Снимки Landsat успешно зарекомендовали себя в различных направлениях мониторинга и оценки природных сред и могут быть успешно использованы для анализа растительного покрова на региональном и субрегиональном уровнях. Они могут применяться как совместно с данными других сенсоров, так и самостоятельно для оценки состояния растительности. По спутниковым данным после математической обработки можно строить точные карты землепользования. Наборы последовательных снимков дают возможность оценить изменения в использовании земель и одновременно дать прогноз продуктивности культур.

Основным индикатором для дешифрирования сельскохозяйственных культур являются фенологические особенности их развития в течение сезона вегетации, от которых зависти объем биомассы и поглощательная способность фитопигментов и, как следствие, спектральная отражательная способность посевов. Спектральные свойства растительности также зависят и от длины волны зондирующего излучения. Неоднородность отражения в разных участках спектра обусловлена структурой и составом растительных тканей, особенно пигментацией и влагосодержанием.

Кривые спектральной яркости некоторых типов растительности, а также вспаханных полей (по данным за июнь) показаны на рис. 1. Анализ этих кривых позволяет выбрать наиболее информативные спектральные признаки для различимости сельскохозяйственных культур. На следующем этапе необходимо выбрать способ описания информативных признаков в правилах принятия решений. В данной работе для описания гистограммы яркости *I* была принята модель в виде смести базовых функций:

, (1)

где *K* – количество компонент смеси (классов объектов); *ck* – весовые коэффициенты; *N*(•) – плотность нормального закона распределения с параметрами *mk*, *σk*. Оценки параметров модели (1) находились методом наименьших квадратов. Вид гистограммы яркости в канале 4 для изображения (рис. 2) и ее аппроксимация моделью (1) при *K* = 6 показаны на рис. 3. Результаты распознавания одного из классов (*a*4) по критерию максимального правдоподобия представлены на рис. 4. Для повышения эффективности дешифрирования предлагается проводить классификацию не по всему пространству снимка, а в границах предварительно привязанной к нему векторной маски сельскохозяйственных полей. Это позволит проводить эффективное планирование и контроль землепользования.

|  |  |
| --- | --- |
| 1  2  3  4  5  6  7  50  100  150  200  2  3  4  1  Градации  яркости  Каналы снимка  Рис. 1. Спектральная яркость:  1 – пашня; 2 – многолетние травы;  3 – озимая пшеница; 4 – подсолнечник | Рис. 2. Исходный снимок |
| 0  100  200  *f*(*I*) |  |
| Рис. 3. Гистограмма яркости  и ее аппроксимация моделью (1) | Рис. 4. Результаты  распознавания класса *a*4 |

*\*Научный руководитель –* к.т.н., *доцент* каф. 502 *И.К. Васильева.*

УДК 629.7.014-519;681.518.3

ПОСАДОЧНЫЙ ВЫСОТОМЕР ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО   
МУЛЬТИРОТОРНОГО БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

*И.В. Парфенова\*, студент каф. 502*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

В настоящее время все шире применяются беспилотные летательные аппараты (БпЛА), с помощью которых решаются задачи обследования районов стихийных бедствий и техногенных катастроф, мониторинга зданий и сооружений, поисково-спасательных работ, охраны государственной границы и т.д. Современной тенденцией развития БпЛА является их интеллектуализация, обеспечивающая выполнение полетного задания без участия человека – оператора. Основным требованием к таким БпЛА является возможность выполнения полетного задания в любое время суток в сложных метеорологических условиях при наличии малозаметных препятствий полету.

Одной из востребованных «интеллектуальных» функций БпЛА является автоматический выбор места посадки в заданном районе, особенно при экстренной посадке, например, в случае существенного разряда аккумуляторных батарей БпЛА либо резкого ухудшения погодных условий (сильный ветер, дождь, гроза и т.д.). Особенно актуальной эта задача является для БпЛА мультироторного типа в силу их конструктивных особенностей – посадка на неровную поверхность может повлечь за собой поломку винтов летательного аппарата. Устанавливаемые на ряде моделей защитные кожухи заметно ухудшают аэродинамические и массогабаритные характеристики летательных аппаратов.

Для выбора места посадки чаще всего используют данные бортовой видеокамеры либо лазерного сканера-высотомера, что требует установки на борту высокопроизводительных процессоров и разработки сложных алгоритмов обработки данных. Альтернативой являются ультразвуковые сенсоры, эффективность работы которых, в отличие от оптических систем, не зависит от уровня освещенности и степени задымленности атмосферы. Однако известные модели ультразвуковых дальномеров и высотомеров определяют только расстояние до ближайшего препятствия.

Экспериментальные исследования показывают, что форма отраженного ультразвукового импульса зависит от степени неровности отражающей поверхности. В качестве примера на рис. 1-3 приведены результаты измерений ультразвукового сигнала с частотой 40 кГц, отраженного от ровной поверхности (рис. 1), поверхности с неровностями 2-3 см (рис. 2) и поверхности с крупными неровностями (до 5 см) с расстояния 1 м.

Анализ экспериментальных данных показал, что отраженный сигнал может быть описан многокомпонентной математической моделью вида

,

где – расстояние до объекта (соответствующее времени задержки отраженного сигнала ; , , – амплитуды, центры и фазовые смещения составляющих сигнала; – эффективная длина зондирующего импульса; – круговая частота зондирующего сигнала.



Как показано на рис. 4, по результатам измерений отраженного сигнала могут быть оценены параметры модели, которые могут использоваться для оценки степени неровности поверхности и принятия решения о ее пригодности для посадки БпЛА.

В докладе рассмотрены технические требования к ультразвуковым сенсорам, представлены структура ультразвукового посадочного высотомера и алгоритмы обработки данных измерений для оценки степени неровности поверхности.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рис. 1. Сигнал, отраженный  ровной поверхностью | Рис. 2. Сигнал, отраженный  поверхностью  с малыми неровностями |
|  |  |
| Рис. 3. Сигнал, отраженный  поверхностью с крупными  (до 5 см) неровностями | Рис. 4. Математическая модель  сигнала, приведенного на рис. 3 |

*\*Научный руководитель –* к.т.н., *доцент* каф. 502А.В. Попов.

УДК 004.932.72

ЦВЕТОВАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ   
ИЗОБРАЖЕНИЙ, ИНВАРИАНТНАЯ К УРОВНЮ ОСВЕЩЕННОСТИ

*В. И. Колесниченко\*, студент каф. 502*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Традиционным компьютерным представлением изображений является цветовая модель RGB (Red, Green, Blue), в которой цвет каждой точки изображения кодируется интенсивностью (0…255) в соответствующих каналах. Эта модель обеспечивает достаточно точную цветопередачу, простоту аппаратной поддержки и компактность хранения данных. Кроме RGB известно множество цветовых представлений, таких как, например, CMYK (цветоразностное формирование цвета, используемое в полиграфии), HSV/HSB или HSL/HSI, использующие нормированные разности интенсивностей в RGB каналах и ориентированные в первую очередь на особенности восприятия изображений зрением человека. В то же время в ряде задач, например, при обработке материалов аэрофотосъемки параметры таких цветовых моделей оказываются зависящими от уровня освещенности, и их использование для автоматического выделения объектов по цветовым признакам затруднено.

Особенно актуальной задача выделения заданных объектов в материалах дистанционного видеонаблюдения становится в связи с все более широким применением беспилотных летательных аппаратов при мониторинге объектов, обследовании районов чрезвычайных ситуаций, поисково-спасательных работах. При решении такого круга задач необходима разработка признакового пространства для автоматического распознавания объектов, которое бы обеспечивало устойчивость классификации объектов по цветовым признакам в условиях изменяющейся освещенности, как по данным аэрофотосъемки, так и в видеопотоке в реальном масштабе времени. Предлагается на основе RGB-модели формировать ковариационную матрицу, собственные числа кото­рой связаны с интенсивностью цветов, а собственные вектора определяют т.н. «цветовые углы», значения которых не зависят от освещенности. Подобные угловые характеристики цвета определялись стандартом цветового представления CIEDE2000, основанного на цветовой модели HSL.

В докладе в результате обработки серии аэрофотоснимков одного и того же объекта при различной освещенности показано, что предлагаемый метод определения цветовых признаков обладает большей статистической устойчивостью по сравнению с известными цветовыми моделями, что позволяет рекомендовать его для обработки данных видеонаблюдения объектов с беспилотных летательных аппаратов.

*\*Научный руководитель –* к.т.н., *доцент* каф. 502А.В. Попов.

УДК 621.865.8:681.51:681.586

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

*Ю.А. Волошин\*, студент каф. 502*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Система контроля безопасности объектов – перспективное направление, которое позволяет решать серьезные проблемы, связанные с сохранностью жизни, имущества и благосостояния владельца.

Основной из особенностей систем охраны для различных объектов собственности состоит в различии сложности системы, ее назначения, а также стоимости. Как правило, владелец дома при установке охранной системы основывается на необходимых технических характеристиках и возможностях системы охраны, а также на стоимости и надёжности оборудования. Известно, что чем большее количество элементов составляют данную электронную охранную систему, тем ниже её надежность. Поэтому для повышения уровня надёжности системы количество различных устройств необходимо свести к разумному минимуму, который необходим для выполнения поставленной цели и задач.

Целью работы является анализ путей улучшения функциональных возможностей систем безопасности домов. Для достижения поставленной цели были проанализированы существующие технологии контроля безопасности и их схемотехнические и конструкторские решения. На основании проведенного анализа разработан перечень требований для разработки охранной системы, позволяющей создать подсистему контроля безопасности. Сформулированная задача оптимизации ее структуры и конструкторско-технологического решения. Была рассмотрена охранная система котеджного участка, которая состоит из подсистем, каждая из которых отвечает за определенную зону периметра. В данной работе была модернизированная подсистема отвечающая за проникновение, через входную дверь.

Система состоит с двух светодиодов: один является передатчиком, а второй – считывателем. Между ними образуется замкнутая цепь. Доступ любого постороннего предмета в замочную скважину приводит к изменению входного сигнала, который сравнивается с эталонным. Если показатели отличаются, то прибор подает сигнал тревоги и через GSM модуль отправляет SMS владельцу и в службу охраны. Данная система является простым и дешевым предложением, которое не требует особых знаний для ее установки и использования. Внедрение подсистемы может значительно снизить цену общей системы защиты и снизить вероятность взлома двери.

*\*Научный руководитель – д.т.н., профессор каф. 502 С.Н. Кулиш.*

УДК 534-16

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВИБРАЦИЙ В ПЕЧАТНЫХ УЗЛАХ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

*Ю. Л. Козаченко\*, студент каф. 502*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Доклад посвящен решению некоторых проблем в исследовании вибраций в печатных узлах радиоэлектронной аппаратуры.

Современный специалист в области конструирования радиоэлектронных систем должен учитывать все возможные внешние воздействующие факторы, влияющие на надежность аппаратуры. Одним из таких факторов является вибрация. Для повышения уровня подготовки специалистов появляется необходимость в предоставлении практических навыков и освоении студентами методики исследований вибраций в разрабатываемых конструкциях. Специализированные стенды вибродиагностики имеют высокую стоимость, которая измеряется тысячами долларов США. Становится актуальной задача в разработке миниатюрного, бюджетного, учебного вибростенда для практического исследования проектируемых печатных узлов электронной аппаратуры.

Конструктивные параметры радиоэлектронной аппаратуры должны выбираться так, чтобы обеспечить вибропрочность и виброустойчивость аппаратуры. Появляется необходимость в проведении практических испытаний конструкции на соответствие заданным параметрам.

Ставится задача в разработке стенда, который сможет произвести измерение механической амплитудно-частотной характеристики печатных узлов и определение частоты механического резонанса.

Наиболее простой метод измерения амплитудно-частотной характеристики – является дискретное измерение амплитуды вибраций объекта исследования на заданной частоте с последующим объединением полученных данных в единое графическое изображение, которое позволит произвести визуальную оценку амплитудно-частотной характеристики объекта исследований. Выявление частоты резонанса конструкции осуществляется по поиску максимальной амплитуды вибрации на определенной частоте, которая и будет являться частотой резонанса.

Для реализации данного метода измерения необходимо, чтобы стенд имел устройство задачи вибраций и устройство измерения вибраций.

В ходе исследований изучено несколько возможных принципов измерения вибраций. Установлено, что наиболее точным методом измерения вибраций, является оптико-электронный метод. Так же было установлено, что устройство формирования вибраций должно иметь тяжелую станину, установленную на демпфирующем покрытии для предотвращения паразитных колебаний. В качестве возбудителя вибраций используется электромагнит, так как другие возбудители (электрический двигатель со смещенным центром тяжести и пр.) не позволяют добиться необходимой амплитуды вибраций в заданном диапазоне частот. Объект исследования должен быть закреплен на станине способом, аналогичным креплению в конструкции. Формирователь вибраций не должен вносить искажений в характер возбуждения объекта, для чего предлагается использовать подвеску с демпфирующими свойствами в виде резиновых полос.

В качестве оптико-электронной системы измерения вибраций предлагается использовать оптическую пару, состоящую из инфракрасного светодиода в качестве излучателя и фототранзистора, в качестве приемника, подключенных согласно структурной схеме приведенной на рис. 1.

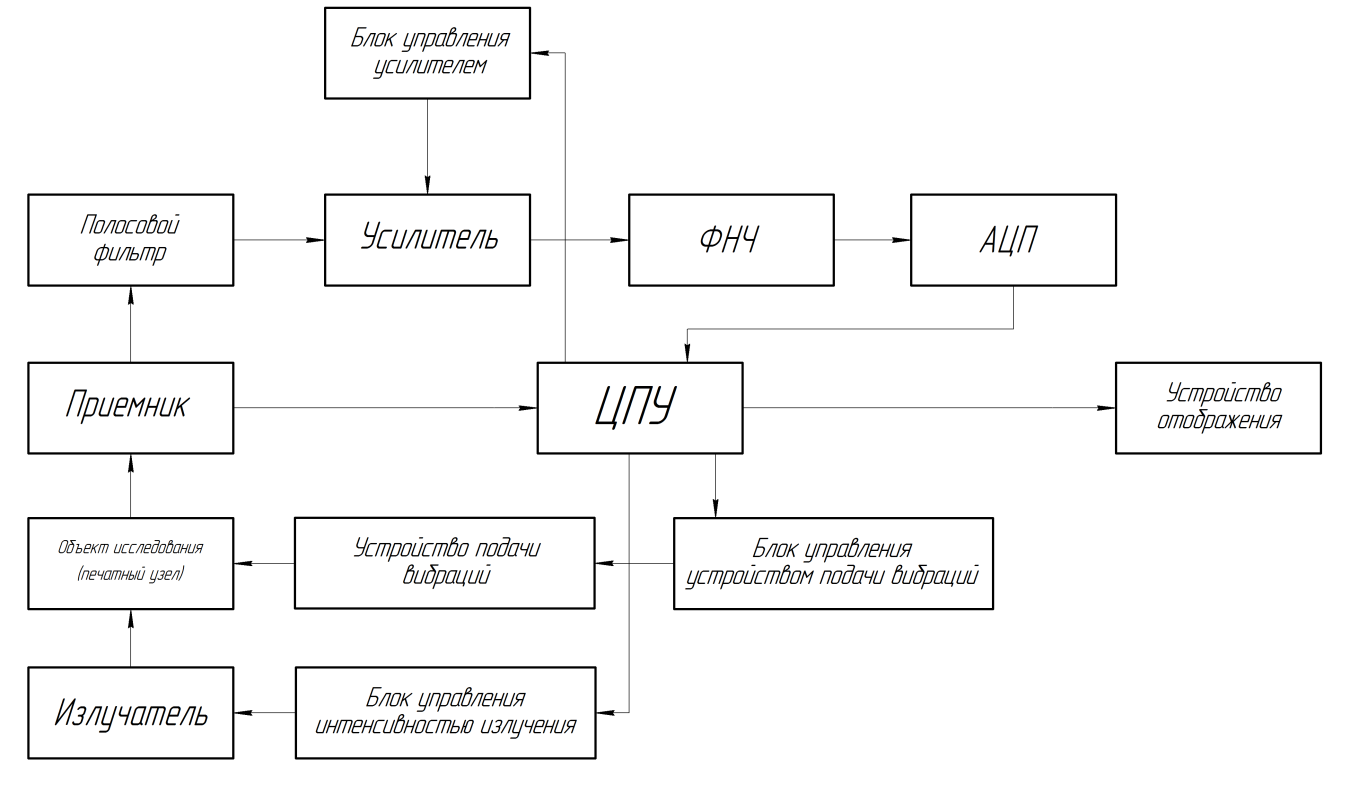


Рисунок 1 – Структура учебного вибростенда

Проведенные экспериментальные исследования подтвердили работоспособность данной системы и возможность использования её в учебном процессе.

\*Научный руководитель – к.т.н., доцент каф. 502 В.Н. Олейник.

УДК 629.01

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ БЛОК ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ   
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ МЮОННЫХ ПОТОКОВ   
КОСМИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

*С.А. Плохов\*, студент каф. 502*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

В работе рассмотрен измерительный блок экспериментальной установки для проведения исследований мюонных потоков космического происхождения.

Данная тема является актуальной, так как полученные данные о количестве падающих на земную поверхность атмосферных мюонов дают возможность предсказать с определенной вероятностью какое-либо космическое явление. Такими явлениями могут быть вспышка на солнце, разбиение метеорита и т.д. Также с помощью экспериментальных установок можно изучать характеристики космических лучей и отдельных вторичных частиц.

Целью данной работы является разработка измерительного блока экспериментальной установки для проведения научных исследований мюонных потоков космического происхождения или вторичных частиц космического происхождения разрабатываемой в отделе физических основ ИРЭ НАН Украины. Принцип работы данной установки заключается в детектировании или регистрации мюонных частиц, поступающих из космоса в виде космических лучей, с помощью сцинтилляционных детекторов, с использованием метода мюонной диагностики. При разработке измерительного блока использованы следующие основные составные части устройства, которыми являются: измеритель тока, усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и пиковый детектор.

Данный принцип позволяет получить максимальную точность количественной оценки проходимых через экспериментальную установку вторичных частиц, минимальные шумы, а также довольно простую в конструкторском плане и в плане реализации систему.

В экспериментальной части были проведены исследования разрабатываемого измерительного блока, моделирование работы устройства, разработан печатный узел измерительного блока, используемый корпус, выявлены основные параметры устройства.

В том числе проведена трассировка печатной платы с необходимыми параметрами и компонентами, выполненная с помощью систем автоматического проектирования P-CAD 2006 и DipTrace.

\*Научный руководитель – к.т.н., профессор каф. 502 М.Ф. Бабаков.

УДК 621.383.52

ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ АППАРАТА «ИСКУССТВЕННОЕ СЕРДЦЕ»

*Д.В. Теличко\*, студент каф. 502*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

В мире ежегодно более 100 тысяч человек нуждается в пересадке сердца, и лишь около 4 тысяч донорских органов находятся в распоряжении трансплантологов. Помимо нехватки донорских органов еще возникает ряд биологических и социальных проблем связанных с трансплантацией. Поэтому задача создания технических средств выполняющих функцию сердца остается актуальной.

Искусственное сердце (ИС) – частично или полностью имплантируемое техническое устройство, позволяющее временно заменить насосную функцию собственного сердца больного, когда оно становится неспособным выполнять требуемую работу по обеспечению организма достаточным количеством крови.

Разработаны и проходят экспериментальную апробацию электромеханические и электрогидравлические насосные устройства. Их механическая часть, электронный блок управления и резервный источник питания являются полностью имплантируемыми. Однако задача долговременной бесперебойной работы данных устройств не может быть решена без обеспечения адекватного энергоснабжения.

Оценочное значение работы разового сокращения сердца человека в состоянии покоя составляет около 1Дж. Считая, что в среднем сердце совершает одно сокращение в секунду, выполненная работа за сутки составит ~ 86400 Дж. При активной мышечной деятельности работа сердца может возрастать в несколько раз. Если учесть, что продолжительность систолы – около 0,3 с, то средняя мощность сердца за время одного сокращения – ~ 3,3 Вт. Полученная энергетическая оценка говорит о том, что процесс преобразования электрической энергии в механическую потребует дополнительных затрат на 10…30% больше от полезной мощности.

В известных технических решениях в состав имплантанта входит аккумуляторная батарея, которая должна обеспечить работоспособность устройства в экстренных случаях. Длительность автономной работы в этом режиме не превышает 30 минут. Штатный же режим аппарата ИС предусматривает подключение к внешнему источнику электропитания. При нахождении пациента в стационарных условиях это сетевой блок питания или аккумулятор большой емкости. Для возможности свободного перемещения пациента используют носимый блок электропитания на базе сменных аккумуляторов средней емкости.

При таком рассмотренном техническом решении остается проблемным (как с медицинской так и инженерной позиций) способ подключения внешнего блока питания к имплантированным устройствам. Наиболее простое решение – использование изолированных проводниковых выводов от имплантанта на поверхность наружного кожного покрова. Такой подход приемлем при непродолжительном использовании аппарата ИС. При длительном применении возможно травмирование близлежащих биотканей, проникновение внешних инфекций, возникновение биологической несовместимости.

Очевидно, что для длительного применения аппарата ИС перспективным является бесконтактный способ обеспечения его электропитания. К беспроводным (без гальванической связи) методам передачи электроэнергии относят электромагнитное излучение радиочастотного и оптического диапазонов, емкостную и магнитную связь источника и приемника.

Передача энергии излучения оптического диапазона к имплантированному приемнику через кожу и мягкие ткани невозможна вследствие существенного его поглощения даже в инфракрасном диапазоне. Препятствие для использования переменных электрического и электромагнитного полей это ионная проводимость внутренних биоструктур и наличие проводящих металлических элементов в конструкции ИС.

Магнитные свойства биотканей в их макроскопических проявлениях слабо отличаются от водных растворов и являются в основном диамагнитными и парамагнитными с модулем магнитной восприимчивости *|ϰ|<<1* (***B*** *= μμ0****H*** *= μ0(1+ ϰ)****H***, где ***H*** и ***B*** напряженность и индукция магнитного поля). Поэтому внешние квазистатические и низкочастотные магнитные поля без существенных потерь и искажений проникают вглубь биотканей. Это явление широко использовано в построении магниторезонансных томографов, перепрограммирования имплантированных электрокардиостимуляторов, других радиоэлектронных вживляемых устройств.

Таким образом, для бесконтактного энергоснабжения аппарата «Искусственное сердце» перспективно использовать переменное магнитное поле с индуктивной связью между внешней возбуждающей цепью и приемной внутренней.

К основным инженерным задачам следует отнести: построение специального трансформатора с разнесенными на расстояние 20…30 мм (толщина биотканей) первичной и вторичной обмотками, оптимизация частоты и формы переменного тока, коэффициента трансформации, выбор параметров магнитопровода и его формы. Следует также учитывать, что при потребляемой мощности 5…10 Вт токи во вторичной обмотке будут достигать единиц ампер.

\*Научный руководитель – к.т.н., профессор каф. 502 В.П. Олейник.

УДК 621.315.592

ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГЕОМАГНИТНЫХ ФАКТОРОВ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

*В.П. Олейник,* к.т.н., профессор; *Д.В. Теличко, студент каф. 502*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Воздействие геомагнитного поля на человека тесно связано с солнечной активностью. Магнитные бури, вызванные динамикой солнечной активности, влияют не только на космические объекты, но и на процессы, происходящие на Земле, в том числе и в биосфере.

Проведено немало исследований с корректной статистической обработкой данных отражающих реакцию живых организмов на флуктуации геомагнитного поля изменением медико-биологических характеристик. Однако при этом не анализируется энергетический механизм такого воздействия, как исходный действующий фактор. Рассмотрим некоторые физические явления поясняющие возникающий сенсорный эффект.

Первоначально отметим, что для всех биосред, как водосодержащих, присущи диамагнитные свойства, а также частично парамагнитные (свободные радикалы органических веществ). Поэтому относительная магнитная проницаемость биотканей μ ≈ 1, а внешнее квазистатическое геомагнитное поле свободно проникает в биосреды. Для подвижных биоструктур обладающих ионной электрической проводимостью (например движение крови по сосудам) будут характерны магнитогидродинамический эффект и эффект Холла. Первый связывают с изменением вязкости биосред, второй с появлением поперечной э.д.с. в сосудистом русле. Однако расчетная оценка влияния указанных факторов вследствие действия геомагнитного поля детально не проводилась.

Рассматривая действие геомагнитного поля, невозможно объяснить биологические проявления без привлечения квантового механизма передачи энергии поля биосреде.

Наиболее адекватной квантовой системой живой биосреды является молекула. Квантовые переходы молекул с одного энергетического уровня на другой характеризуют спектры частот (испускания и поглощения). Вероятность квантовых переходов определяет наличие внешнего электромагнитного излучения в соответствующем диапазоне частот. Рост спектральной плотности электромагнитного излучения техногенного происхождения в последние десятилетия существенно повышает такую вероятность.

Действие магнитного поля вызывает появление новых разрешенных энергетических состояний квантовой системы, приводящее к расщеплению исходных и возникновению новых спектральных линий излучения и поглощения. Это явление известно как эффект Зеемана.

Внешнее магнитное поле влияет на электронные спектры парамагнетиков, имеющих на внешней электронной оболочке неспаренный электрон. Резонансное поглощение электромагнитного излучения парамагнетиками получило название «электронный парамагнитный резонанс» (ЭПР). Минимальная частота ЭПР соответствует условию -

*fЭПР* = (*g*μ*БB*)/*h* ,

где *g* – множитель Ланде, μ*Б* – магнетон Бора, *В* – индукция внешнего магнитного поля. При величинах индукции земного магнетизма *В*≈10-5Тл, частота ЭПР лежит в интервале от единиц до десятков МГц. Учитывая, что парамагнитными свойствами в биосредах обладают свободные радикалы, которые характеризуют интенсивность биохимических процессов, можно полагать, что ЭПР является одной из составляющих энергетического действия геомагнитного поля на биообъекты.

Аналогично ЭПР, в присутствии внешнего магнитного поля и электромагнитного излучения возникает ядерный магнитный резонанс (ЯМР). Резонансная частота для ядер веществ, находящихся в атомах и молекулах определяется выражением

*fЯМР* = (*gЯ*μ*Я*(1 -k)*B*)/*h* ,

где *gЯ* – ядерный множитель Ланде, μ*Я* – ядерный магнетон вещества, k– постоянная экранирования, зависящая от электронного окружения ядер. При тех же указанных выше значениях индукции геомагнитного поля частота ЯМР лежит в интервале от десятков до сотен *кГц*.

Одной из разновидностей ЯМР является протонный ядерный магнитный резонанс на ядрах водорода. Учитывая, что биоткани во многом водо-, а следовательно и водородосодержащие вещества, то прежде всего протонный ЯМР также можно рассматривать одним из механизмов энергетического воздействия геомагнитного поля на биообъекты.

За время целевого исследования магнитных бурь наибольший зарегистрированный скачок величины магнитной индукции составил около10– 8 Тл, что существенно меньше средних значений собственного магнитного поля Земли*.* Однако, при изменении величины геомагнитного поля происходит сверхтонкое дорасщепление зеемановских энергетических подуровней, что служит условием широкополосного энергообмена (поглощения - излучения) биосред посредством квантов электромагнитного поля.

Рассматривая приведенные механизмы в ракурсе энергетического электромагнитного баланса биообъектов с окружающей средой, можно считать геомагнитное поле условием обеспечения этого баланса. А его флуктуации – приводящими к нарушению энергетического баланса.

УДК 004.415:378.091.214

ПОИСКОВАЯ СИСТЕМА КВАРТИР В НОВОСТРОЙКАХ

*М.А. Алейник, студент каф. 503; В.В. Дужая, ст. преподаватель;*

*В.И. Дужий, к.т.н., доцент*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.* *Жуковского «ХАИ»*

Рынок жилой недвижимости характеризуется сделками по купле-продаже, аренде квартир или домов. Квартиры являются основным объектом этого сегмента рынка, так как они составляют основную долю по сделкам с жилой недвижимостью, поэтому разработка поисковой системы квартир в новостройках, с информацией об их наличии, точной цене и планировкой квартиры является актуальной задачей. Однако существующие системы поиска квартир не вполне решают поставленную задачу, поскольку, как правило, ориентированы на поиск жилых комплексов.

Целью данной работы, являющейся стартап-проектом, является разработка системы поиска жилых комплексов по названию или улице, обладающего расширенными возможностями, основанного на фонетическом алгоритме поиска, который допускает наличие грамматических ошибок в искомых фразах. В проекте разработана геолокационная статистика посещаемости, которая позволяет узнать откуда, в какое время, кто и по каким поисковым параметрам перешел на просмотр страницы жилого комплекса. Разработанный поиск квартир в комплексах включает в себя более 20 критериев поиска, среди которых основными являются район, цена, количество комнат и площадь квартиры (общая и жилая). В качестве дополнительных параметров поиска можно выбрать этаж, класс дома, отдаленность от метро или других ближайших заведений (но не более 3 км).

Данный проект реализован в виде web-приложения, реализованного на языке программирования Python 3.4.1, использующего фреймворк Django 1.7.7. Разработка выполнялась в среде PyCharm 4.5. В качестве хранилища информации использовался сервер баз данных MySQL 5.6.24, для взаимодействия с python-приложением – WSGI интерфейс, и клиент для управления базами данных – HeidiSQL 9.2.

Разработанный программный продукт предназначен для использования в офисах риелторов менеджерами комплексов и агентами, а также обычными пользователями. Дальнейшее развитие поисковой системы может быть выполнено в направлении совершенствования фонетического алгоритма поиска, допускающего использование нескольких языков.

УДК 004.75.05

МЕДИЦИНСКАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ   
СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРЫ

*Д.Ю. Асеев, студент каф. 503; В.В. Дужая, ст. преподаватель;*

*В.И. Дужий, к.т.н., доцент*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

В настоящее время большинство систем базируется на монолитной архитектуре. Данный подход является традиционным, однако влечет за собой множество трудностей в дальнейшем сопровождении и масштабировании системы в целом. Одним из лучших способов решения данных проблем является переход от монолитной архитектуры к сервис-ориентированной (СОА). Главные преимущества микросервисной архитектуры – независимое функционирование основных частей системы и отсутствие связанности между ними.

Целью данной работы является проектирование и разработка системы электронного документооборота на основе микросервисной архитектуры. Основной задачей является разбиение монолитной архитектуры на множество web-сервисов, взаимодействующих между собой и клиентом.

Для решения поставленной задачи был разработан прототип, обладающий основными свойствами сервис-ориентированной архитектуры (слабая связанность, повторное использование, масштабируемость, инкапсуляция и автономность), а также реализован тестовый клиент, предназначенный для вызова web-сервисов, из которых состоит прототип системы.

Концепция микросервисов определяет стиль архитектуры информационных систем, с помощью которого разрабатываются приложения, построенные путем комбинации удаленных программных компонентов (микросервисов). Компоненты данной системы взаимодействуют через REST API, гарантируя слабую связанность сервисов.

УДК 004.67

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО   
ДОКУМЕНТООБОРОТА В МЕДИЦИНЕ

*Д.Ю. Асеев, студент каф. 503; В.В. Дужая, ст. преподаватель;*

*В.И. Дужий, к.т.н., доцент*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Данная работа посвящена разработке системы электронного документооборота в области медицины и здравоохранения. Выбранная предметная область является одной из важнейших в любой стране, поэтому на медицину и здравоохранение каждый год приходится немалый процент государственного бюджета. Исходя из этого, страна нуждается во внедрении реформы здравоохранения, направленной на улучшение качества обслуживания и создание страховой медицины по примеру других развитых стран мира.

Цель данной работы состоит в объединении государственных и частных клиник в единую базу, ведении персональной электронной карточки пациента (ПЭМК) и предоставлении медицинским учреждениям функционального инструмента с целью повышения качества медицинского обслуживания.

Основная задача данной работы заключается в анализе предметной области и разработке прототипа системы на основе микросервисной архитектуры. Для сопровождения лечебного процесса в электронном виде предлагается перейти от традиционной медицинской карты к ПЭМК, в которой собрана вся медицинская информация о пациенте, поступающая из различных медучреждений и иных источников. После выполненного анализа существующих прототипов были определены основные функции данной системы. Отмечено, что помимо функциональных требований, система должна обладать основными свойствами гарантоспособности.

Подобная система должна увеличить пропускную способность медицинских учреждений за счет ускорения процесса документооборота между врачами, клиниками и вышестоящими учреждениями, а также облегчить жизнь пациентам, предоставив им онлайн сервис с необходимым функционалом. Внедрение данной системы благоприятно отразится не только на пациентах, медицинских работниках и частных клиниках, но и на сфере здравоохранения всего государства.

УДК 519.01

СИСТЕМА пошаговой демонстрации работы   
оптимизационных алгоритмов на графах

*Е.В. Баев, студент каф. 503; С.М. Нечаусов,* *ст. преподаватель;*

*З.Б. Холодная, ст. преподаватель*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Доклад посвящен системе, осуществляющей пошаговую демонстрацию работы алгоритмов на графах.

Актуальность данной темы заключается в широком использовании алгоритмов оптимизации на графах как в самой математике, так и в ее приложениях и самых разнообразных областях науки, техники и практической деятельности. В частности, теория графов находит свое применение в информатике и программировании, химии, экономике, логистике, в коммуникационных и транспортных системах, схемотехнике. Отсюда вытекает необходимость досконального изучения оптимизационных алгоритмов на графах.

В связи с этим была поставлена задача разработки учебного модуля, который визуализирует граф и отображает пошаговую работу следующих алгоритмов: поиска минимального остовного дерева, поиска кратчайших расстояний между заданными вершинами графа. В работе рассмотрены вопросы, связанные с разработкой удобной визуализации заданного пользователем графа. При этом, как показали исследования, наиболее эффективным является реализация силовых методов визуализации графа.

В результате разработки были исследованы теоретические аспекты теории графов без их привязки к конкретной проблематике, которая используется в информатике, программировании, химии, экономике, логистике, в коммуникационных и транспортных системах, схемотехнике.

УДК 004.056

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УЧЕТА АСПЕКТА CYBER SECURITY   
ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ДОРОЖНЫХ СИТУАЦИЙ

*В.В. Бородавка\*, студент каф. 503; Р.В. Салахов\*, студент каф. 503*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Широкое внедрение информационных технологий (ИТ) в современное транспортное средство (ТС) приводит к появлению принципиально новых видов угроз. Если ещё несколько лет назад ТС было примитивным механизмом под управлением человека, то сегодня очевидна тенденция к трансформации ТС в компьютер на колесах. Это приводит к важности проблемы обеспечения *Cyber Security*, поскольку новые ИТ увеличивают количество рисков связанных с безопасностью ТС и участников движения − *Safety*. Наблюдаемая тенденция показывает, что чем сложнее система в целом, тем больше зависимость между аспектами безопасности, а именно *Cyber* *Security и* *Safety*.

Целью работы является прогнозирование и учет различных кибератак при моделировании автотранспортного происшествия, а также разработка концепции ИТ. Данная концепция позволяет создать программный продукт для учета аспекта *Cyber* *Security* при моделировании реальных дорожных ситуаций. Моделирование происшествий осуществляется при помощи программного продукта компании *vCRASH Inc.* «Virtual Сrash 3.0». Во время исследования проводится моделирование различных дорожных ситуаций с учетом кибератаки и без нее. Полученные данные позволяют провести анализ влияния аспекта *Cyber* *Security на Safety* с последующей разработкой методов и приемов для предотвращения этой угрозы или уменьшения ущерба от ее осуществления.

Итогом работы являются модели осуществления атак на информационные подсистемы автомобиля, исследование методов их предотвращения, а также разработка концепции ИТ для учета аспекта *Cyber* *Security*. Эти результаты позволят в дальнейшем снизить риски, путем использования данных моделей при проектировании или использовании отдельных модулей автомобиля, отвечающих за безопасность.

*\* Научный руководитель – к.т.н., доцент каф. 503 Е.В. Брежнев.*

УДК 519.688

КРИПТОСИСТЕМЫ МАК-ЭЛИСА И НИДЕРРАЙТЕРА   
В КОНТЕКСТЕ ПОСТКВАНТОВОЙ КРИПТОГРАФИИ

*А.С. Вамболь\*, аспирант*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Стремительное развитие квантовых компьютеров и квантового криптоанализа делает большинство современных асимметричных криптосистем уязвимыми к криптографическим атакам, что обуславливает необходимость развития постквантовой криптографии — совокупности криптографических алгоритмов, устойчивых к квантовым атакам.

Одним из наиболее перспективных классов постквантовых асимметричных криптосистем являются криптографические схемы, основанные на кодах обнаружения и исправления ошибок, классическими представителями которых являются криптосистемы Мак-Элиса и Нидеррайтера, использующие двоичные коды Гоппы. Таким образом, проблема исследования данных криптографических схем обладает высокой степенью актуальности.

В докладе рассмотрены криптосистемы Мак-Элиса и Нидеррайтера, дано их теоретическое обоснование, приведены сравнительные характеристики данных криптографических схем и других асимметричных криптосистем. Описаны основные особенности двоичных кодов Гоппы и их ключевая роль в обеспечении криптостойкости данных систем.

Основными преимуществами криптографических схем Мак-Элиса и Нидеррайтера, помимо устойчивости к квантовыми атакам, являются высокая скорость шифрования и быстрый рост криптографической стойкости при увеличении длины ключа. Кроме того, криптосистема Мак-Элиса обеспечивает вероятностный характер шифрования, а схема Нидеррайтера может быть использована для создания электронной подписи. Главным недостатком данных криптосистем является большой размер открытого и закрытого ключей.

\*Научные руководители: д.т.н., профессор каф. 503 А.В. Потий,

д.т.н., профессор каф. 503 В.С. Харченко.

УДК 004.921

АНАЛИЗ ДВИЖКОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИГР

*Т.В. Вивчар, студент каф. 503;В.В. Дужая, ст. преподаватель;*

*В.И. Дужий, к.т.н., доцент*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Данная работа посвящена анализу причин использования современных игровых движков и выбору критериев их оценивания. В последние два десятилетия индустрия компьютерных игр развивается с невероятной скоростью. Самой сложной частью написания игры является создание игрового движка.

Понятие «игрового движка» появилось в 1990-х годах, когда оборудование стало более технически развитым. Многие разработчики перестали писать игры с нуля и начали создавать свои «игровые ресурсы», чтобы в дальнейшем использовать их в нескольких проектах. Игровой движок представляет из себя совокупность систем и свойств, которые упрощают используемые функции игры, а сам движок состоит из подсистем, которые управляют определенными частями игры.

Основная причина использования движка – упрощение процесса разработки игры. Так, для вывода изображения на экран движок способен заменить одной функцией вызов множества библиотек. Движки позволяют разработчикам работать абстрактно, исключая низкоуровневые операции. Такой подход позволяет получить более управляемый и организованный код игры, уменьшая общее количество ошибок. Движок помогает сделать игру портируемой, упрощая перенос игры на другую библиотеку или платформу. Кроме того, компании разработчики движков предоставляют интегрированную среду разработки, в том числе со свободными версиями, позволяя привлечь в индустрию игр больше разработчиков для создания качественных продуктов.

На основе проведенного анализа были выявлены критерии оценивания игровых движков, которые приведены в докладе. Дальнейшее развитие данной темы возможно в направлении методики выбора движка при разработке игр с заданными требованиями.

УДК 629.01

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ К СОЗДАНИЮ   
СТАРТАП ПРОЕКТОВ

*А.С. Гнып\*, студент каф. 503*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Данная тема является актуальной, т.к. на сегодняшний день начинающие проекты имеют широкое распространение. Начинающие проекты, или стартап проекты, как правило, созданы не так давно и могут находиться в стадии развития или исследования рыночных перспектив. Для повышения вероятности успеха проекта необходимо исследовать рынок, определить наиболее актуальные отрасли для развития, выявить тренды на рынке и потребности клиентов.

Была поставлена задача исследования создания стартап проектов. Как показывают исследования, рынок стартапов постоянно развивается. Основными проблемами развития стартап проектов являются поиск актуальных трендов развития, а также поиск средств на реализацию проекта. Нередко хорошая идея может быть не реализована или может не получить необходимую поддержку со стороны потенциальных потребителей. На сегодняшний день существуют системы краудфандинга (народного финансирования), позволяющие решить проблему поиска средств для реализации стартап проекта. Такие системы позволяют находить потенциальных потребителей продукта, демонстрировать существующие наработки по проекту, а также собирать средства необходимые для запуска проекта. Но проблема выявления актуальных трендов развития остается актуальной.

В результате исследований проанализированы преимущества и недостатки существующих систем краудфандинга. Предложен способ улучшения систем краудфандинга путем внедрения инструмента для выявления трендов направлений развития проектов. Такой инструмент позволит увеличить вероятность коммерческого успеха для стартап проекта.

*\*Научный руководитель – к.т.н., доцент каф. 503 Д.Д. Узун.*

УДК 004.413.5

ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ:   
ОБЗОР И АНАЛИЗ БАГТРЕКИНГОВЫХ СИСТЕМ

*А.А. Давиденко\*, студент каф. 503; А.А. Лесков\*, студент каф. 503*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Система отслеживания ошибок (англ. bug tracking system) — прикладная программа, разработанная с целью помочь разработчикам программного обеспечения (программистам, тестировщикам и др.) учитывать и контролировать ошибки (баги), найденные в программах, а также следить за процессом устранения этих ошибок. На рынке предлагается много багтрекинговых систем различных производителей. Поэтому задача оценки их качества и выбора системы является актуальной.

Целью работы является обзор и анализ существующих решений багтрекинговых систем.

В работе приводится обзор наиболее популярных багтрекинговых систем. Даны практические рекомендации по использованию таких систем, как Jira и Mantis. Рассмотрены элементы методики оценки качества багтрекинговых систем. Предложен профиль характеристик качества и проведено сравнение существующих багтрекинговых систем, выявлены их достоинства и недостатки. Предлагаются метрики для количественной оценки качества багтрекинговых систем. Приводятся результаты экспериментальных метрических исследований для различных показателей качества.

*\*Научный руководитель – к.т.н., профессор каф. 503 А.А. Орехов.*

УДК 621.391.037

АНАЛИЗ СТОЙКОСТИ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ   
НА ОСНОВЕ ХЕШ-ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

*В.В. Дубинина\*, студент каф. 503*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Достижения квантовых вычислений сформировали новые вызовы для классических криптографических схем. Квантовые компьютеры способны выполнять параллельные вычисления путём использования принципа суперпозиции из квантовой механики, например, n-битный квантовый регистр может одновременно находиться во всех 2**n** возможных состояниях.

Квантовые компьютеры могут эффективно решать проблемы разложения числа на составные модули, используя алгоритм Шора. В связи с этим в криптографическом сообществе ведётся активный поиск новых криптографических примитивов, которые смогут эффективно противостоять алгоритмам, построенным на квантовых вычислениях. Такие алгоритмы относятся к классу постквантовых.

Постквантовая криптография – это общее понятие для всех криптосистем, которые могут противостоят атакам, опирающимся на квантовые компьютеры. Постквантовая криптография изучает 4 типа криптографических алгоритмов: алгоритмы на основе решеток, мультивариативная криптография, преобразования на основе помехоустойчивого кодирования, криптография на основе хеш-преобразований.

Перспективным направлением является схема цифровых подписей на основе хеш-преобразований. Одной из таких схем является схема «Lamport and Merkle». Данная схема цифровой подписи обладает хорошими скоростными характеристиками, удобная в реализации и опирается на хорошо известный криптографический аппарат – функцию хеширования.

*\*Научный руководитель – д.т.н., профессор каф. 503 А.В. Потий.*

УДК 621.391.037

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АЛГОРИТМОВ   
ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ НА ОСНОВЕ   
МУЛЬТИВАРИАТИВНОЙ СХЕМЫ ШИФРОВАНИЯ

*Е.В. Евсеева\*, студент каф. 503*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского «ХАИ»*

Достижения квантовых вычислений сформировали новые вызовы для классических криптографических схем. В частности, в соответствии с учетом ENISA , а также, по мнению других исследователей, считается, что схемы цифровых подписей на основе RSA, DSA и даже на основе преобразования точек на эллиптических кривых уже не могут считаться безопасными. В связи с этим в криптографическом сообществе ведется активный поиск новых криптографических примитивов, которые смогут эффективно противостоять алгоритмам, построенным на квантовых вычислениях. Такие алгоритмы относятся к классу постквантовых. Постквантовая криптография – это общее наименование всех криптосистем, которые могут противостоять атакам, опирающимся на квантовые компьютеры. Пост квантовая криптография изучает 4 типа криптографических алгоритмов:

– алгоритмы на основе решеток;

– мультивариативная криптография;

– криптография на основе хеш-преобразований;

– преобразования на основе помехоустойчивого кодирования.

В докладе рассматриваются схемы электронной цифровой подписи на основе мультивариативных преобразований. К таким схемам относятся:

– Unbalanced Oil and Vinegar (UOV);

– Hidden Field Equations (HFE);

– Hidden Field Equation vinegar (HFEv);

– Rainbow.

Проблема решения мультивариативных алгебраических уравнений относится к классу np-полных задач. Поэтому, можно предположить, что они будут стойкими к квантовым вычислениям. В докладе рассматривается характеристики алгоритмов цифровой подписи, построенных на основе MQ-криптографии, а именно:

– показатели криптографической стойкости;

– показатели технической реализации алгоритмов;

– техно-эксплуатационные требования.

На основе анализа данных показателей делается вывод, что системы цифровой подписи на основе MQ-преобразований вполне могут использоваться в перспективе для замены существующих подписей в публичных приложениях.

*\*Научный руководитель – д.т.н., профессор каф. 503 А.В. Потий.*

УДК 004.8

СИСТЕМА МЕДИЦИНСКОГО МОНИТОРИНГА И ПОДДЕРЖКИ   
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ   
МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ПОРТАТИВНЫХ ДАТЧИКОВ

*Е.В. Егорова,* *аспирант; А.А .Галькевич, доцент;*

*В.С. Харченко, д.т.н., профессор*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

На современном этапе в медицине усиленно используются информационные системы. Сложность предметной области актуализирует использование систем поддержки принятия решений. В работе рассмотрены принципы непрерывного измерения портативных датчиков и построения, разработки и внедрения системы поддержки принятия решений.

Медицинские данные имеют свою форму, и увеличение их объемов сопровождается проблемами, которые обуславливают необходимость создания информационных систем. Отличия от экономических или технических информационных систем создают дополнительные сложности при работе с ними. Диагностические системы в настоящее время более универсальны, но описание признаков и симптомов, форматы для записи данных,организация записей определяются персонально; отсутствуют стандарты в терминологии, формате, шкалах измерения медицинских данных и т.д.

Довольно часто для принятия медицинских решений свойственны недостаточность знаний, ограниченность временных ресурсов, отсутствие возможности привлечения компетентных экспертов, неполнота информации о состоянии больного. Указанные факторы являются причинами врачебных ошибок, которые могут привести к дальнейшей потере здоровья пациента. Поэтому наряду с разработкой медицинских информационных систем важной является задача создания медицинских систем поддержки принятия решений.

В работе решаются следующие задачи:

* непрерывное измерение параметров сотояния;
* непрерывный контроль состояния человека медицинским работником;
* повышение эффективности работы медицинского персонала;
* оптимизация зон обслуживания объектов;
* автоматизированная поддержка процессов реагирования службы скорой медицинской помощи;
* повышение информационной открытости и прозрачности деятельности.

Рассмотрена информационно-аналитическая система позволяющая аккумулировать, обобщать и обеспечивать своевременный обмен достоверной информацией по диагностированию заболеваний в однопрофильных медицинских учреждених. Предложенные решения позволяют систематизировать и унифицироватьпроцедуры обработки диагностируемой информации. Кроме того, упрощается и автоматизируется процесс обработки возрастающих объёмов диагностируемой информации, связанной с увеличением в последнее время (в том числе и неинвазивных) методик диагностирования пациентов. Опыт диагностирования не нужно дополнительно фиксировать или описывать, поскольку он аккумулируется в настраиваемых синаптических весах при обучении или дообучении нейросетевых модулей. Кроме того, предложенный метод позволяет накапливать, обобщать и обмениваться опытом диагностирования заболеваний с учетом специфических региональных особенностей в пределах отдельного региона. Дальнейшие исследования необходимо сосредоточить на разработке методов и средств обеспечения надежности и безопасности системы и оценки точности распознавания заболеваний.

УДК 004.715

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОНЛАЙН КРЕДИТОВАНИЯ

*В.А. Желтухин, студент каф. 503; В.В. Дужая, ст. преподаватель;*

*В.И. Дужий, к.т.н., доцент; А.В. Желтухин, ст. преподаватель*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Работа посвящена анализу современных систем онлайн кредитования и реализации web-портала системы онлайн кредитования. Традиционные финансовые организации, предоставляющие услуги кредитования, зачастую вызывают неприятие или даже отторжение у клиента навязчивым сервисом, непрозрачностью финансовых расходов, длительной процедурой оформления и множеством документов, которые должны быть предоставлены клиентом для получения кредита. Таким образом актуальной является разработка web-портала, который сможет автоматически выдавать кредиты пользователям и отсеивать не кредитоспособных людей.

Развитие сети интернет привело к появлению большого количества веб-порталов компаний, предоставляющих клиентам финансы на весьма выгодных условиях. Такие компании не требуют никаких обязательств, необходимости посещать данное финансовое учреждение лично, предоставлять документы о доходах, передавая средства на карту клиента онлайн в короткие сроки после оформления кредита на портале компании.

Разработанный Web-портал должен быть связан с базой данной УБКИ (Украинские бюро кредитных историй) и МБКИ (Международное бюро кредитных историй) для проверки данных о пользователе и выяснения кредитоспособности клиента. Кроме того, предлагается реализация скролинговой системы, которая должна проверять подлинность загруженных фото или сканов документов, а также позволять проводить акции и бонусы для расширения клиентской базы. Для погашения кредита пользователю должны быть предоставлены максимально удобные способы: через сети терминалов, любой другой банк или через банковскую карточку.

В данной работе представлены результаты анализа существующих кредитных организаций, позволившие составить техническое задание на разработку web-портала, реализующего ряд дополнительных функций он- лайн кредитования, отсутствующие у основных финансовых учреждений. Результаты анализа и реализация базовых функций кредитного web- портала, который связывается с УБКИ и МБКИ и отправляет данные о действиях пользователя в систему 1С, представлены в докладе.

УДК 004.65

ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ В БАЗАХ ДАННЫХ

*Д.Ю. Загоруйко\*, студент каф. 503*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

На данный момент самым оптимальным методом работы с большими объёмами информации является база данных. Это – совокупность материалов, представленная в объективной форме, и систематизированная так, чтобы эти материалы могли быть обработаны при помощи компьютера. И одной из самых главных задач и проблем является защита этой информации, так как зачастую от неё зависит работа целых компаний, а любой сбой приводит к существенным материальным потерям.

Эта проблема ставит задачу данного исследования, она заключается в исследовании различных способов защиты информации и определения надежности каждого из них. На данный момент различают основные и дополнительные методы защиты информации в базах данных. Основные: защита при помощи пароля; шифрование данных; дифференцирование прав доступа к базам данных; защита полей и записей таблиц баз данных.

Самый простой из этих методов – это защита паролем. Пароль устанавливается администратором или самим пользователем и хранится в специальных файлах системы управления базой данных в зашифрованном виде. Если же пароль не шифруется, то является довольно уязвимым элементом, а, так как пользователю нужно помнить его, то пароль может быть записан и впоследствии использоваться третьими лицами. Так что, несмотря на простоту, защита паролем считается самой ненадежной.

Шифрование является более мощным средством защиты. Основным атрибутом шифрования является ключ, который определяет метод кодирования информации в вид, непригодный для чтения.

Дифференцирование прав доступа к БД определяется возможными действиями над объектом для разных пользователей. К примеру, всеми правами над объектом обладает владелец и администратор, а остальные пользователи – лишь теми правами, которыми их наделили.

К дополнительным средствам относятся такие, которые непосредственно нельзя отнести к средствам защиты как таковым, но которые прямо влияют также и на безопасность данных: повышение достоверности вводимых данных; обеспечение целостности связей таблиц; контроль значений данных при помощи встроенных средств; совместное использование объектов базы данных в сети.

В качестве эксперимента на предмет уязвимости на функционирующей базе данных были протестированы все основные методы защиты информации и были определены показатели надежности для каждого из них.

\*Научный руководитель – к.т.н., доцент каф. 503 В.Я. Певнев.

УДК 006.065

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СТАНДАРТОВ   
АВТОМАТИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПЕНТЕСТИНГА

*Ю.С. Зарбужян\*, студент каф. 503*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Любое фундаментальное техническое или технологическое новшество, предоставляя возможности для решения одних социальных проблем и открывая широкие перспективы для развития личности и общества, всегда вызывает обострение старых или порождает новые, ранее неизвестные проблемы, становится источником новых потенциальных опасностей.

Таким образом, пентестинг становится все более востребованным при определении рисков информационной безопасности. Возникает потребность в автоматизации оценки рисков, которая должна быть проведена согласно международным стандартам, это поможет определить ценность результатов пентеста и обосновать затраты.

Главная задача стандартов информационной безопасности — создать основу для взаимодействия между производителями, потребителями и экспертами по квалификации продуктов информационных технологий.

#### В связи с этим было проведено сравнение уже существующих проектов, рассмотрено множество стандартов информационной безопасности (ISO, NIST, ISO/IEC, IPPF, COBIT 5 и т.д.).

Стандартизация проведения пентест мероприятия – это документальное подтверждение рационального использование ресурсов, механизмов и квалифицированной аналитики в процессе выполнения поставленной задачи.

\*Научный руководитель – к.т.н., доцент каф. 503 Д.Д. Узун.

УДК 004.75.05

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЦЕССА РОЗРОБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПО МЕТОДОЛОГИИ SCRUM

*Д.А. Земляк, студент каф. 503;* В.В. Дужая, ст. преподаватель;

В.И. Дужий, к.т.н., доцент

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Качество программного продукта в значительной мере обеспечивается выбором подходящей методологии проектирования. Наиболее популярной методологией является Scrum, широкое использование которой сдерживает отсутствие полнофункциональных средств автоматизации данного процесса разработки. Данная работа посвящена автоматизации процесса разработки программного обеспечения по методологии Scrum, для чего разработано веб-приложение, которое может быть использовано разработчиками для эффективной организации процесса разработки по данной методологии.

Целью данной работы является веб-приложения, которое позволяет создавать проекты, добавлять в них других пользователей – членов команды, организовывать задачи для выполнения в рамках “спринтов” в соответствии с методологией, определять “спринтам” сроки. Пользователи могут комментировать задачи, тем самым оставляет необходимые личные заметки для членов команды, сопровождать задачи и проекты документацией.

Разработанный программный продукт поддерживает русскую и английскую локализацию, и позволяет разграничить доступ пользователей к различным модулям системы и данным, хранящимся в них. Администратор системы имеет возможность восстанавливать закрытые (удаленные) проекты и аккаунты пользователей.

Данный программный продукт функционирует в операционной системе Windows 10, написано на языке C# с использованием следующих технологий ASP.NET WebApi 2, AngularJS, CastleWindsor, Entity Framework. В качестве хранилища данных использует СУБД SQL 2014.

УДК 65.011.56

Система помощи водителю длинномерного транспорта при движении задним ходом

М.С. Зимин, *студент каф. 503*; А.В. Желтухин, ст. преподаватель;

А.А. Галькевич, доцент

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

При управлении транспортными средствами всегда возникают проблемы в контроле машиной. Особенно, если необходимо аккуратно ею управлять для безопасного въезда в ангар, гараж, склад со входом, который едва превышает габариты машины. В настоящее время эта проблема решается привлечением нескольких человек, которые дают указания водителю. И часто этот процесс занимает много времени и привлечения дополнительных сотрудников.

Для облегчения данного процесса возникает необходимость использовать систему помощи водителю длинномерного транспорта при движении задним ходом. В настоящее время существуют системы видеонаблюдения, расположенные на задней части автомобиля, информация с которых отображается на дисплее в кабине водителя. Пользование такой системой требует от водителя хороших практических навыков движения задним ходом на данном виде транспорта.

Предлагаемая система не только передает изображение пространства, расположенного сзади автомобиля, но и строит 3d-модель пространства, преобразованную в вид изображения для имитации движения автомобиля вперед с учетом индивидуальных технических и габаритных особенностей данного транспортного средства.

Вся информация будет передаваться на панель управления и проецироваться на лобовом стекле автомобиля в виде объемной 3d-модели. Расстояние до препятствий будет отображаться таким же способом и дополнительно при помощи постоянно обновляемой числовой информации. При слишком малом расстоянии до препятствия будет активироваться голосовое напоминание и подсветка необходимого сектора на устройстве отображения.

Для данной системы потребуется установить несколько видеокамер и датчиков расстояния в задней части автомобиля. Поступающая информация обрабатывается процессором и отображается водителю в удобном для восприятия виде.

УДК 004.056.55

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АЛГОРИТМА ЭЛЕКТРОННО ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ С УЧЕТОМ КВАНТОВОЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ

*А.С. Карпенко\*, студент каф. 503*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Квантовый компьютер является пока гипотетическим устройством, возможность построения которого связана с развитием квантовой теории в области многих частиц и сложных экспериментов; разработки в данной области связаны с новейшими открытиями и достижениями современной физике. В настоящее время были практически реализованы лишь единичные экспериментальные системы, исполняющие фиксированный алгоритм небольшой сложности.

Инфраструктура открытых ключей - это набор средств, распределенных служб и компонентов, с использованием криптографических методов. Те, в свою очередь, являются важным инструментом, которые необходимые для гарантирования безопасности. На сегодняшний день алгоритмы криптозащиты с открытым ключом базируются на вычислительной сложности: факторизации больших чисел, дискретного логарифмирования. Наиболее известными являются алгоритмы RSA, DSA. Однако эти алгоритмы станут небезопасными, после того как появится прикладной квантовый компьютер. С использованием квантового компьютера и алгоритма Шора можно будет скомпрометировать используемые криптоалгоритмы с открытым ключом за приемлемое время. Поэтому необходима альтернатива классическим схемам, которые устойчивы к атакам, связанным с квантовыми технологиями. Исходя из требований квантовой защищенности, предлагается использовать: суперсингулярные эллиптические кривые, мультивариативную криптографию, криптографию на основе помехоустойчивого кодирования, криптографию на основе хеш-функций.

В данном докладе будет уделено внимание криптографии на основе хеш-функций. Еще в 1970 годах Ральф Меркли изобрел альтернативу вышеупомянутых схем. В схеме подписи Меркли используется одноразовая подпись, которая называется “Схема подписи Лампота” и, собственно, дерево хеш-значений, которое именуется “Дерево Меркли”.

Основной целью работы, является показать свойства, структуру “Схемы подписи Меркли”, а также обосновать его криптостойкость.

Результатом работы является получение программного обеспечения, моделирующую работу рассмотренной схемы.

В ходе произведенного анализа существующих схем ЭЦП выявлены их недостатки, намечены возможные пути устранения этих недостатков.

*\*Научный руководитель – к.т.н., доцент каф. 503 В.Я. Певнев.*

УДК 681.58

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОРМОРАЗДАТЧИК

*Ю.Н. Кибец, студент каф. 503; А.А. Галькевич, доцент;*

*А.В. Желтухин, ст. преподаватель*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Автоматизация кормороздатчи характеризуется частичной или полной заменой человека, специальными техническими средствами контроля и управления. С помощью, автоматизации производства повышается надежность и продлевается срок службы технологического оборудования повышается безопасность. Он становится более престижным, при этом сокращается текучесть рабочей силы, увеличивается ее количество и повышается качество. Внедрение нового оборудования – платформы с манипулятором коромороздатчика, позволит перевести производство в зоопарках (фермах, приютах) на высокоиндустриальную основу.

Разрабатываемое устройство предназначено для автоматизации кормораздатчи, что позволит увеличить производительность и улучшить условия труда, освободить рабочих от тяжелого, монотонного, физического труда, так как очень часто человек не в состоянии правильно управлять технологическим процессом кормораздачи вследствие своей физической невозможности правильно оценить количество раздаточного корма, его влажность, скорость движения раздатчика кормов и прочее, а так же позволяет снизить себе стоимость и потери продукции - корма.

В результате работы было проведено исследование по разработке устройства коромороздатчика, позволяющего работать автоматизировано, имеющего такие функций: движение вперед- назад, с заданной скоростью на заданное расстояние; повороты на заданные углы; дозированная кормораздача; остановка при столкновении; реагирование на препятствие; анализ заполнение бака и возврат на заправку; анализ заряда аккумулятора и возврат на заправку; управление аварийной сигнализацией; функция программирования через интерфейс USB; хранение данных в БД (виды животных, кормов, маршрутов, дозировка, количество оставшего корма, фотографии).

Положительными качествами от применения средств автоматизации, данного прибора, является выполнение следующих задач: - выполнение таких функций управления, который человек не может обеспечить в силу своих физических возможностей; - замена человека в условиях связанных с изнурительным или опасным трудом или же с выполнением простых однотипных операций; - выполнение функций с более высокой производительностью.

УДК 004.75.05

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ГЕОКЭШИНГА

*А.С. Кириченко, студент каф. 503;* В.В. Дужая, ст. преподаватель;

В.И. Дужий, к.т.н., доцент

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Работа посвящена геокэшингу. Геокэшинг – это всемирная туристическая игра, суть которой заключается в создании и поиске тайников. В геокэшинг можно играть семьёй, компанией или в одиночку, и этот вид семейного отдыха стремительно набирает популярность в последнее   
время.

На сегодняшний день геокэшинг превратился в крупнейшую базу   
достопримечательностей планеты. Благодаря геокэшингу можно побывать в малоизвестных местах планеты, о которых не пишут в путеводителях. Многие люди благодаря этой увлекательной игре путешествуют по миру: человек сам создаёт себе интересный маршрут, соединяя точки с тайниками на карте, и, следуя этому маршруту, путешествует по миру. Геокэшинг подходит для изучения географии, истории и краеведения. Он, по большей части, является коллективной игрой, которая помогает приобретать навыки общения с людьми, находить нужную информацию, решать проблемы сообща.

В данном приложении реализован веб-сайт, позволяющий выполнять поиск тайников по координатам, названию, стране, региону, городу. Посетитель сайта может просмотреть информацию о тайнике и фотографии, связанные с ним. На сайте предусмотрена возможность регистрации. Каждый зарегистрированный пользователь имеет личную страницу, на которой отображается информация о пользователе, добавленные фотографии, последние добавленные и посещённые тайники. Такие пользователи могут добавлять новые тайники в систему, комментировать и загружать фотографии для уже существующих тайников. Эти пользователи могут отмечать в системе посещенные тайники и просматривать аккаунты других пользователей. Администратор имеет возможность удалять комментарии, фото, тайники и отправлять пользователям сообщения на электронную почту.

Веб-сайт написан на языке программирования C#, и при его разработке использованы следующие технологии: ASP.NET MVC, Entity Framework, AutoMapper, Castle Windsor.

УДК 629.01

ПЛАТФОРМА DOCKER КАК СЕРВИС

*А.В. Ковтун \*, студент каф. 503*

*Национальный аэрокосмический университетим. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Ускорение роста систем облачного вычисления, повышение емкости дата-центров и скорости обмена данными поставило задачу на понижение затрат на поддержание отдельных приложений.

Подход виртуализации хоть и является достаточно производительным, но вместе с этим дает значительный перерасход ресурсов, связанный с виртуализацией всей операционной системы. Затраты на поддержание операционной системы варьируются от 20% до 90% всего вычислительного времени в зависимости от накладных расходов на операционную систему.

Применение контейнеризации позволяет изолировать приложение от системы, упростить его миграцию, а так же упрощает мониторинг приложения. Это позволяет отбросить полную виртуализацию операционной системы, повысить безопасность и ускорить процесс разработки, развертывания и деплоя приложения.

Выбор платформы Docker обоснован открытостью и наличия большого сообщества разработчиков. Преимуществом Docker является также наличие интерфейса команндной строки, упрощенная конфигурация, управление и мониторинг контейнера.

В экспериментальной части исследования был проведен анализ платформы Amazon Web Cloud, в частности сервисов для работы с платформой Docker.

\*Научный руководитель – к.т.н., доцент каф. 503 Д.Д. Узун.

УДК 629.01

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕКОНФИГУРИРУЕМЫХ РЕСУРСОВ   
В OPENSTACK

*И.Н. Колесник, аспирант; В.А. Куланов, к.т.н., доцент*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Растущий спрос на услуги, предоставляемые с помощью облачных технологий, обусловлен их преимуществами над традиционными вычислениями: сниженные относительно невысокие требования к вычислительной мощности ПК, сниженное энергопотребление, экономия аппаратных ресурсов провайдера. Облачные вычисления также характеризуются большей надежностью, поскольку отказ одного из серверов, предоставляющего услуги, не ведет к отказу системы.

Применение технологии ПЛИС в облачных вычислениях позволит позволяет ускорить выполнение многих ресурсоёмких задач, связанных с цифровой обработкой данных. Кроме того, элементная база ПЛИС может быть задействована непосредственно в качестве платформы, на которой разворачивается некоторая часть (чаще всего аппаратная) облачной инфраструктуры.

OpenStack является одной из популярных программных платформ, используемых для построения облачных сервисов. Она управляет такими аппаратными ресурсами как процессорное время, память, дисковое хранилище и предоставляет пользователям услуги типа IaaS. Платформа OpenStack также позволяет управлять и предоставлять пользователю «нестандартные» ресурсы, такие как графические процессоры и ПЛИС класса FPGA. Такие ресурсы могут служить ускорителями различных типов вычислений выполняемых одновременно, так как заранее спроектированные конфигурации ускорителей могут быть запрограммированы в реальном времени. Однако в настоящее время платформа OpenStack не использует возможности реконфигурации при подключении таких устройств.

Добавление поддержки реконфигурации в платформу OpenStack является актуальной задачей, так как позволит дать доступ пользователям не только к целому FPGA, но и к его части – реконфигурируемой области. Также поддержка реконфигурации позволит разместить на одном чипе FPGA несколько разных заранее запрограммированных ускорителей.

УДК 778.14

МЕТОДЫ ГАРАНТИРОВАННОГО УНИЧТОЖЕНИЯ ДАННЫХ   
С ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ

*Н.В. Криворучко\*, студент каф. 503*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Большинство ИТ-компаний заменяют 25% компьютерного парка в течение каждого года. Снятие данных со списанного носителя позволяет злоумышленнику не только обойти системы безопасности без проявления внешних признаков, но и сделать это практически законно. В случае неисправности, носитель с информацией обменивается на новый накопитель, а неисправный накопитель отсылается производителю или переводится на длительное хранение, а информация на нем остается.

Уничтожение данных используются государственными и коммерческими учреждениями в целях сохранения конфиденциальной информации. Также используется в средствах программного шифрования информации для безопасного удаления временных файлов и уничтожения исходных.

В твердотельных накопителях и НЖМД есть разные физические особенности, связанные с принципом их работы. SSD представляют собой микросхемы флеш-памяти, то есть состоят из полупроводниковых элементов, расположенных на печатной плате. В HDD же информация записывается на жѐсткие (алюминиевые или стеклянные) пластины, покрытые слоем ферромагнитного материала — магнитные диски.

Существуют аппаратные и программные способы удаления данных, но в силу описанных выше физических причин традиционные программные методы уничтожения данных на SSD не работают. Когда данные в SSD модифицируются, то FTL часто записывает новые файлы в разные места, попутно обновляя карту распределения памяти для отражения сделанных перемен. Результатом таких манипуляций становится то, что остатки от прежних файлов, которые авторы именуют «цифровыми останками», в виде неконтролируемых дубликатов продолжают сохраняться на диске.

Для безвозвратного удаления данных с SSD, используется следующие методы: физически уничтожить каждую микросхему накопителя, либо использовать специализированное ПО для удаления данных с SSD накопителей.

Наиболее эффективным способом для безопасного удаления данных с SSD накопителя является использование устройств, шифрующих своѐ содержимое. Здесь процедура очистки сводится к уничтожению ключей шифрования в специальном разделе, именуемом «хранилищем ключей».

*\*Научный руководитель – ст. преподаватель каф. 503 М.В. Цуранов.*

УДК 004.77

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ VPN

*Б.В. Литвиненко\*, студент каф. 503*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Технология VPN представляет собой объединение отдельных машин или локальных сетей в виртуальной сети, при этом связь между устройствами происходит по открытой сети (например, Интернет) с использованием шифрования. Для компаний остро стоит вопрос безопасного подключения своих филиалов к корпоративной сети, как правило для этого используются общедоступные каналы связи, а для повышения уровня безопасности – VPN. Обычные пользователи используют технологию VPN, не только для шифрования траффика, но и для сокрытия своего реального IP-адреса и обхода различных систем фильтрации сайтов.

Существует 2 типа сетей VPN:

1. Удаленный доступ (виртуальная частная сеть удаленного доступа (VPDN)) – это соединение между пользователем и LAN, используемое компанией, сотрудникам которой требуется подключение к частной сети из различных удаленных местудент Как правило, корпорация при создании большой сети VPN удаленного доступа в некоторой форме предоставляет своим пользователям учетную запись удаленного подключения через Интернет с помощью поставщика услуг Интернета.
2. Сеть-сеть – Используя специализированное оборудование и крупномасштабное шифрование, компания может объединить множество фиксированных узлов через сеть общего пользования, например, Интернет. Сети VLAN типа "сеть-сеть" можно еще разделить на:
   1. Интрасети (между офисами одной компании);
   2. Экстрасети (между компанией и партнером или клиентом).

Наиболее полно технология VPN реализована в следующих протоколах: IPSec, PPTP, L2TP, GRE, SSL/TLS и IP-in-IP. Между собой указанные протоколы отличаются степенью поддержки в ОС и уровнем работы в модели OSI. Наиболее популярны среди провайдеров являются протоколы: PPTP, L2TP. Наиболее популярные мобильные ОС поддерживают следующие протоколы: IPSec, PPTP, L2TP.

Встроенная в мобильные ОС поддержка VPN имеет узкую направленность и направлена на возможность построения корпоративных сетей связи, для добавления других технологий или повышения уровня безопасности VPN необходимо использовать сторонние приложения.

*\*Научный руководитель – ст. преподаватель каф. 503 М.В. Цуранов.*

УДК 621.396.097

РАЗРАБОТКА РЕДАКТОРА И ПРОСМОТРЩИКА   
ОДНОЛИНЕЙНЫХ СХЕМ

*А.М. Ломакин; студент каф. 503; Е.В. Бабешко, ст. преподаватель*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.* *Жуковского «ХАИ»*

Однолинейные схемы являются одним из наиболее распространенных вариантов представления информации в автоматизированных системах диспетчеризации для энергетики. Проектирование однолинейных схем является очень важной и трудоемкой работой, требующей удовлетворения положений как национальных, так и международных стандартов. Добавление телеметрической информации на однолинейные схемы позволяет в режиме реального времени отслеживать состояние коммутационных аппаратов, сигнализировать о нештатных ситуациях, а также просматривать состояние в режиме ретроспективы.

Проведенный анализ показал, что в настоящее время однолинейные схемы, как правило, создаются в универсальных векторных графических редакторах (например, Visio) либо в графической среде SCADA-систем (например, WinCC, iFix). Недостатком первого подхода является сложность «оживления» однолинейной схемы путем отображения на ней актуального состояния, а к недостаткам второго подхода следует отнести высокую стоимость SCADA-систем и отсутствие в них готовых базовых элементов однолинейных схем, соответствующих национальным стандартам. Таким образом, создание специализированного графического редактора однолинейных схем с возможностью последующего просмотра актуальной телеметрической информации на схеме является актуальной и востребованной задачей.

Целью данного исследования является разработка программного обеспечения, позволяющего создавать однолинейные схемы по существующим стандартам оформления, как украинским, так и международным. Для достижения поставленной цели необходимо проведение глубокого анализа действующих норм проектирования однолинейных схем, а также изучить физическую модель элементов схемы.

В разрабатываемом программном обеспечении кроме выполнения графической составляющей задачи необходимо предусмотреть хранение в себе физической модели всей схемы, взаимодействие с базой данных телеметрической информации с целью автоматического определения состояния ее элементов и изменения их графического отображения.

УДК 004.415.2

МОДИФИКАЦИЯ SMART WATCH

*В.М. Лукащик \*, студент каф. 503; К.И. Ревизорова\*, студент каф. 503*

*Национальный аэрокосмический университетим. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Представленная модификация концепции Smart Watch, UniWatch – это компьютеризированные наручные часы с расширенной функциональностью. Современные аналоги не позволяют пользователю получить точный результат для быстрого обнаружения нарушения параметров здоровья человека, таких как температура и пульс. Кроме уже реализованных функций в существующих аналогах разрабатываемая модификация позволяет определять отклонения пульса от нормы и предпринимать действия, направленные на сохранение жизни и здоровья человека.

UniWatch позволит за короткий промежуток времени производить сбор параметров человека с сохранением и обработкой полученных данных как в приложении на смартфоне, так и в централизованном облачном хранилище. В таблице 1 приведена сравнительная характеристика аналогов.

Таблица 1 – Современные устройства smart watch

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип Smart Watch | Тип дисплея | ОС | Bluetooth | Time | Вибрация | Пульс | t◦C | Уровень защиты | Цена |
| UWatch Smart GT08 | TFT LCD | Android,iOS | 3.0 | ⸗ 7 дней | + | + | - | IP57 | 1782 |
| ASUS ZenWatch | AMOLED | Android | 4.0 |  | + | + | - | IP55 | 5 625 |
| Samsung SM-R720 | Super AMOLED | Android | 4.1 | ⸗ 3 дней | + | + | - | IP68 | 6 956 |
| Sony SmartWatch 3 | TFT LCD | Android | 4.0 | ⸗ 2 дней | + | - | - | IP68 | 4 611 |
| Uni Watch | TFT LCD | Android,iOS | 4.1 | ⸗ 7  дней | + | + | + | IP68 | ⸗5000 |

В отличие от существующих аналогов, UniWatch не только накапливает показатели параметров здоровья и измеряет пульс каждые 15 минут, а также анализирует их в соответствии с нормальными показателями здоровья, и систематизирует результаты измерения с последующей графической визуализацией в виде графиков и таблиц, дополняя их советами и рекомендациями по улучшению в сравнении со среднестатистическими рекомендациями ВОЗ и показателями здоровья пользователя. Например, советы по поводу уменьшения нагрузки или увеличению времени сна.

При переходе пульса в состояние, не соответствующее норме для данного пользователя, прибор переходит в режим быстрого реагирования. Измерение температуры и пульса происходит каждые 3 минуты и, в зависимости от уровня критичности, посылается извещение службам скорой помощи. Схема работы UniWatch представлена на рисунке 1.

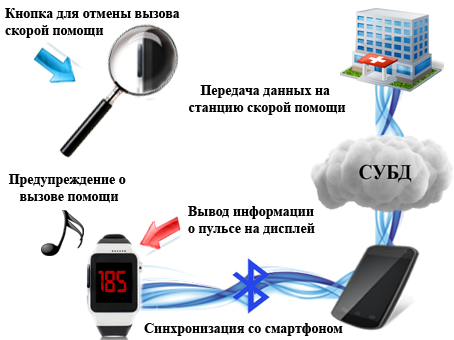


Рисунок 1- Принцип работы

Объект исследования: человеческий организм. Предмет исследования: параметры здоровья организма (пульс и температура). Цель исследования: быстрое реагирование на отходящие от нормы изменение параметров человеческого организма. Задачи исследования: разработка модификации Smart Watch для исследования параметров организма человека, разработка системы поддержки принятия решений для рекомендации по улучшению состояния здоровья, разработка СУБД для хранения данных состояния здоровья в облачном виде, разработка клиентского приложения, а также средств защиты пользовательских данных о состоянии здоровья и доступа к устройству.

Средства защиты:

- Подключение к GPS осуществляется только при переходе устройства в режим быстрого реагирования;

-Обязательная авторизация и аутентификация пользователя;

- Фильтрация почты, которая связана с аккаунтом в приложении;

- Хранение данных в облачной СУБД в зашифрованном .

Результаты исследования могут быть использованы при срочной госпитализации и оказания первой медицинской помощи, а также для личного мониторинга параметров организма.

*\*Научный руководитель – ст. преподаватель каф. 503 О.А. Ильяшенко*

УДК 621.18

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ДЛЯ ТВЕРДОТОПЛИВНОГО КОТЛА

*Н.А. Лучко, студент каф. 503; А.А. Галькевич, доцент;*

*А.В. Желтухин, ст. предподаватель*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Твердотопливный котел – это теплогенератор, использующий в качестве топлива бурый или черный уголь, кокс, дрова, щепу, тырсу, прессованные топливные брикеты, пеллеты, отходы переработки различных продуктов растениеводства. Наиболее распространенные виды топлива – дрова и уголь и пеллеты.

Современные котлы снабжаются электронными системами управления, хотя более дешёвые конструкции котлов управляются вручную.

В связи с ростом цен на газ, многие стали переходить на автономное отопление дома(предприятия) путем установки твердотопливного котла с горелкой.

Преимущества твердотопливных котлов:

- доступность;

- использование нескольких видов топлива;

- невысокая стоимость топлива;

- автономность (не требуется подключение к электрической сети и других коммуникаций);

- пиролизные котлы имеют высокий коэффициент полезного действия и большое время работы на одной загрузке.

Главной задачей, которую ставит перед собой разработчик, является автоматизация процесса, т.е. что бы пользователю не нужно было подбрасывать топливо и следить за перегревом котла.

Для этих целей разрабатывается автоматика, которая следит за:

- температурой топочных газов;

- температурой центрального отопления;

- температурой горячей воды;

- аварийными ситуациями и т.д.

Проблемы существующих решений:

1. Не во всех автоматика имеется автоматическая подача топлива (внешний шнек);
2. Нет правильного и корректного алгоритма работы автоматики под разную мощность котла и различные режимы работы, что в свою очередь увеличивает расход топлива и делает систему не экономичной, а значит нерациональной;
3. В автоматиках с радио и wi-fi модулями плохой уровень защиты передачи данных;
4. Модульность системы (система состоит из разных модулей, такие как главный модуль, термостат, gsm-модуль, силовая часть и т.д.).
5. Не вся автоматика имеет PID-алгоритм для просчета мощности горелки, из-за чего идет перерасход топлива и скачки температур.

В предлагаемой автоматике учтены все недостатки существующих решений. Подача топлива происходит полностью в автоматическом режиме. Количество подаваемой пеллеты пересчитывает автоматика с помощью PID алгоритма. Так же в будет возможность выбора двух режимов работы: с поддержкой (подача пеллеты при достижении заданной температуры), и без поддержки (с отключением внешнего шнека при достижении заданной температуры).

Для удаленного управления и мониторинга системы, используется беспроводной интерфейс wi-fi. С учётом того, что к блоку должны подключатся внешние модули, существует интерфейс RS-485.

УДК 004.056.55:004.274

ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА PRESENT НА ПЛИС

*С.О. Мартыненко, к.т.н., ст. преподаватель;*

*А.Е. Перепелицын, ст. преподаватель;   
К.Г. Кирякин, студент каф. 503;*

*А.Г. Лизогубов, студент каф. 503*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

PRESENT является блочным шифром и классической SP-сетью с 64-битными информационными блоками, 80- или 128-битным ключом и состоит из 31+1 цикла шифрования. Каждый раунд выполняется операция XOR с раундовым ключом Ki разрядностью 64 бита, который определяется функцией обновления ключа. Далее проводится рассеивающее преобразование: блок пропускается через 16 одинаковых S-блоков разрядностью 4, составленных таким образом, чтобы максимально повысить устойчивость алгоритма к линейному и дифференциальному криптоанализу.

Целью данного исследования является изучение особенностей реализации криптоалгоритма PRESENT на ПЛИС. Для достижения поставленной цели необходимо решить задачу разработки малоресурсной FPGA системы, реализующей шифрование и дешифрование с использованием алгоритма PRESENT.

Архитектура ПЛИС позволяет реализовать решение большей части задач последовательным или параллельным способом, что влияет на количество ресурсов, необходимых для создания проекта. Алгоритм PRESENT в варианте реализации ECB не имеет зависимости между блоками данных, что позволяет распараллелить процесс шифрования/дешифрования. Масштабирование представленного варианта аппаратной реализации криптоалгоритма PRESENT на ПЛИС может быть реализовано с помощью статической параметризации последовательных и параллельных частей. Такой подход позволяет настроить модули под требования проекта, то есть по количеству ресурсов или по производительности.

Детерминированность алгоритма шифрования не предоставляет возможности использования параметризации при описании составных частей, т.к. они фиксированы в рамках самого алгоритма. Однако, кроме функциональной параметризации, допускается параметризация самого способа реализации архитектуры. Разработанный прототип масштабируемой реализации алгоритма PRESENT на ПЛИС включает FPGA реализацию, использующую макетную плату Altera DE2, и программу на стороне хост-компьютера для формирования и проверки шифруемых данных.

УДК 004.715

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ   
WI-FI МАРШРУТИЗАТОРОВ (КЛАСС SOHO)   
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА БЕСПРОВОДНОГО ПОКРЫТИЯ

*В.Ю. Мерлак\*, студент каф. 503*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Актуальность проводимого исследования заключается в практической востребованности обеспечения качества беспроводного покрытия. На сегодняшний день рынок маршрутизаторов Wi-Fi довольно разнообразен и все они отличаются параметрами, в той или иной степени – у одних роутеров качество передачи данных лучше, пропускная способность, у других – выше мощность передачи сигнала.

Таким образом, возникает потребность в решении задачи выбора маршрутизатора, который будет обладать параметрами, удовлетворяющими потенциального потербителя - высокой пропускной способностью, мощностью передачи сигнала и невысокой стоимостью. Например, мощности работы некоторых роутеров может даже не хватать на небольшие помещения или может существенно теряться скорость при использовании Wi-Fi сети некоторым количеством пользователей.

В связи с этим были проведены исследования, в ходе которых к сети подключались различные устройства и измерялись основные показатели – индикатор силы принимаемого сигнала, ping и TTL для некоторых сайтов, скорость скачки и отдачи, фазовые и/или частотные случайные отклонения передаваемого сигнала, частота работы роутера, полоса пропускания и отношение сигнал/шум. Во время экспериментов использовалось разное количество подключённых устройств, и расстояние от используемых устройств до испытуемого маршрутизатора изменялось для различных опытов, а также с учитывалось наличие физических преград и частотных помех.

В результате исследований было выявлено, по каким критериям необходимо сранивать маршрутизаторы и какие из них показывают лучшие результаты во время нагрузки, увеличения расстояния и более устойчивы к помехам. На основе проведённых исследований можно сделать выводы об оптимальном количестве подключенных пользователей, а также о том, насколько сильно влияют преграды и помехи на мощность передаваемого сигнала.

\*Научный руководитель – к.т.н., доцент каф. 503 Д.Д. Узун.

УДК 65.011.56

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ДАВЛЕНИЯ   
В АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИНАХ

*В.Г. Мзоков, студент каф. 503; А.В. Желтухин, ст. преподаватель;*

*А.А. Галькевич, доцент*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

В связи со значительным влиянием давления в шинах на безопасность и эффективность работы транспортных средств, идея разработки таких систем возникла сразу же, когда появилась техническая возможность ее реализации.

Актуальность данной темы заключается в повышении безопасности автомобилей, в следствии чего минимизируется износ колеса и минимизируется расход топлива.

Однако, несмотря на относительно недолгий период развития, системы контроля давления в шинах за прошедшие несколько лет довольно сильно эволюционировали. Например, появились датчики, способные отслеживать не только давление внутри шины, но и температуру. Сегодня такие системы выполняют уже не просто функции контроля давления в шипах, по и осуществляют постоянный мониторинг этого и других параметров шин в режиме реального времени. При возникновении внештатных ситуаций такие системы немедленно информируют водителя о серьезных изменениях давления или температуры.

Используя в системе бесконтактный метод считывания с датчиков и наличие у датчиков уникального ID позволит использовать данные датчики в различных системах, таких как:

* автоматическое отслеживание проезжающих машин и поиск угнанных;
* использование в системе автоматической оплаты проезда по платным дорогам;
* автоматизация оплаты платной парковки;
* использование в системе пропускного режима для автотранспорта.

Данная система предназначена для повышения безопасности эксплуатации транспортных средств.

УДК 519.7

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА SHIFT-OR ПОИСКА   
ПОДСТРОКИ В СТРОКЕ

*Р.В. Мисюра\*, студент каф. 503*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.* *Жуковского «ХАИ»*

В настоящее время большой интерес представляют вопросы поиска подстроки в строке. Для решения данной проблемы используется алгоритм shift-or. Помимо вышеуказанного применения возможно использование для проверки орфографии и нечеткого поиска.

Целью данной работы является исследование работы алгоритма shift-or. Для достижения поставленной цели необходимо проанализировать данный алгоритм, а также задачу разработки программного решения, реализующего выбранный алгоритм.

Проведенный анализ показывает, что сложность данного алгоритма составляет O(mn), где m – длина строки, n – длина подстроки, что не является наилучшим показателем. Но у алгоритма есть и положительные стороны. Во-первых, он очень прост в реализации и в понимании того, как он работает. Во-вторых, он практически не требует дополнительной памяти (количество памяти которую требует алгоритм O(n), где n – длинна подстроки). В-третьих, логические операции shift и or процессор выполняет за один такт.

Для программной реализации был выбран язык программирования C#, поскольку он зарекомендовал себя как язык который позволяет быстро и удобно создавать программы.

На практике же алгоритм хорошо справляется при поиске небольших образцов P, таких как, например, английское слово. Несколько модифицированная версия данного алгоритма лежит в основе работы unix'овой утилите [agrep](http://en.wikipedia.org/wiki/Agrep) которая ищет образец в тексте с заданным числом ошибок.

Таким образом, shift-or представляет интерес для программной реализации и понимание принципа его работы очень важен.

\*Научный руководитель – *к.т.н., доцент каф. 503 А.В. Шостак.*

УДК 004.896

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ   
МИКРОКЛИМАТОМ В УМНОМ ДОМЕ

*Е.В.Молодык, студент каф. 503; А.А.Галькевич, доцент;*

*А.В. Желтухин, ст. преподаватель*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского «ХАИ»*

Способов воплотить в жизнь идею постоянного поддержания определённого «климата» существует достаточно много. Общее у них одно – это централизованная система управления, в которой каждое действие, включение или выключение определённого модуля расписано с точностью до секунды, а изменение температуры воздуха (как внутри, так и снаружи помещения) даже на одну десятую градуса по Цельсию является поводом для внесения коррективов в работу всей системы. Подсистема управляет всеми инженерными коммуникациями, отвечающими за микроклимат, в зависимости от заданных параметров и условий в помещении. При изменении температуры или влажности и в зависимости от того есть ли люди в помещении происходит корректировка, регулирование и поддержание необходимых параметров.

Автоматизированная подсистема управления микроклиматом создает самые комфортные условия для отдыха. Она обеспечит приятную прохладу в течении ночи, а под утро станет немного теплее. Подсистема управления микроклиматом в зависимости от заданных параметров выберет самый оптимальный и экономичный вариант в подборе оборудования (теплые полы, радиаторы отопления, система кондиционирования) и мощности его работы для обеспечения поддержания установленных условий микроклимата.

Благодаря автоматизированной подсистеме управления параметры микроклимата поддерживаются независимо от условий внешней окружающей среды. Это позволяет подобрать необходимые параметры в зависимости от времени года, наружной температуры, резких климатических и погодных изменений и наличия или отсутствия человека в умном доме.

При начале дождя или потоках сильного ветра, окна автоматически закроются. А при жаркой солнечной погоде автоматика самостоятельно прикроет жалюзи и включит систему кондиционирования.

Автоматизированная подсистема позволяет экономить энергоресурсы. Когда вы уходите из дома и извещаете систему, что «я ушёл» она переходит в режим экономичного энергопотребления, только поддерживая минимально необходимые параметры. За пару часов до того как Вы вернетесь домой автоматизированная система выйдет на номинальные параметры и доведет условия микроклимата до необходимых. Также есть возможность удаленного управления параметрами микроклимата с помощью телефона или интернета. В любое удобное время Вы можете зайти в систему управления и отрегулировать необходимые параметры или время включения определённой системы или оборудования.

Таким образом, автоматизированная подсистема управления микроклиматом будет являться частью большой целостной системой умного дома, и иметь возможность сообщаться с центральным модулем и обмениваться с ним данными.

Поэтому поручив автоматизированной подсистеме управления контролировать микроклимат вы сможете не погружаться в тонкости управления и регулирования инженерными системами, останется только наслаждаться уютом и комфортным пребыванием в своем доме.

УДК 004.056.55:004.274

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ ГПСЧ   
НА ОСНОВЕ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ

*А.Е. Перепелицын, ст. преподаватель; Р.А. Коваленко, студент каф. 503;*

*С.А. Левушевский, студент каф. 503; В.М. Волков, студент каф. 503*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Генераторы псевдослучайных чисел (ГПСЧ, PRNG – Pseudorandom Number Generator) имеют достаточно широкий спектр применения в современных вычислительных системах. К областям применения ГПСЧ можно отнести криптографию, моделирование, компьютерные игры и т.д. Существует множество различных алгоритмов для реализации ГПСЧ, при этом получение качественного ГПСЧ – является достаточно сложной задачей. В данном случае качество генератора определяется критериями хаотичности генерации.

Целью данного исследования является повышение производительности генератора псевдослучайных чисел. Для достижения поставленной цели необходимо решить задачи анализа существующих генераторов псевдослучайных чисел на основе клеточных автоматов и разработки такого генератора в виде программной модели для последующей реализации в ПЛИС.

Аналитический обзор источников показал преимущества реализации генератора псевдослучайных чисел с использованием аппарата клеточных автоматов. Клеточный автомат – это дискретная модель, которая включает регулярную решётку ячеек, каждая из которых может находиться в одном из состояний. Набор состояний представлен конечным множеством, таким как 1 и 0. Решетка может быть любой размерности. Для каждой ячейки определено множество ячеек, называемых окрестностью.

Для оценки производительности реализации клеточного автомата под названием «Правило 30» были разработаны программные и аппаратные варианты систем на её основе. Наибольший интерес представляет параметризируемая реализация в FPGA, представляющая собой реализацию алгоритма функционирования ГПСЧ на языке описания аппаратуры VHDL. Параметризация архитектуры в данном случае позволяет управлять количеством требуемых ресурсов FPGA, необходимых для реализации проекта.

К перспективным исследованиям следует отнести оценку производительность FPGA-реализации шифрования, основанного на применении клеточных автоматов.

УДК 004.853

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЕТСКОЙ   
ИНТЕРАКТИВНОЙ ИГРУШКОЙ

*Е.О. Семенюк, студент каф. 503; А.А.Галькевич, доцент*

*Национальный аэрокосмический университетим. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Интерактивные игрушки-роботы являются одним из важных направлений научно-технического прогресса, в котором проблемы механики соприкасаются с проблемами управления и искусственного интеллекта.  Кроме всего того, что присуще обычным куклам и играм, их интерактивные родственники умеют общаться с детьми и активно играют с ними – побуждают к действиям, разговаривают, поют, дают обратную связь, меняют свои движения и сигналы, ориентируясь на поведение чада.

Целью данного исследования является развитие и обучение ребенка в интересной игровой форме. Для достижения поставленной цели необходимо решить задачу анализа существующих систем датчиков, а также задачу разработки встроенной системы управления.

Анализ существующих реализаций показывает, что польза от таких игрушек очевидна: симпатичные интерактивные друзья помогают произносить слова, складывать их в предложения, четче выговаривать. Играя, ребенок учится лучше воспринимать информацию на слух, распознавать предложения, выполнять просьбы. Танцуя со своим другом, повторяя за ним простые движения, можно быстрее научиться уверенно сидеть, стоять, ходить, бегать, прыгать и даже танцевать. Многие интерактивные друзья дают конкретную полезную информацию – о животных, природе, окружающем мире, они также могут рассказать сказку, прочитать стих, спеть песню. Дети, играя, учатся моделировать различные ситуации, общаться, находить решения, но главное – они будут при этом веселиться и развлекаться.

Разработанная интерактивная игрушка выполняет следующие функции: ориентация в пространстве, реагирование на свет, реакция на тактильный контакт, распознавание и воспроизведение звуков.

Чтобы полноценно функционировать, любому роботу нужны высокие технологии. Интерактивная игрушка включает в себя операционную систему, набор датчиков, микропроцессор, набор сервоприводов, набор сенсоров, микрофоны, видеокамеру и т.д.

Работа механической системы игрушки требует достоверного позиционирования составных частей, что может быть реализовано за счёт системы датчиков.

УДК 004.75.05

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ КЕМПИНГА

*С.С. Серков, студент каф. 503;* В.В. Дужая, ст. преподаватель;

В.И. Дужий, к.т.н., доцент

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Данная работа посвящена популяризации автотуризма как одной из разновидности активного семейного отдыха. Сдерживающим фактором для автотуризма является отсутствие оборудованных кемпингов. Кемпингом является оборудованный летний лагерь для автотуристов, функционирование которого основано на самообслуживании. Малая известность большинства кемпингов является основной проблемой данного вида туризма.

Для улучшения работы и привлечения большего количества клиентов владельцы кемпингов, как правило, пользуются сайтами, которые позволяют увеличить пропускную способность кемпинга за счет привлечения клиентов, планирующих свой отдых, руководствуясь интернетом. Результатом данной работы должно быть веб-приложение, которое позволяет предоставлять услуги кемпинга для обслуживания автолюбителей в режиме онлайн.

В данной работе представлен программный продукт, который выполняет поиск различных типов услуг, предоставляемых кемпингом, по их имени, оценке и стоимости. Посетители сайта могут просматривать информацию об услугах аренды и дополнительных услугах, а также добавлять комментарии о них. Зарегистрированные пользователи могут заказывать выполнение услуг, указывая время начала и окончания выполнения услуг, просматривать список своих заказов и отменять свои заказы, путем их удаления. Такие пользователи могут оценивать полученные услуги и комментировать их. Администратор может добавлять новые услуги и фотографии к ним и удалять старые.

Данное приложение было реализовано на языке программирования С# с использованием технологий ASP.NET MVC, Entity Framework, AutoMapper и Castle Windsor.

Дальнейшее развитием данной работы может быть создание сети партнерских кемпингов, позволяющих планировать свой отдых во времени и пространстве.

УДК 004.75.05

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ КНИЖНОГО ИЗДАТЕЛЬСТВА

*Д.В. Спивак, студент каф. 503;* В.В. Дужая, ст. преподаватель;

В.И. Дужий, к.т.н., доцент

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Данная работа посвящена популяризации книгопечатной продукции и повышения интереса к отдыху с книгой путем расширения интернет-торговли книгами. Книжный интернет-магазин позволяет упростить процесс приобретения книг заинтересованным читателем, а издателю книг и авторам – оказать помощь в поиске своей целевой аудитории. В данной работе представлено веб-приложение, которое позволяет книжному издательству размещать информацию о своей продукции для просмотра книг, жанров, серий и авторов, а так же покупке книг online.

Разработанное веб-приложение, которое может использоваться издательством для популяризации книг и авторов путем размещения информации о своих книгах, публикации рецензий специалистов и отзывов читателей. Структура веб-сайта облегчает поиск нужной книги путем их группировки по языкам, времени издания, жанрам, сериям и авторам; присутствует также отдельный раздел, посвященный новинкам издания и переводной литературе. Любой пользователь может найти книгу на сайте по имени, жанру, принадлежности к серии и автору, в то время как зарегистрированные пользователи могут оставлять комментарий книге либо автору и выставлять оценку.

Разработанный программный продукт поддерживает полную локализацию, и разграничивает доступ пользователей к различным модулям системы и данным, хранящимся в них. Администратор системы позволяет редактировать и удалять комментарии, оставленные зарегистрированными пользователями, удалять и добавлять книги, которые есть на сайте, авторов и их книг, серии и жанры к которым принадлежат книги и авторы.

Сайт интернет-магазина реализован с помощью языка программирования Java, с использованием JavaScript. В разработке были использованы такие фреймворки: BackboneJS, DustJS, RequireJS, BowerJS. Были использованы ORM Hibernate и JPA, HTML, CSS, Spring Data и Spring Security. Дальнейшее развитие данного направления досуга возможно путем креативного подхода к организации конкурсов среди читателей и авторов, а также организации встреч читателей и авторов.

УДК 004.424.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ   
КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ МЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМ   
В КОНТЕКСТЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

*А.А. Стрелкина\*, аспирант*

*Национальный аэрокосмический университет «ХАИ»*

В настоящее время информационные технологии в медицине являются одним из наиболее динамически развивающимся направлением. Переход на современные информационные технологии в здравоохранении улучшает качество предоставляемого сервиса, сокращает время обследования, увеличивает точность диагностики, дает возможность проводить удаленные консультации, обследования, обработку первичной информации, долговременно хранить данные о пациенте в цифровой форме и при необходимости получить к ним доступ из любой точки мира.

Особенностью медицинской информации является ее конфиденциальность. Конституционной основой институтов врачебной и медицинской тайн является студент 32 Основного Закона Украины, которая содержит запрет вмешиваться в личную и семейную жизнь, а также предполагает, что сбор, использование и распространение конфиденциальной информации про личность без ее согласия не допускается, кроме случаев, определенных законом, и только в интересах национальной безопасности, экономического благополучия и прав человека. В студент 286 Гражданского кодекса Украины и студент 39-1 Основ законодательства Украины об охране здоровья закреплено право пациента на тайну о состоянии своего здоровья, а также о факте обращения за медицинской помощью, диагноз, ведомости, полученные во время его медицинского обследования.

Так как растет тенденция подключения медицинских устройств к сети, это увеличивает уязвимость эти приборов для вредоносных программ и злоумышленников.

Одной из основных задач в области кибербезопасности является разработка новых и совершенствование уже имеющихся методов и средств защиты информации. Мониторинг кибербезопасности предполагает постоянное наблюдение за процессами кибербезопасности для оценки их состояния и прогнозов развития.

Анализ показывает, что в настоящее время существуют два основных подхода к оценке кибербезопасности систем. Первый основан на характеристиках механизмов защиты для объекта оценки и достаточности системы защиты. Суть подхода в том, что вывод об уровне кибербезопасности делается на основании значение показателя эффективности системы защиты. Однако в данном подходе внимание уделяется лишь одному из аспектов кибербезопасности – защите информации от несанкционированного доступа. Второй подход основан на тесной связи системы показателей количественных оценок кибербезопасности системы с эффективностью функционирования этой системы в условиях воздействия всех видов угроз кибербезопасности. С точки зрения системного анализа, второй подход является методологически более верным, так как в этом случае выполняется один из основных принципов системного подхода, который заключается в том, что каждый элемент системы, выполняя определенную функцию, способствует достижению цели (выполнению общесистемной функции). Об эффективности функционирования этого элемента можно говорить тогда, когда существует прирост эффективности системы в целом.

Анализ показывает, что разработка методики оценки предполагает наличие или разработку модели объекта мониторинга, модели системы защиты, а в ряде случаев модели потенциального нарушителя.

Анализ систем и их ресурсов, угроз безопасности информации, средств защиты и их уязвимостей показывает сложность взаимодействий, приводящих к реализации угрозы. Для исследования кибербезопасности систем используются модели оценки безопасности ИС. Проведенный анализ литературных источников показывает, что существуют различные подходы к оцениванию кибербезопасности, которые отражают различные аспекты систем защиты.

Основное отличие моделей заключаются в том, какие параметры они используют в качестве входной информации, какие параметры моделируемой системы рассчитываются и поступают на выход модели. При этом, в качестве входной информации используется набранная статистика на существующих системы или данные экспертов.

Исследование существующих моделей показывает, что они не позволяют получить комплексные оценки одновременно по всем предъявляемым требованиям к системам.

Вследствие этого возникает потребность разработке универсальных и комплексных методов и моделей мониторинга кибербезопасности систем.

*\*Научный руководитель – к.т.н.,* доцент каф. 503 *Д.Д. Узун.*

УДК 004.415.538

ПРОГРАММНЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ТЕСТИРОВАНИЯ   
КОРПОРАТИВНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ В ОБЛАКЕ

*А. А. Тарасов, студент каф. 503; А.А. Орехов, к.т.н., профессор*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Современные корпоративные интеллектуальные системы (КИС) сегодня широко применяются в различных отраслях: транспорт, медицина, финансы и др. Архитектура КИС состоит из множества различных подсистем: серверов приложений, серверов, баз данных и т. д. Подобного рода системы должны удовлетворять высоким требованиям к качеству. Это требует разработки методов и инструментальных средств обеспечения качества КИС на всех этапах их жизненного цикла.

В связи с этим актуальной является задача эффективного тестирования программных решений на этапе их развертывания в публичных и частных облаках. Существует ряд решений, которые предоставляют среду для разработки и тестирования (Skytap и Sauce Labs) и инструменты для облачного тестирования (Apache JMeter, Soasta, Zephyr, Gomez). Данные средства имеют ряд ограничений и требуют своего дальнейшего развития.

Целью данной работы является анализ существующих решений и инструментальных средств тестирования с точки зрения возможности их применения для тестирования КИС на этапе развертывания в облаке.

В работе проанализированы международные стандарты в области интеллектуальных транспортных систем, рассмотрен профиль характеристик качества (надежность, производительность, безопасность, когнитивная совместимость и т. д.). Проведено сравнение существующих средств тестирования облачных приложений и выявлены их достоинства и ограничения. Сформулирована задача разработки методики для тестирования КИС в облаке.

В качестве примера КИС рассмотрена система кооперативного человеко-машинного интерфейса интеллектуальной транспортной системы, разработанной на кафедре компьютерных систем и сетей.

УДК 629.01

Исследование инструментальных средств   
построения деревьев событий   
для оценки безопасности Web-приложений

*А.Г. Тецкий\*, аспирант*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Системы управления контентом с модульной архитектурой позволяют создавать сайты с различным функционалом. Функциональность расширяется с помощью инсталляции соответствующих плагинов. Однако использование плагинов от сторонних разработчиков может нести непредсказуемый характер, в случае наличия в них уязвимостей. Найденная уязвимость может ставить под угрозу безопасность всех сайтов, использующих этот плагин. Например, количество инсталляций некоторых плагинов для самой популярной системы управления контентом WordPress измеряется сотнями тысяч. В связи с активным ростом количества Web-ресурсов, актуальной является задача повышения безопасности Web-ресурсов.

Дерево событий (ДС) – алгоритм рассмотрения событий, исходящих от основного события. ДС используется для определения и анализа вариантов достижения основного события. Это достаточно мощный и гибкий инструмент для анализа возможных проблем и поиска путей разрешения этих проблем. В связи с этим, анализ деревьев событий нашел широкое применение в области оценки рисков, поскольку является возможным оценить вероятность возникновения основного события (аварийной ситуации, отказа, успешной атаки).

К исследованию предлагается два программных средства:

* Fault Tree Analyser;
* Amenaza SecurITree.

Fault Tree Analyser – средство, позволяющее проводить анализ деревьев отказов с возможностью выбора режимов моделирования Не требует инсталляции, поскольку является бесплатным Web-сервисом. Содержит шаблоны для расчета вероятности отказа в аэрокосмической отрасли, железнодорожной отрасли, электронике, военной промышленности и энергетике. Позволяет задавать различные законы распределения входных величин.

Amenaza SecurITree – средство анализа деревьев, ориентированное на моделирование процесса атаки. Отличием от Fault Tree Analyser является то, что необходимо указывать формулу расчета вероятности для узла, объединяющего несколько событий по И/ИЛИ. Также для каждого узла можно указать стоимость осуществления данного события, таким образом, инструментальное средство рассчитывает стоимость осуществления каждого возможного сценария атаки. При моделировании можно установить «бюджет атаки», и инструментальное средство скроет те варианты атаки, стоимость осуществления которых превышает указанное значение. ПО лицензионное, однако доступна бесплатная trial-лицензия.

Основной сложностью при оценке безопасности Web-приложений является невозможность полного охвата проблемы безопасности, поскольку обеспечение безопасности является комплексной задачей. Для минимизации вероятности успешной атаки недостаточно иметь Web-приложение без уязвимостей, необходимо также:

* обеспечить безопасность используемого прикладного программного обеспечения на серверной стороне (ОС, СУБД и пр.);
* обеспечить безопасность сетевых протоколов (шифрование трафика с помощью SSL-сертификата);
* обеспечить безопасность на стороне пользователя (вредоносное ПО может передавать пароли и другую информацию третьим лицам);
* обеспечить защиту от методов социальной инженерии (ключевой фактор – уровень знаний пользователя в области информационной безопасности).

Если при построении дерева принимать во внимание все вышеперечисленные аспекты, то дерево выйдет слишком громоздким и тяжелым для понимания. Возникают сложности при выборе параметров модели, поскольку зачастую эти данные опираются на статистику, которую трудно или невозможно найти. Возникают проблемы и с детализацией каждого варианта атаки, так как это ведет к разрастанию дерева событий.

С помощью вышеупомянутых инструментальных средств были построены и проанализированы деревья атак, в которых раскрыты несколько вариантов успешной атаки Web-ресурса с использованием уязвимостей из OWASP Top-10.

\*Научный руководитель – к.т.н., доцент каф. 503 Д.Д. Узун.

## УДК 004.056

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ   
ПРОГРАММНЫХ ПЛАТФОРМ И ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ   
С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ КРИПТОАЛГОРИТМОВ

Ю.В. Трегуб, студент каф. 503; И.В. Лысенко, к.т.н., доцент

## *Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

С увеличением объёма циркулирующей в открытых сетях информации, а также информации хранящейся на жёстком диске пользователя, возрастает актуальность задачи её защиты. Часто данная задача решается преимущественно за счёт применения программно-реализованных криптографических алгоритмов, позволяющих обеспечить такие свойства защищаемых данных, как конфиденциальность, целостность и аутентичность. Существующие программные платформы и языки программирования позволяют пользователю реализовать подсистему криптозащиты данных на основе встроенных библиотек криптоалгоритмов (криптопримитивов).

Были проанализированы наиболее распространённые программные платформы (MS .Net Framework, Java) и языки программирования (Delphi, PHP, Python, XML) в отношении возможностей реализации криптопримитивов.

В ходе анализа было установлено, что наибольшим набором криптопримитивов среди программных платформ обладает Java. В частности, что касается симметричных алгоритмов шифрования, в Java, помимо алгоритмов, реализованных в .Net Framework, присутствуют блочные криптоалгоритмы RC5 и Blowfish, а также потоковые алгоритмы RC4 и Arcfour (в .Net Framework потоковые алгоритмы отсутствуют). Кроме того, в Java имеется возможность реализации несимметричного алгоритма шифрования Эль-Гамаля (кроме RSA), в то время как в .Net Framework несимметричное шифрование представлено только алгоритмом RSA. Помимо этого Java позволяет реализовать гибридную схему шифрования на основе эллиптических кривых ECIES. Такая же возможность имеет место и в языке Python, в отличие от остальных рассмотренных языков.

Криптопримитивы цифровой подписи в платформах .Net Framework и Java представлены одним и тем же набором алгоритмов, а среди рассмотренных языков программирования библиотека криптопримитивов языка Delphi содержит, помимо реализованных в других языках алгоритмов RSA и DSA, алгоритм на эллиптических кривых ECDSA. Также в рамках рассмотренных платформ (и в языке Python) имеется возможность реализации протокола Диффи-Хеллмана (ECDiffieHellman).

УДК 004.424

ПОДСИСТЕМА ОСВЕЩЕННОСТИ «УМНОГО ДОМА»

*А.О. Укрылова, студент каф. 503; А.А. Галькевич, доцент*

*Национальный аэрокосмический университетим. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Умный дом – система домашних устройств, способных выполнять действия и решать определенные задачи без участия человека. Наиболее распространенные примеры таких действий – автоматическое включение и выключение света, автоматическая коррекция работы отопительной системы или кондиционера и автоматическое уведомление о вторжении, возгорании или протечке воды. Домашняя автоматизация в современных условиях это чрезвычайно гибкая система, которую пользователь конструирует и настраивает самостоятельно в зависимости от собственных потребностей.

В целом, все существующие системы предоставляют схожие функции, при этом с каждым годом они развиваются все больше и больше. Система освещения- управляет отдельными светильниками и их группами, задает нужный режим работы, регулирует степень освещенности.

Возможности системы: ручное управление освещением; управление освещением с единого пульта; управление освещением по сценарию, учитывая время, дату, событие, срабатывание датчика; плавное включение/выключение света; установка скорости включения/выключения света; установка яркости освещения; имитация присутствия в доме.

Система локального управления – это управление световыми приборами в отдельно взятом помещении или комнате. Их использование является наиболее актуальным для таких видов помещений, где каждая из комнат выполняет различную функцию. Система глобального управления – это интеграция датчиков во все источники света. Весь набор осветительных приборов управляться при помощи единой и удобной панели управления. При разработке данного проекта осуществлялся анализ существующих подсистем освещения «умного дома», учтены все возможные достоинства и недостатки, на базе которых была осуществлена реализация данного проекта.

При реализации данного проекта была разработана система управления освещением «умного дома». Разработанная система позволяет реализовать многоточечный контроль, а также: управление энергоснабжением (переключение приборов в экономный режим энергопотребления (день/ночь, зима/лето), производить оценку освещенности, взаимодействие с другими подсистемами «умного дома» (включение / выключение освещения перед вашим приходом и после вашего ухода).Система реализована на современное элементной базе, предусмотрена возможность энергонезависимой работы при временно отключение источника питаний.

УДК 004.415:378.091.214

ГЕОКОНТЕКСТНАЯ РЕКЛАМНАЯ СЕТЬ

*Д.В. Федоренко, студент каф. 503; В.В. Дужая, ст. преподаватель;*

*В.И. Дужий, к.т.н., доцент*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.* *Жуковского «ХАИ»*

Для современных мегаполисов характерна высокая плотность застройки, приводящая к тому, что здания становятся все более объемными и нередко имеют сложную структуру, ориентироваться в которой могут только постоянные посетители. Применение систем спутниковой навигации внутри помещений (indoor-навигации) и вне зданий затруднено, что требует применения иных подходов и принципов.

Одним из подходов к решению проблемы indoor-навигации может быть использование геоконтекстной сети на основе маяков iBeacon, что позволяет решать ряд других задач, например, контекстной рекламы.

Целью данной работы является разработка небольшой геоконтекстной рекламной сети основанной на технологии BLE 4.0 с использованием маяков iBeacon. Сеть включает в себя андроид-приложение для вывода рекламных сообщений с использованием технологии BLE 4.0 и систему управления рекламными сообщениями.

Разработанная геоконтекстная рекламная сеть использует технологию маяков iBeacon для распространения идентификаторов рекламных сообщений на мобильные устройства, находящиеся в непосредственной физической близости к маяку iBeacon. Мобильные устройства получают эти идентификаторы, запрашивают информацию, привязанную к данному маяку, и отображают на устройстве пользователя. Web-приложение позволяет создавать, редактировать, удалять рекламный контент геоконтекстной рекламной сети, созданной на базе технологии BLE 4.0 отдельными группами пользователей.

Благодаря большим коммерческим перспективам, направление indoor-навигации становится все более популярным и привлекае внимание таких крупных игроков на рынке, как Google, Apple, Qualcomm, Broadcom, Sony, и в более широком контексте может быть использовано для широкого спектра задач по предоставлению информационных услуг как внутри помещений, так и целых кампусов.

УДК 621.391.037

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ДОВЖИНИ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПАКЕТУ   
В МЕРЕЖАХ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

*М.В. Цуранов, ст. викладач*

*Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»*

В наш час все більшого розвитку набувають бездротові мережі передачі даних. Найбільшого розвитку зазнають високошвидкісні мобільні мережі передачі даних LTE. Слід зазначити, що всі сучасні мережі базуються на стеку протоколів TCP/IP, а тому одна із основних проблем управління ресурсами будь-якої телекомунікаційної системи із комутацією пакетів під час надання послуг - це визначення компромісу між ступенем використання вже задіяних ресурсів мережі і рівнем якості надання послуг.

З точки зору економічної ефективності необхідно прагнути до найбільш повного використання задіяних мережевих ресурсів: пакетних комутаторів, маршрутизаторів і каналів передачі даних. Це необхідно для того щоб передавати якомога більші обсяги даних у перерахунку на одиницю вартості задіяного обладнання.

Слід зазначити, що на практиці навіть у добре спроектованих мережах коефіцієнт використання обладнання не перевищує 0,4 (оскільки доводиться резервувати мережні ресурси з метою забезпечення необхідного рівня якості обробки пакетів під час значних пульсацій трафіку).

Вибір величини коефіцієнта використання ресурсу мережі з урахуванням тонкої структури умов його застосування має визначальне значення. Величина цього коефіцієнту безпосередньо впливає на розміри черг пакетів до ресурсу та на час затримки пакетів в чергах і, за кінцевим рахунком, на якість надання телекомунікаційних послуг. Тому в процесі удосконалення роботи телекомунікаційних мереж намагаються знайти компроміс у досягненні двох протилежних цілей: зменшення втрати пакетів та зменшення часу обробки черги пакетів.

Мета пропонованої роботи: визначення ефективної швидкості передачі інформації у пакетних мережах.

Для пакетної мережі параметр навантаження пов’язується з такими показниками якості обслуговування, як час затримки повідомлення та ймовірність втрати пакету даних.

Ефективна швидкість передачі інформації із зростанням потенційної швидкості передачі інформаційних даних зміщується у бік менших значень оптимальних довжин пакету передачі даних. Це свідчить про меншу критичність вибору довжини пакету із зменшенням потенційної швидкості передачі інформаційних даних. Системи з більш високою потенційною швидкістю передачі інформаційних даних повинні мати більш досконалі системи виявлення відмов та відновлення після відмов.

УДК 681.3.06

МОБИЛЬНЫЙ ПРИБОР МОНИТОРИНГА   
СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

*А.Г. Чмара, студент каф. 503; А.А. Галькевич, доцент*

*Е.В. Егорова, аспирант*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

По мнению экспертов в 2016 году ключевыми медицинскими приборами являются мобильные устройства, они занимают 37% от всех требуемых устройств. Так как мобильное устройство может следить за состоянием пациента в любое время в повседневной жизни и отслеживать изменения состояния здоровья.

Данный прибор предназначается для круглосуточного мониторинга состояния здоровья пациента, вызова помощи в случае критического отклонения показателей от нормы, передачи собранных данных врачу.

Для измерений состояния сердечно-сосудистой системы был разработан прибор который позволяет отслеживать физиологическое состояние человека. Прибор следит за показаниями артериального кровяного давления, температуры, уровня глюкозы в крови и пульса. Прибор позволяет собирать и хранить данные, передавать собранные данные врачу, сравнивать с гомеостазом, вызывать скорую в случае критических отклонений.

Каждый час проводятся измерения артериального кровяного давления, температуры, уровня глюкозы в крови и пульса не инвазивными методами, то есть без внутреннего проникновения. Данные хранятся в базах данных прибора для дальнейшего использования где записано время снятия показаний и сами показания. В случае критического отклонения полученных данных от гомеостаза то прибор перепроверяет данные и если отклонения повторяются считывается местоположение пациента с помощью GPS и посылание сигнала о помощи в эту точку используя технологию GPRS. В случае надобности врач для анализа состояния пациента может снять данные с прибора используя Bluetooth, SD-карту или USB.

В результате работы было проведено исследование по разработке прибора позволяющего медицинским учреждениям следить за состояниями своих пациентов когда те занимаются своими повседневными делами. Положительными качествами от применения данного прибора является то что следить за пациентом можно постоянно или периодически, прибор не будет мешать пациенту в повседневной жизни а в случае критических ситуаций со здоровьем вызовет помощь и тем самым сохранит жизнь пациенту.

УДК 621.3

МОДИФИЦИРОВАННАЯ V-МОДЕЛЬ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА И   
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SFMEA

*Я.А.Чуйков\*, аспирант*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Для того чтобы обеспечить требуемый уровень надежности, функциональной и информационной безопасности систем критического применения необходимо при разработке проводить анализ на всех этапах жизненного цикла, начиная от анализа концепции и заканчивая обслуживанием и выводом из эксплуатации. Одним из самых распространенных и обязательных к использованию методов является анализ видов, последствий и критичности отказов Failure Modes, Effects and Criticality Analysis (FMECA).

*Целью исследования* является привести строгую формализацию и комплексирование процедур ХMECA по входам-выходам, а также создание на этой основе модифицированной модели жизненного цикла безопасности и полную автоматизацию процессов оценивания

*В результате* был проведен анализ применения XMECA на основных этапах V-модели жизненного цикла разработки систем. Предложен модифицированный вариант V-модели жизненного цикла с привязкой других вариантов XMECA на каждом из этапов разработки.

Кроме того был проведен анализ использования XMECA методологии в V-модели жизненного цикла разработки систем на базе FPGA. Основным результатом данной работы является определение более строгой формализации и комплексирование процедур ХMECA в рамках V-модели жизненного цикла. Предложено решение по автоматизации оценивания на каждом из этапов V-модели жизненного цикла и формирования отчётности за пройденные этапы.

*Выводы:* использование модифицированной V-модели жизненного цикла разработки систем позволит оценивать риски и возможный ущерб, вызванный потенциальными несоответствиями продуктов и процессов на ранних стадиях создания систем. Предложенное программное решение позволит автоматизировать оценивание систем на каждом из этапов V-модели жизненного цикла, а также облегчит формирование отчётности за пройденные этапы.

\*Научный руководитель – *д.т.н., профессор каф*. 503 В.С. Харченко.

УДК 621.396.097

РАЗРАБОТКА ПОДПОДСИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

*А.М. Чумак, студент каф. 503; А.А. Галькевич, доцент;*

*А.В. Желтухин, ст. преподаватель*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.* *Жуковского «ХАИ»*

Автоматизация различных элементов быта является одной из базовых идей построения «Умного» дома. К их числу относятся подсистемы безопасности, в частности, подсистемы автоматического пожаротушения. Данная система предлагает использование различных типов датчиков и исполнительных механизмов, задача которых состоит в постоянном отслеживании определенных параметров изменяемой среды внутри помещения и своевременное применение конкретных контрмер, с целью предотвращения или ликвидации, опасных для жизни, ситуаций.

Целью данного исследования является разработка подсистемы пожаротушения. Для достижения поставленной цели необходимо осуществить проблему разбора текущих разработок на рынке, а также задачу разработку структуры действующего подсистемы пожаротушения.

Разбор существующих реализаций показывает, что большинство систем пожаротушения включают в себя средства: обнаружения пожара, включения подсистемы и доставки огнетушащих веществ. Разрабатываемая же подсистема, кроме вышеупомянутых средств, будет иметь в своём функционале средства, позволяющие производить комплекс действий по вентилированию помещения в следствии превышения концентрации вредных веществ или продуктов горения при пожаре, а также иметь в своём распоряжении датчики по определению концентрации: СН4, СО, СО2, а также наличия дыма и огня.

Система управления представляет из себя мульти- микроконтроллерную систему, которая принимает данные от микроконтроллеров на датчиках, производит их обработку и отправляет сигнал запуска на выбранный исполнительный механизм, параллельно оповещая жильцов данного здания и соответствующие службы о наличии пожароопасной ситуации, если такова имеется. Питание может производиться как от сети постоянного тока, так и от резервного источника питания.

Данная подсистема будет разрабатывается по стандартам СКС и интегрироваться в систему «Умный дом», что позволит построить структуру, которая будет обладать достаточными возможностями для дальнейшей модернизации в виде монтажа дополнительных датчиков и(или) исполнительных механизмов, легкостью в обслуживании и ремонте.

УДК 004.056

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ В ПРОТОКОЛАХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ СИСТЕМЫ “УМНЫЙ ДОМ”

*А.Н. Шапошник \*, студент каф. 503; В.Е Лазебный \*, студент каф. 503*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

В настоящее время на рынке стали доступны множество интеллектуальных систем автоматизированного управления различными компонентами дома, под общим названием «Умный Дом». В данную систему входит большое количество различных связанных между собой датчиков, которые используют единый стандартизированный протокол управления.

Для обмена информации между компонентами системы «Умный Дом» используется беспроводное соединение, которое легко доступно для обнаружения и подвержено различным видам навязывания. Ключевым аспектом информационной безопасности в системе «Умный Дом» является обеспечение базовых свойств информации при передачи в сетях обмена данными. Основными протоколами для обмена данными являются: Z-Wave, ZigBee, Wi-Fi и Bluetooth.

Таким образом, целью данной работы является изучение механизмов обеспечения защиты информации в протоколах используемых в системах «Умный Дом».

Основное отличие большинства протоколов системы «Умного дома» заключается в мощности передатчика, скорости передачи данных, количеством одновременно подключаемых устройств и соотношением служебных данных к информационным. Каждый протокол имеет свои преимущества и недостатки с точки зрения несанкционированного использования. Злоумышленники зная особенности используемых протоколов могут воспользоваться их слабыми местами, однако в большинстве рассмотренных протоколов присутствуют минимально необходимые механизмы защиты. Так, например, протокол Z-Wave использует 4,3 млрд зашифрованных кодов безопасности для предотвращения клонирования сообщений. Проанализировав специализированную литературу, авторы пришли к выводу, что в основном рассматриваются атаки на программное обеспечение серверов «Умного Дома», однако уязвимости самих протоколов не рассмотрены. С возрастающей популярностью рассмотренных систем возрастает и количество вредоносных средств написанных для получения НСД к информации обрабатываемой в системе.

В работе рассмотрены основные виды протоколов управления системой «Умный Дом», и встроенные в них механизмы защиты.

*\*Научный руководитель – ст. преподаватель каф. 503 М.В. Цуранов.*

УДК 681.3

ЗАЩИТА АВТОРСКИХ ПРАВ НА МУЗЫКАЛЬНЫЕ   
ПРОИЗВЕДЕНИЯ В ИНТЕРНЕТЕ

*В.C. Шевченко\*, студент каф. 503*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Актуальность вопроса защиты авторских прав в условиях цифровой среды не угасает с появления электронно-вычислительных машин. Современные технологии в данной сфере могут обеспечить необходимую степень защищённости от пиратского воздействия, но ограничения, накладываемые подобными системами, существенно затрудняют правомерное использование материала добросовестными пользователями, либо вовсе лишают возможностей, которые закреплены действующим законодательством.

DRM(Digital Rights Management) – программное обеспечение, которое намеренно ограничивает либо затрудняет различные действия с данными в электронной форме (копирование, модификацию, просмотр и т. п.), либо позволяет отследить такие действия. DRM представляет собой набор систем контроля и управления доступом. На данный момент DRM используется множеством компаний по всему миру, среди которых Amazon, Apple Inc., Microsoft, Electronic Arts, Sony, 1C, Akella и др. Если пользователь имеет возможность доступа к содержимому произведения, то все ключи шифрования уже присутствуют в системе. Для получения незащищенной копии остается только найти эти ключи и с их помощью получить копию документа, не содержащую ограничений. Следовательно, для обеспечения DRM приходится использовать и методы защиты, не имеющие математического обоснования стойкости.

На основе результатов исследований существующих технологий было решено использовать стеганографию в качестве базиса для будущей системы защиты музыкальных произведений. К каждому продаваемому экземпляру произведения необходимо добавлять некоторый незаметный водяной знак, позволяющий идентифицировать покупателя. Если конкретный экземпляр окажется в свободном доступе, проанализировав водяной знак, гораздо легче будет найти и наказать виновного. Кроме того, применение стеганографии, в отличие от DRM, хорошо тем, что если с документа защита снята полностью, в этом очень легко убедиться. В таких условиях распространение документов после удаления водяных знаков становится весьма опасным — гораздо опаснее, чем распространение документов со снятой защитой.

\*Научный руководитель – к.т.н., доцент каф. 503 Д.Д. Узун.

УДК 621.396.96

ПОДСИСТЕМА ОХРАНЫ УМНОГО ДОМА

*М.Ю. Ширман\*, студент каф. 503*

*Национальный аэрокосмический университетим. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Термины «Умный дом», «Интеллектуальное здание» большинством воспринимается как определенный набор автоматических функций, которые обеспечивают человеку комфорт и удобство управления инженерными сетями жизнеобеспечения здания с автоматическим выбором оптимального режима работы.

Подсистема безопасности контролирует работу систем доступа, видеонаблюдения следит за атмосферой в доме — задымленностью, загазованностью, сигнализирует о пожаре, попытках чужаков проникнуть в дом, контролирует доступ к техническим системам и информации);

Общие принципы организации охраны объектов хорошо известны и описаны в многочисленных источниках. При всем многообразии и особенностях различных способов защиты эти принципы сводятся к созданию нескольких рубежей защиты и комплексу организационных мер по пресечению действий злоумышленника. При выборе способов защиты жилища, потребитель исходит в первую очередь из оценки возможной угрозы. Эта оценка зависит от рода занятий, месторасположения, благосостояния потребителя и т.п. Оценка возможной угрозы во многом субъективна, поэтому окончательный выбор структуры электронной системы защиты всегда остается за потребителем. При выборе концепции построения охранной системы для частного домовладения существуют некоторые отличия от систем охраны крупных объектов.

Главное отличие состоит в различных финансовых возможностях промышленного или торгового предприятия и владельца частного коттеджа или дачного дома. В большинстве случаев хозяин дома исходит не столько из желаемых технических характеристик охранной системы, сколько из той денежной суммы, которую он готов выделить на оснащение электронной охранной системы.

Отсюда вытекают повышенные требования к надежности оборудования. Общеизвестно, что надежность системы в целом тем ниже, чем большее число элементов составляет данную систему. Поэтому, для повышения надежности системы нужно свести число различных устройств (датчиков, расширителей, распределительных коробок и т.п.) к минимуму, разумно необходимому для выполнения поставленной задачи. Кроме того, обслуживание значительно упрощается, если система состоит из однотипных, взаимозаменяемых элементов.

*\*Научные руководители: доцент каф. 503 А.А. Галькевич,*

*ст. преподаватель каф. 503 А.В. Желтухин.*

УДК 631.171:631.234

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ   
ТЕПЛИЧНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

*О.Г. Штанько, студент каф. 503; А.А. Галькевич, доцент;*

*А.В. Желтухин, ст. преподаватель*

*Национальный аэрокосмический университетим. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Автоматизация теплиц повсеместно осуществляется в большинстве развитых стран мира.

Автоматизация тепличного хозяйства сегодня может быть выполнена при помощи систем различного типа, что может зависеть от различных факторов, начиная от наличия и возможности подключения электросети, размеров самой теплицы, условий, требуемых для выращивания сельскохозяйственных культур.

Один из главных факторов автоматизации теплиц является система отопления. При создании автоматики для тепличного хозяйства нужно четко понимать каким видом топлива будет отапливаться помещение и в зависимости от этого, прописывать алгоритм работы.

При анализе рынка готовых изделий, потребитель сталкивается с автоматикой для теплиц, в которую уже интегрирована системы управления отоплением.

Минусы готовых систем в том, что все эти устройства рассчитаны на электрическое отопление. На данный момент такие системы являются не экономными.

Было рассмотрено решение управления тепличным хозяйством(теплицей) на базе автоматики которая управляет отоплением помещения.

Так же данная автоматика должна учитывать такие факторы как:

– анализ влажности почвы;

– управление поливом с внесением удобрений;

– отопление;

– освещение.

Были рассмотрены альтернативные виды топлива и выбрано отопление на базе твердотопливного котла.

Данная автоматика представляет собой модульную систему, которая в свою очередь может быть расширена другими модулями через беспроводной интерфейс ZigBee.

УДК 004.896

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ КЕРУВАННЯ   
ГРУПОЮ РУХОМИХ ОБ’ЄКТІВ

*Ю.В. Здоровець, аспірант; А.П. Плахтєєв, к.т.н., доцент*

*Національний аерокосмічний університет ім. М.Є.Жуковського «ХАІ»*

Сьогодні, однією з актуальних проблем теорії керування є керування групою рухомих об’єктів, оскільки, використання одиноких об’єктів не забезпечує вирішення складних завдань при функціонуванні їх в екстремальних ситуаціях. Тому, переваги використання групи рухомих об'єктів очевидні: це і великий радіус дій, що досягається за рахунок розосередження об'єктів по всій робочій зоні, і розширений набір виконуваних функцій, і, нарешті, більш висока ймовірність виконання завдання, що досягається за рахунок оперативного перерозподілу цілей між об'єктами групи в разі виходу з ладу деяких з них. Прикладами систем, де реалізують колективна поведінка, є: SwarmRobot,Swarmanoid, роботи-розвідники Scout, Centibots та ін..

Завдання координації поведінки рухомих об’єктів є складним завданням та привертає велику увагу дослідників і розробників.

Ключовим питанням проблеми створення систем групової взаємодії рухомих об'єктів є розробка таких алгоритмів і програм функціонування в динамічно змінному середовищі, що зможуть забезпечити виконання поставленого завдання.

В доповіді представлені наступні алгоритми для групової взаємодії рухомих об’єктів:

1. розробка алгоритму логіки функціонування групи;
2. розробка алгоритму логіки функціонування одного об’єкта в групі;
3. розробка алгоритму інформаційного обміну в групі, що дозволить розширити кожному рухомому об’єкту відомості про навколишнє середовище.

Запропоновані алгоритми керування рухомими об’єктами засновані на трьох базових принципах координації в складних багаторівневих системах: прогнозування взаємодій, розв'язання взаємодій та оцінка взаємодій.

Таким чином, використання групової взаємодії рухомих об’єктів отримує широке застосування на практиці в таких областях як: логістика, траспорт, промисловість, медицина та ін.

УДК 004.415

ДОДАТОК АВТОМАТИЗОВАНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

*В. Ю. Наздрач, студент каф. 503;* В.В. Дужа, ст. викладач;

*В.І. Дужий, к.т.н., доцент*

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»*

Дана робота присвячена автоматизації документообігу на кафедрі шляхом автоматичної генерації шаблонів таких документів з подальшим дозаповненням їх вручну. Сучасний офіс потребує створення великої кількості документів, що відволікає працівників від творчої роботи та призводить до марної витрати часу. Частковим рішенням даної проблеми є напівавтоматичне створення документів на базі шаблонів, в яких вся можлива інформація занесена автоматично із базового сховища даних з подальшим дозаповненням документу його власником.

У даній роботі запропоновано підхід напівавтоматичної генерації документу “Подання бакалавра” викладачем на основі інформації про випускну роботу бакалавра, яка зберігається у електронній таблиці формату .xls, для подальшого заповнення його вручну. Генерація шаблону документу дозволить зберегти багато часу викладача, позбутися помилок при виконанні рутинної роботи та зосередитися на творчому наповненні документа, розкриваючи його суть.

Поставлена задача вирішена шляхом створення додатку, який читає вхідні дані з таблиці Excel та генерує шаблони трьох видів документів у форматі Microsoft Word, сортуючи їх в алфавітному порядку за прізвищем викладачів у вибраному каталозі. Користувач має можливість вибору конкретної електронної таблиці; додавати свої шаблони та редагувати існуючі. Для розроблення вхідних таблиць було виконано аналіз даних, що потрібні для заповнення шаблону. Проведений аналіз даних дозволив мінімізувати вхідну інформацію для збереження у сховищі даних. Додаток реалізований за допомогою мови програмування C# з використанням компонентів Microsoft Office Word та Microsoft Office Excel.

Подальший розвиток даної роботи може бути спрямований на розроблення онлайн-сервісу автоматичної генерації документації, який може віддалено використовуватися всіма зацікавленими особами.

UDC 681.3.06(07)

DEVELOPMENT OF STUDENTS’ ELECTRONIC   
IDENTIFICATION SYSTEM BASED ON M-ID

Y. Broshevan\*, student of dep. 503

National Aerospace University named after N.E. Zhukovsky "KhAI"

Nowadays Ukraine is preparing to integrate with the EU and it should be stressed that one of the requirements is the implementation of electronic identification and services market. Electronic identification is designed to facilitate and legitimize the integration of all the access channels to public electronic databases. Thus one of the stages of information society development is the implementation of eID system. This system is determined like the only way to verify your person at the government level. This approach is used to solve the following problems: authentication and authorization in various information society services, generation and verification of electronic signature, encryption, and secure storage of personal information.

The purpose of the report is to represent the concept and the basic architectural models of students’ electronic identification. To begin with, the architectural models based on smart card, m-ID and eSIM have been examined. Also the selection criteria for electronic identification system have also been proposed and taking into account these criteria the best option for student system has been chosen. The option selected permits to predict the future development of electronic identification over period of time and its cost-efficiency.

m-ID based system that has been chosen let get access to secure electronic documents, as well as generate electronic signature for them. Due to SIM-card m-ID based system has obtained three functions: identification, authentication and electronic signature. Thus, m-ID enables the identification at two different levels: visual identification and auto identification that uses the information from the SIM-card. This type of identification can be provided remotely, via the Internet or via NFC. It is spoken in detail about technical principals, concepts and protocols for such kind of system.

As a summary, it should be mentioned that the work analyzes electronic identification systems, their architecture, protocols, key components and applicability of these systems to Ukrainian reality and proposes the way of developing the system for students and electronic services that can be realized at universities.

*\*Scientific supervisor – Doctor of Science, professor of dep. 503 Alexander Potii.*

*\*Language advisor – Larisa Babakova.*

UDC 658.7

NAVIGATION TRACKING MONITORING SYSTEM

D.E. Liakhov\*, student of dep. 503

National Aerospace University named after N.E. Zhukovsky "KhAI"

Logistical optimization of transport flows could be carried out not only by the optimization of resources (maintenance, fuel), but also by functional optimization (optimization of transport routes). Usage of navigation tracking monitoring systems is one of the most popular ways to implement such optimization.

Main task of typical navigation tracking monitoring system is the tracker monitoring. It tracks location of vehicle, its direction and speed. The second aim is the compliance to the movement schedule. This aspect allows checking that vehicles follow the predefined route within given time frames. The third goal is the gathering statistics so as to make route optimization possible. It means that previous routes, vehicle speed modes etc. are analyzed so as to determine optimal routes. Finally, security assurance is also covered by navigation tracking monitoring systems.

Modern trends require tracking monitoring systems to be used not only on the desktop computers, but also on tablets or smartphones. Therefore, user interface must be adapted for different screen sizes.

Aim of this report is to share experience obtained during development of new tracking monitoring system that allows receiving, storage, processing and analyzing data from navigation trackers, and presentation of gathered information to the user.

This system has 3-tier architecture, where components and functions are distributed among several servers: database, web mapping service, telecommunication server and application server. Such architecture is more convenient for users, because there is no need in installation of extra software on the user computer. Second advantage is that user can view data about own vehicles not only from the desktop computer, but also from portable devices.

The system was tested with 200 working virtual trackers, which send information with different period (from 1 second to 20 seconds).

Developed system has the following limitations:

* support of only one web mapping service (Google Maps);
* absence of vehicle statistics;
* probable issues with security (data exchange between server and tracker).

Future work can be devoted to adding new web map service support of Open Street Map and other providers, adding vehicle statistics (working time, number of passed routes etc.), making exchange between server and tracker more secure, adding opportunity of delegation user permissions for receiving tracker information to another users.

*\*Scientific supervisor - senior lecturer, E.V. Babeshko.*

UDC 681.31

NETWORK TRAFFIC INTERCEPTION AND ANALYSIS SYSTEMS

*A. Marchenko\*, student of dep. 503*

National Aerospace University named after N.E. Zhukovsky "KhAI"

Information and rapidly developing information technologies are vital for today's public, state and commercial enterprises. Usually companies prefer methods of corporate espionage in an attempt to get to the lead, such as bribery, blackmail, theft, infiltration of agents and recruitment. The fact that nowadays there are a lot of possibilities for data leakage simplifies the task to unscrupulous entrepreneurs. To reduce the risk of information leakage it is necessary to control the most important information flows. It is not possible to track all the ways of confidential company information disclosure but some of them could be brought under control. The most common corporate data communication system incorporates the fact that the information is transmitted via Ethernet network.

The report presents result of the development of hardware and software solutions for capturing and analyzing network traffic.

As studies have shown, existing software products such as NetResident and Ptraffer, have the following disadvantages as high cost of the license and technical support services, products belong to foreign companies and have closed source code. Mentioned disadvantages make those products unacceptable for usage in military institutions and law enforcement agencies of Ukraine, which is connecting with security. Taking into the account this fact, it has been decided to develop a solution that allows to capture and analyze network traffic with open source code.

The research part of the work shows an objectivities of components selection for implementing the functions of interception and traffic analysis, identified pros and cons of the analogues. Also scripts are designed to automate the installation and configuration of the system. Working prototype and the results of its testing are presented too.

*\*Scientific supervisor – Ph.D., Associate Professor of dep. 503 D. D. Uzun.*

UDC 629.01

The scalable web project based on the social network

O.V. Porunov\*, *student of dep.503*

National Aerospace University named after N.E. Zhukovsky "KhAI"

The report focuses on the design of a scalable web-project based on a social network.

At the moment, social networks take up one of the largest segment of the Internet market. Most Internet users are registered in one or more social networks. Modern social networks should be developed with scalability and high availability. They should cope with the loss of a server, rack of servers, data center or several data centers. It is not acceptable to stop a big business because of server overload or loss of any of the network elements. Also, small businesses, which aims is to grow in the near future, have to design their architecture to be easily scalable. Thus, the research topic is quite relevant and requires further study.

Because of it it has been set a study task to develop a scalable social network and evaluate the performance. The report discusses issues related to the development and customization of individual elements of the social network such as object storage for storing unstructured objects, authentication service to provide centralized service for authenticating the majority components of the system, graph database for storing connected data, time series database to store various system metrics, message queue and the task queue for asynchronous execution of various operations, columnar database for random and sequential reads of unstructured data, monitoring to monitor the status of all system components.

\**Scientific supervisor* – PhD, Associate Professor of dep. 503 V.A. Kulanov.

*Language advisor - Language instructor, Department of Applied Linguistics (706), D.S. Toporets.*

UDC 681.321

ESTIMATION OF HURST EXPONENT FOR TIME SERIES   
OF SOFTWARE VULNERABILITIES.

*D.A. Lysenko, student of dep. 503; A.V. Shostak,* *Ph.D., Associate Professor*

National Aerospace University named after N.E. Zhukovsky "KhAI"

The problem of finding and forecasting software vulnerabilities is a relevant issue when you choose a program product. Depending on data contained in Vulnerability Databases (CVE, NVD, OSVDB etc.), it is possible to analyze characteristics of identified vulnerabilities.

Information about complex system behavior could be expressed with time series, i.e. in this case the sequence of time spans between neighboring software vulnerabilities. A Hurst exponent (H) is one of the characteristics of time series. Hurst exponent falls in the range from zero to one. If 0.5<H<1 the process has a persistent behavior (process has a long memory) and we can see a trend line in time series. In case when 0<H<0.5 the process is called antipersistent; when H = 0.5, the process is stochastic.

The aim of this research is to analyze the Hurst exponent on time sequence of software vulnerabilities. The following steps are required: get statistic data about product vulnerabilities, set up time series, calculate Hurst exponent. Result of research defines to what extent future vulnerabilities could be forecast in specific software.

This way is one of alternative methods to estimate software quality and make predictions about next vulnerability. Original observations for time series were taken from National Vulnerability Database (NVD). As part of the study we created a program that can analyze characteristics of time series of vulnerabilities and their removal, as well as the value of Hurst exponent for potential forecasting.

UDC 004.052

FIT AS VERIFICATION FOR FMEDA: TECHNIQUE,   
WAYS OF AUTOMATION, CASE STUDY

*A. Yasko, Student of dep. 503; E. Babeshko, Senior lecturer;*

*V. Kharchenko, Doctor of Science, Professor*

National Aerospace University named after N.E. Zhukovsky "KhAI"

**Motivation**. Safety and reliability assurance of critical systems is one of the most important problems of the whole mankind. Even though usage of next-generation technologies is supposed to introduce higher dependability of a system, when it comes to interaction between new components or between new and previously used ones, the things become complex in terms of providing safety, reliability and dependability indicators assessment. Considering Nuclear Power Plants Instrumentation and Control (NPP I&C) systems, there are power plants that still use microcontrollers that are approximately 30 years old. Most of them are being replaced now by modern electronic components like Field-Programmable Gate Array (FPGA). Hence, it is extremely important to perform comprehensive verification and validation (V&V) of system components, taking into account modern solutions (especially FPGA) and their interactions.

**Goal**. Among number of techniques for safety and reliability assessment one of the most preferable is Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) and its modifications, especially Failure Modes, Effects and Diagnostics Analysis (FMEDA) technique. In most cases, FMEDA application process is very time and resource consuming due to large amount of system components, increasing complexity of modern technologies and high level of experts’ decisions uncertainty. Even verification of FMEDA results allows to increase analysis credibility, this task is also not trivial. One of the most widely used technique for FMEDA results verification is Fault Injection Testing (FIT). FIT process implies injecting of faults into system hardware or into software code. Then basing on FIT results the design of system could be reviewed or the previous assessment results could be proven. Our goal is to improve the quality of safety and reliability assessment by automation of FIT applied for FMEDA results verification.

**Results**. This report shares experience obtained during FMEDA and FIT assessment processes on the following case study: SIL3 certification process of RadICSTM NPP I&C platform. The ability of FIT integration into FMEDA-based safety and reliability assessment using AXMEA tool is analyzed. Such combination minimizes expert related risks of either overestimation or underestimation of safety and reliability indicators by full or partial automation of technique application stages. Future work is related to enhancement of AXMEA tool so as to make FIT integration and automated FMEDA verification possible.

UDC 004.052

IMPROVING OF FMEDA AND AXMEA TOOL CONSIDERING   
MULTI-FAILURES ACCORDING WITH NUREG/CR-7151

*1A. Yasko, Student of dep.503, 1E. Babeshko, Senior lecturer, 1V. Kharchenko, Doctor of Science, Professor,2 K. Leontiev, 2O. Odarushchenko*

1Natonal Aerospace University named after N.E. Zhukovsky "KhAI"

*2RPC Radiy*

**Introduction**. Instrumentation and Control (I&C) systems for Nuclear Power Plants (NPP) are extremely complicated electronic solutions that count thousands of components of different types: microcontrollers, Field-Programmable Gate Arrays (FPGAs), integrated circuits etc. Development of such systems requires performance of special activities related to ensuring of safety and reliability. Such activities include Fault Tree Analysis (FTA), Failure Modes, Effects and Diagnostics Analysis (FMEDA), Fault Injection Testing (FIT) techniques. All of them are based on single faults assumption, which deviates experts from reality where occurrence of multi-faults is highly probable. The NUREG/CR-7151 standard recommends application of multi-fault injection, together with injection of single faults. Considering FMEDA technique, there is no information about analyzing of faults combinations.

In order to improve quality of assessment it is necessary to minimize experts involvement in its process. This is commonly achieved by techniques automation. AXMEA (Automated X-Modes and Effects Analysis) is a software tool for FMEDA technique automation that is being developed by CSN department of KhAI together with RPC Radiy. The main features of AXMEA tool are import of components list from CAD systems or bill of materials, automated assignment of failure rates for components from failure rates database, provision of questionnaires for failure modes assignment and FMEDA report generation. AXMEA is a platform for current research activities.

**Goal.** Our goal is to analyze applicability of existing safety and reliability techniques on multi-faults approach and research possible restrictions. Besides, we define recommendations for multi-faults-based analysis performance and testing. Finally, proposed method is to be automated and implemented in AXMEA software tool.

**Results.** In this report, we show the results of current research in multi-faults approach for FMEDA and FIT considering features of FPGA platform RadICS, its applicability during FMEDA process, current state of AXMEA tool development and design multi-faults extension for AXMEA.

Future steps include research of multi-faults FIT optimization for multi-version systems, cyber security issues and development of extension for AXMEA tool.

UDC 004.056.53 + 621.039-78

CYBER SECURITY ASSESSMENT OF SOFTWARE-OF-THE-SHELF based NPP I&C system USING IMECA TECHNIQUE

1I. Zelinko, 1V. Kharchenko, 2K. Leontiev

1 Natonal Aerospace University named after N.E. Zhukovsky "KhAI"

2RPC Radiy

**Introduction.** Nowadays cybersecurity assurance is one of the key challenges of safety critical software-based NPP I&C systems requirement profiling, development and operation. Any I&C system is made up of a set of standard components. These standard components can be selected and combined in different ways to address the particular control and safety assurance related tasks. Some of them are proprietary software (DOTS) and commercial components (COTS) developed previously. Application of such components reduces the level of safety and cyber security. Entities contain the vulnerabilities that were created intentionally. In these case, targeted attacks can lead to a system failure. Various methods are used to investigate systems. For example FMEA (Failure Mode and Effects Analysis and its modifications), FTA (Fault Tree Analysis), HAZOP (Hazard and Operability Analysis), RBD (Reliability Block Diagram), MM (Markov's models). They are applied to assess I&C dependability. Cyber security of the software and FPGA-based NPP I&Cs is assessed by variety of IMECA (Intrusion Mode Effects and Criticality Analysis) techniques but without accessed information about vulnerability sets for OTS components.

**The goal of the paper** is to suggest concept of cyber security assessment technique and tool basing on analysis of software (DOTS, COTS and configuration) vulnerabilities. The investigation is performed using two methods – IMECA and FMEDA (Failure modes, effects, and diagnostic analysis).

**Technique of the assessment** consists of the following procedures:

1. Analysis of I&C OTS components using the FMEDA and developing of three dimension criticality matrixes (CM) (with metrics of detection, probability and severity). The matrixes (SWFCM and HW/FPGAFCM) show the degree of failure software and hardware/FPGA components influence on reliability and safety.
2. The IMECA-based assessment of OTS components and their configuration. In this case CMs (SWICM and HW/FPGAICM) describe the degree of failure component influence on cyber security.
3. Joining of criticality matrixes (SWFCM and HW/FPGAFCM, SWICM and HW/FPGAICM), impact analysis of components depending on degree of influence on cyber security and safety as a whole, and selection of countermeasures according to criteria safety (cyber security)/costs.

**Tool for the assessment** of cyber security supports analysis procedures to optimize making decision. **Next steps** will be dedicated to embedding of technique and tool into processes of cyber security assurance for FPGA-based platform RadICS and NPP I&C systems as a whole.

# UDC 658.7

# THE HEALTHCARE INTERNET OF THINGS

# BENEFITS AND RISKS

*M. Zhidenko, student of dep.503; O. Illiashenko, senior lecturer of dep. 503*

Natonal Aerospace University named after N.E. Zhukovsky "KhAI"

# **Introduction**

# The Internet of Things (IoT) is not new, but has been gaining more attention and traction lately. It is a technology of using electronic devices that capture or monitor data and are connected to a private or public cloud, enabling them to automatically trigger certain events. The demand for connected devices spans multiple industries including the energy, automotive and consumer spaces. For each of them, the need for devices that can report or react to certain things provides a new level of convenience, efficiency and automation.

**Using IoT in Healthcare industry**

The US National Institute of Standards and Technology, quoting one estimate by General Electric, says deploying cyber-physical systems could save $63 billion in healthcare costs over fifteen years, with a 15-30 percent reduction in hospital equipment costs and a 15-20 percent increase in patient throughput [1]. Health-monitoring products provide real-time feedback about nutrition, fitness, pulse, blood pressure, and other vital signs. In fact, according to an eight-nation survey, more than half of respondents would trust a test they personally administered as much as, or more than, one performed by a doctor [2].There are two types of medical IoT devices: hospital and personal. The practice of using Internet of Medical Things (IoMT) devices to remotely monitor patients in their homes is also known as telemedicine. This kind of treatment spares patients from traveling to a hospital or physician's office whenever they have a medical question or change in their condition.

**When in comes at a risk**

Dealing with patient’ medical data, confidentiality and security are prevalent. When transferring and syncing information between connected devices, data must be encrypted from endpoint to endpoint.

Networked medical devices raise four main issue:

* accidental failures (the complexity of connecting IT to consumer or operational technology which controls physical processes creates exponential opportunities for flaws in design, implementation, or operation, any of which can lead to accidental failure);
* privacy (some healthcare facilities in US have been hit with ransomware attacks recently that кendered their computer systems—and vital patient records-unusable);
* intentional disruption (networked medical devices face the same technological vulnerabilities as any other networked technology. The US Department of Homeland Security is investigating two dozen cases of suspected cybersecurity flaws in medical devices that criminals could exploit, such as forcing an insulin pump to overdose a patient, or instructing a heart implant to “deliver a deadly jolt of electricity” [3]);
* widespread disruption (a piece of targeted malware could spread across the Internet and damage not only a single device but also the whole system).

**Solutions for Connected Medical Device Security**

* information security processes (the secure configuration of the network and attached devices, together with the subsequent coordination required for patch management (software updating) is a major confounding factor);
* reporting and feedback loops (auditing, including network and access monitoring specifically where medical devices are used, should become part of normal operational practice, and reportable to the governance level of the organization. The consistency with which post-market surveillance identifies security and privacy issues is marginal at best [8]);
* risk management (risk management and governance processes should include documenting data flows with regard to networked medical devices);
* standards and regulation (there are a number of international standards for the certification of medical devices. Some of them: ISO/IEC 27032:2012 Information technology *–* Security techniques *–* Guidelines for cyber security standard provides guidance on addressing cybersecurity issues and its relationship to other types of security to highlight the basic practices in cybersecurity. IEC 62304:2006 – Medical device software – software life cycle processes define the medical device software lifecycle requirements. This standard is currently under revision and harmonization with ISO 82304.

The requirement for renewed Food and Drug Administration (FDA) approval when any changes are made to a medical device, including the embedded software, means additional cost and time to market. This leaves known vulnerabilities open longer than would otherwise occur, and imposes additional cost to the manufacturer in the regulatory compliance process. The FDA Safety and Innovation Act report identified that with the increase in data exchange between devices and electronic medical record systems, and the use of the wireless spectrum, that the FDA needed to be clearer in its aspects of regulation that will apply to cybersecurity vulnerabilities [7].

**Conclusion**

Healthcare institutions should enter into agreements with vendors that require the connected devices to be updated with improved security over time and that the updates are tested and verified before being put into use. Given the nature of healthcare data and potential legal liability for resulting data breaches, the "Internet of Things" at healthcare institutions and the contracts that cover them need to constitute a "Security of Things".

1. Intel Newsroom, The World Agrees: Technology Inspires Optimism for Healthcare, December 9, 2013 [Electronic resource]. – URL: <http://newsroom.intel.com/community/intel_newsroom/blog/2013/12/09/the-world-agrees-technology-inspires-optimism-for-healthcare>

2. Evans P., Annunziata M., Industrial Internet, Pushing the Boundary of Mind and Machines (GE, November 26, 2012), [Electronic resource]. – URL: [http://www.ge.com/sites/default/files/Industrial\_Internet.pd](http://www.ge.com/sites/default/files/Industrial_Internet.pdf).

3. Finkle, J., U.S. Government Probes Medical Devices for Possible Cyber Flaws, Reuters, October 22 ,2014, [Electronic resource]. – URL: <http://www.reuters.com/article/2014/10/22/us-cybersecurity-medicaldevicesinsight-idUSKCN0IB0DQ20141022?utm_content=buffer9c60e&utm_medium=social&utm_source=twitter.com>

4. [Russell](https://www.linkedin.com/in/brian-russell-65a4991?trk=pulse-det-athr_prof-art_hdr), B., Cloud Security Alliance IoT Working Group[Electronic resource]. – URL: <https://www.linkedin.com/pulse/cloud-security-alliance-iot-working-group-0813-call-brian-russell>

5. US Food Drug Administration. FDASIA Health IT Report: Proposed Strategy and Recommendations for a Risk-Based Framework. FDA, FC, ONC; 2014. [Electronic resource]. – URL: <http://www.fda.gov/downloads/AboutFDA/CentersOffices/OfficeofMedicalProductsandTobacco/CDRH/CDRHReports/UCM391521.pdf>.

6. [Moselle](https://www.linkedin.com/in/tyleranneliese?trk=pulse-det-athr_prof-art_hdr), T., IoT and Healthcare Information Technology [Electronic resource]. – URL: <https://www.linkedin.com/pulse/iot-healthcare-information-technology-tyler-a-moselle>

7. [Mutabazi](https://www.linkedin.com/in/patric-mutabazi-56a41a31?trk=pulse-det-athr_prof-art_hdr), P., The Healthcare "Internet of Things" [Electronic resource]. – URL: <https://www.linkedin.com/pulse/healthcare-internet-things-patric-mutabazi>

8. Kramerm, D. B., Baker, M., Ransford, B., et al., Security and Privacy Qualities of Medical Devices: An Analysis of FDA Postmarket Surveillance. [Electronic resource]. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3400651/>

УДК 681.32

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

ОСТАТОЧНОГО ШУМА НА ВЫХОДЕ БЛОКА ФИЛЬТРАЦИИ   
НА ОСНОВЕ РДПФ

*А.А. Роенко, к.т.н., доцент*; *О.В. Беседина, студент каф. 504*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского* «*ХАИ*»

Постоянно возрастающая роль информационных технологий в современном мире объективно определяет актуальность поиска новых подходов, позволяющих повысить эффективность процессов обработки и передачи информации. Ключевое положение в ряду подобных подходов занимает спектральный анализ, опирающийся на теорию преобразования Фурье (ПФ).

В работе рассмотрен принцип действия подхода к фильтрации на основе робастного дискретного ПФ. Показано, что для дальнейшего повышения эффективности данного метода необходимо проанализировать статистические характеристики остаточного шума на выходе блока обработки.

Были проведены исследования для трех моделей тестовых сигналов, а именно гармонического, частотно-модулированного с линейным законом изменения частоты и полигармонического в виде суммы трех синусоидальных колебаний, а также для случая отсутствия сигнала. Также были использованы три модели помех: гауссов шум, модели помех с симметричным α-стабильным распределением и модели помех с обобщенным гауссовым распределением. Статистические характеристики остаточного шума оценены при помощи ряда параметров – параметров, характеризующих форму плотность распределения вероятности остаточного шума (оценка параметра α, р и процентильный коэффициент эксцесса) и параметры, описывающие масштаб распределения процесса (среднеквадратическая ошибка и абсолютное медианное отклонение).

Анализ результатов показал существенную зависимость характеристик остаточного шума от мощности помех на входе блока фильтрации, а также наличия дополнительных сигнальных составляющих, которые могут вноситься методом фильтрации на основе робастного дискретного ПФ в спектр обрабатываемого сигнала. Общей тенденцией в характеристиках остаточного шума для различных сигнально-помеховых случаев является нормализация его закона распределения.

УДК 621.396.9:681.323

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕЖКАНАЛЬНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ В ЗАДАЧЕ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОЦЕНИВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПОМЕХ

*М.В. Кичиков, студент каф. 504; В.В. Абрамова, к.т.н., ст. преподаватель*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

В настоящее время в различных отраслях деятельности человека широко используются изображения, формируемые многоканальными цифровыми системами. Зачастую такие изображения оказываются искаженными помехами, что снижает их визуальное качество и информационную ценность. Поэтому на одном из первых этапов обработки этих изображений производится устранение помех при помощи специальных методов фильтрации. Большинство современных эффективных методов фильтрации, в своей работе используют информацию о характеристиках помех, однако сложность работы с многоканальными изображениями заключается в том, что характеристики помех в различных каналах могут существенно отличаться, поэтому их необходимо оценивать непосредственно по обрабатываемому изображению. Поскольку количество данных, подлежащих обработке, оказывается достаточно большим (число каналов в современных системах может достигать нескольких сотен), используемые методы оценивания характеристик помех должны быть полностью автоматическими. Несмотря на то, что на сегодняшний день существует достаточно большое количество методов автоматического оценивания характеристик помех, большинство из них не обеспечивает приемлемой точности оценивания для высокотекстурных изображений, потому задача усовершенствования существующих методов остается актуальной.

Характерной особенностью многоканальных изображений является то, что изображения, полученные в соседних каналах, являются очень похожими. Коэффициент межканальной корреляции для цветных оптических изображений составляет порядка 0,7, а для гиперспектральных изображений может достигать 1. Поэтому перспективным направлением повышения точности оценивания характеристик помех представляется совместная обработка изображений, полученных в соседних каналах.

В ходе исследований был проведен сравнительный анализ результатов оценивания параметров помех непосредственно по канальным изображениям, а также по разностным изображениям, полученным в результате вычитания изображений, полученных в соседних каналах. На основании данных, полученных по результатам математического моделирования для набора тестовых цветных изображений, показано, что при использовании разностных изображений, точность оценивания характеристик помех оказывается более высокой. Этот результат был подтвержден и при тестировании методики на реальных гиперспектральных изображениях, полученных системой AVIRIS.

УДК 621.396.9:681.323

ТЕМАТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ

ИЗОБРАЖЕНИЙ

*А.А. Левченко, студент каф. 504; Г.А. Проскура, к.т.н., доцент*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Гиперспектральное изображение (ГСИ) – это трехмерный массив данных, который включает в себя пространственную информацию об объекте, дополненную спектральной информацией по каждой пространственной координате. То есть каждой точке соответствует спектр, полученный в этой точке снимаемого объекта. Отличительной особенностью данного вида изображений является большое количество спектральных компонент. Так, к примеру, снимки, полученные с космического спутника ЕО-1 Hyperion, имеют 220 спектральных каналов, распределенных на частотном диапазоне от 0,4 до 2,5 мкм. Области использования ГСИ обширны. Среди самых актуальных применений можно отметить задачи дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Результаты обработки гиперспектральных данных ДЗЗ используются в экологическом мониторинге, агропромышленном комплексе, анализе атмосферы, геологической разведке, анализе изображений городской местности, военной сфере и т.д.

В силу большого объёма данных многие известные методы анализа цифровых изображений не могут быть использованы в их существующей реализации ввиду высокой вычислительной сложности и неспособности выполнить обработку за приемлемое время. Поэтому специалистам в обработке изображений приходится вновь решать классические задачи анализа цифровых изображений, дорабатывать существующие методы, встраивать дополнительные этапы предобработки и снижения размерности признакового пространства.

Наиболее важными задачами анализа цифровых ГСИ являются задачи компрессии, сегментации, неуправляемой поэлементной классификации, управляемой поэлементной классификации (тематической классификации), и спектрального разложения.

В последние годы всё большую актуальность приобретает задача тематической классификации гиперспектральных изображений. Если опыт тематической классификации мультиспектральных изображений на сегодняшний день достаточно обширен, то методология обработки ГСИ находится только в стадии формирования и вызывает определённые трудности у специалистов по прикладному тематическому дешифрированию. Основной проблемой является адаптация существующей методологии классификации мультиспектральных изображений к количественно и качественно новым объёмам информации. При классификации материалов мультиспектральной съёмки образ пикселя изображения представляют как n-мерный вектор спектральных яркостей. Этот вектор принято называть спектральной сигнатурой пикселя. Соответственно набор векторов, описывающий определённый класс объектов, называют сигнатурой (эталоном) класса. Совокупности всех сигнатур пикселей изображения соответствует определённая диаграмма рассеяния в *n*-мерном пространстве спектральных признаков. При тематической классификации каждому выделяемому типу объектов земной поверхности сопоставляется многомерная область в диаграмме рассеяния. Качество классификации изображения зависит от того, насколько точно определены границы этих областей для выделяемых классов. Современные пакеты тематической обработки мультиспектральных изображений имеют развитый аппарат для выбора и оценки качества эталонов классов, позволяющий, например, выполнять интерактивный анализ данных непосредственно в пространстве признаков, в том числе отображение и построение эталонов тематических классов. На основе такого анализа можно строить комбинированные схемы распознавания с использованием нескольких методов классификации. Популярным средством предварительного анализа является также неконтролируемая классификация на заданное число классов (кластерный анализ). Она, в частности, позволяет оценить общее количество разделяющихся по спектральным признакам тематических классов на выбранном участке территории.

Увеличение количества спектральных диапазонов затрудняет использование методов визуально-интерактивного анализа. Неконтролируемая классификация также становится неэффективной, поскольку реальное количество объектов с различными спектрами очень велико, и при доступном для интерпретации количестве классов они будут группироваться непредсказуемым образом. Следовательно, при анализе гиперспектральных изображений практически невозможно предварительно оценить количество разделяющихся по спектральным признакам классов объектов на отснятом участке территории. Поэтому задача классификации в данном случае сводится к выделению определённого подмножества классов, представляющих интерес для конкретной задачи, то есть к классификации по эталонам. Так же, для классификации изображений в 100 и более каналах, как неконтролируемой, так и контролируемой, необходимы огромные вычислительные ресурсы, которые не всегда доступны даже в мощных комплексах тематической обработки, а тем более широкому кругу потребителей. Таким образом, тематическая обработка ГСИ требует либо специального аппарата анализа изображений, либо разработки эффективных методик снижения размерности задачи с минимальными потерями необходимой для прикладного дешифрирования информации.

УДК 621.396.9:681.323

МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДА ОБНАРУЖЕНИЯ ТЕКСТУР НА ЗАШУМЛЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ

*А.В. Науменко, аспирант; В.В. Лукин, д.т.н, проф.; С.С. Кривенко, с.н.с.*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Изображения, получаемые с помощью систем дистанционного зондирования, зачастую оказываются искаженными интенсивными помехами. Разрешающая способность изображений повышается, все более мелкие детали становятся информативными, соответственно, методы обработки изображений должны лучше учитывать характерные участки и детали на изображении. Поэтому разработка методов обнаружения текстур, а также их модификация с целью повышения эффективности продолжает оставаться актуальной.

Ранее, в ряде работ [1, 2], нами был предложен способ детектирования неоднородностей, в частности, текстурных участков, на основе объединения нескольких локальных параметров [1]. При этом разработанные в [1, 2] обнаружители обрабатывали изображения в «скользящем окне» 5х5, 7х7, 9х9, где выходное значение классификатора рассчитывалось только для центрального пикселя окна.

В данной работе предложено усовершенствование описанных выше методов путем агрегирования свойств карт признаков. Вместо анализа четырех карт признаков (квазиразмах, детектор Харриса, простой детектора текстур и детектор на основе ДКП) в каждом конкретном пикселе на вход автоматического классификатора подавалось 4 матрицы признаков в окнах трех размеров, 5х5, 7х7 и 9х9 пикселей.

Также было предложено использовать классификаторы на основе нейросети, машины опорных векторов и адаптивного бустинга. Такой подход позволил улучшить чувствительность и специфичность метода на 5-7% по сравнению с исходными подходами. Проведено сравнение эффективности классификаторов.

1. Науменко А. В. Обнаружение текстурных участков на изображениях при наличии помех классификатором на основе нейросети / А. В. Науменко, С. С. Кривенко, М. С. Зряхов, В. В. Лукин // Радіоелектронні і комп’ютерні системи. - 2016. - № 1. - С. 35–44.
2. Кривенко С. С. Обнаружение текстурных участков SVM-классификатором на изображениях при наличии помех / С. С. Кривенко, А. В. Науменко, В. В. Лукин // Радіоелектронні і комп’ютерні системи. - 2015. - № 2. - С. 50–57.

УДК 621.39

МЕТОДИКА ВЫБОРА СОСЕДНИХ УСТРОЙСТВ ПРИ ПОСТРОЕНИИ МАРШРУТА В БЕСПРОВОДНОЙ САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ СЕТИ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

*О. И. Пивко, аспирант; М. С. Зряхов, к.т.н., доцент*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Самоорганизующиеся сети, одна из новейших технологий в построении беспроводных сетей с динамической структурой. Использование самоорганизующихся сетей открвает большие возможности, но для них все еще нет четких требований к построению топологий, программированию устройств и выбору протоколов маршрутизации.

Самоорганизующиеся беспроводные сети должны обладать гибкой архитектурой, простотой в настройке и обслуживании, не прекращать работу при изменениях в структуре. Однако каждое изменение структуры сети приводит к изменениям топологии и, как следствие, повторному определению маршрутов передачи сообщений между узлами. Чем больше устройств находится в составе сети, тем больше маршрутов может быть использовано для балансировки нагрузки, но при добавлении каждого нового устройства возрастает сложность построения маршрутов.

При изменении топологии сети основные вычислительные ресурсы отводятся процессу построения таблицы маршрутизации и ее дальнейшей обработке при получении пакета данных каждым устройством. Одним из вариантов уменьшения времени обработки может быть прореживания сохраненных маршрутов и определение наилучших при балансировки нагрузки для каждой пары узлов. Процесс определения соседних устройств выполняется по заранее заданным параметрам и вызывает сложности, если существует более одного параметра выбора.

Для решения такой задачи была использована методика определения оптимального варианта из множества – метод анализа иерархий. Такой анализ заключается в оценке восьми характеристик соседних устройств и каналов: мощность устройства, дальность расположения оцениваемой точки доступа относительно заданного устройства в сети, время пребывания оцениваемого устройства в сети, скорость передачи и пропускная способность канала передачи между соседними устройствами, количество существующих соседей у оцениваемой точки доступа, задержка в узле коммутации и количество промежуточных устройств до маршрутизатора, являющегося граничным устройством кластера.

УДК 621.391

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ПОВЫШЕНИЯ

ЭФФЕКТИВНОСТИ БАЛАНСИРОВКИ НАГРУЗКИ В ТКС

*А.В. Проскочило, аспирант; М.С. Зряхов, к. т. н, доцент*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Развитие рынка телекоммуникационных услуг и их объединение в рамках создания сетей следующего поколения (NGN, Next Generation Networks) ведет к стремительному росту трафика, что передается по сетям [1]. Поскольку, в ряде случаев такие сети строятся на основе уже существующих телекоммуникационных систем (ТКС) с ограниченными ресурсами, возникает необходимость в более эффективном их использовании. Для уменьшения используемых ресурсов ТКС были разработаны различные подходы, например, такие как Traffic Engineering, QoS-Based Routing, Load Balancing Routing и ряд других [2]. При этом их применение может быть связано с рядом трудностей, в частности, при осуществлении балансировки нагрузки (БН), поскольку они не полностью учитывают параметры трафика, состояние сети при осуществлении БН и ее топологию.

В данной работе предложен метод повышения эффективности БН в телекоммуникационных IP-сетях. Он учитывает ряд параметров состояния сети: загруженность каналов связи, количество маршрутов, интенсивность трафика, его характеристики при осуществлении БН, топологию, выбор режима работы БН и др. Также исследована эффективность работы предложенного метода на примере простой IP-сети при различных интенсивностях трафика.

Исследования показали, что предложенный метод является работоспособным и позволяет повысить эффективность сети при использовании балансировки нагрузки трафика в ТКС на 5-10% за счет учета параметров сети и трафика, который передается в ней.

1. Макаренко, С.И., Сети следующего поколения NGN [Электронный ресурс] / С.И. Макаренко, Н.Н. Чаленко, А.Г. Крылов // Системы управления, связи и безопасности, 2016. №1. С. 81-102. Режим доступа: <http://sccs.intelgr.com/archive/2016-01/05-Makarenko.pdf>. 10.09.2016.

2. Поповский, В.В. Обзор и сравнительный анализ основных моделей и алгоритмов многопутевой маршрутизации в мультисервисных телекоммуникационных сетях [текст] / В.В. Поповский, А.В. Лемешко, Л.И. Мельникова, Д.В. Андрушко // Прикладная радиоэлектроника, 2005. ‑ Том.4. ‑ Вып. № 4. ‑ С. 372-382.

УДК 621.391

ЭКСПЕРИМЕНТ С ОЦЕНИВАНИЕМ РЕСПОНДЕНТАМИ ВИЗУАЛЬНОГО КАЧЕСТВА ФИЛЬТРАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

*А.С. Рубель\*, аспирант*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Разнообразие и развитость систем, обрабатывающих мультимедийные данные требует сервисно-ориентированной обработки информации, получаемой от различных устройств формирования этих данных. Часто данные представляются в виде изображений. Шум и различные помехи на изображениях присутствуют в силу ряда причин и ухудшают их качество. Для подавления помех используется фильтрация изображений. В этом случае ключевую роль при оценивании качества изображений до и после обработки играют количественные критерии эффективности - как традиционные, так и метрики качества, основанные на свойствах визуальной системы человека. Существующие метрики не всегда могут адекватно оценивать эффективность фильтрации для изображений различных классов, особенно для текстурных изображений или участков.

Наилучшие результаты при обработке текстурных изображений, искаженных белым гауссовым аддитивным шумом, были ранее получены для стандартного ДКП-фильтра [1] и фильтра BM3D [2]. В качестве критериев эффективности результата фильтрации использовались такие количественные метрики как разность между значениями пикового отношения сигнал-шум на выходе и входе фильтра IPSNR и аналогичная разность для метрики визуального качества PSNR-HVS-M (IPHVS) [3]. Однако получаемые значения метрик IPSNR и IPHVS при обработке текстур оказываются достаточно малыми. Поэтому возникает вопрос – следует ли фильтровать анализируемое (каждое конкретное) текстурное изображение при заданном уровне шума? Количественные критерии эффективности не позволяют однозначно ответить на этот вопрос. Поэтому возникла необходимость провести дополнительный эксперимент, связанный с оценкой адекватности критериев обработки текстурных изображений.

Эксперимент состоял в следующем. На экране компьютера появлялось два изображения, одно – искаженное шумом, второе – обработанное фильтром. Респондент должен был выбрать то изображение, которое он считает лучшим. Внешний вид программы показан на рис. 1. При этом использовалась база, состоящая из 16 изображений.

Всего с учетом различных уровней помех и типов фильтров данная база включает 224 изображения. В результате эксперимента удалось для каждого тестового изображения, уровня шума и фильтра определить вероятность того, что отфильтрованное изображение имеет лучшее визуальное качество, чем зашумленное.

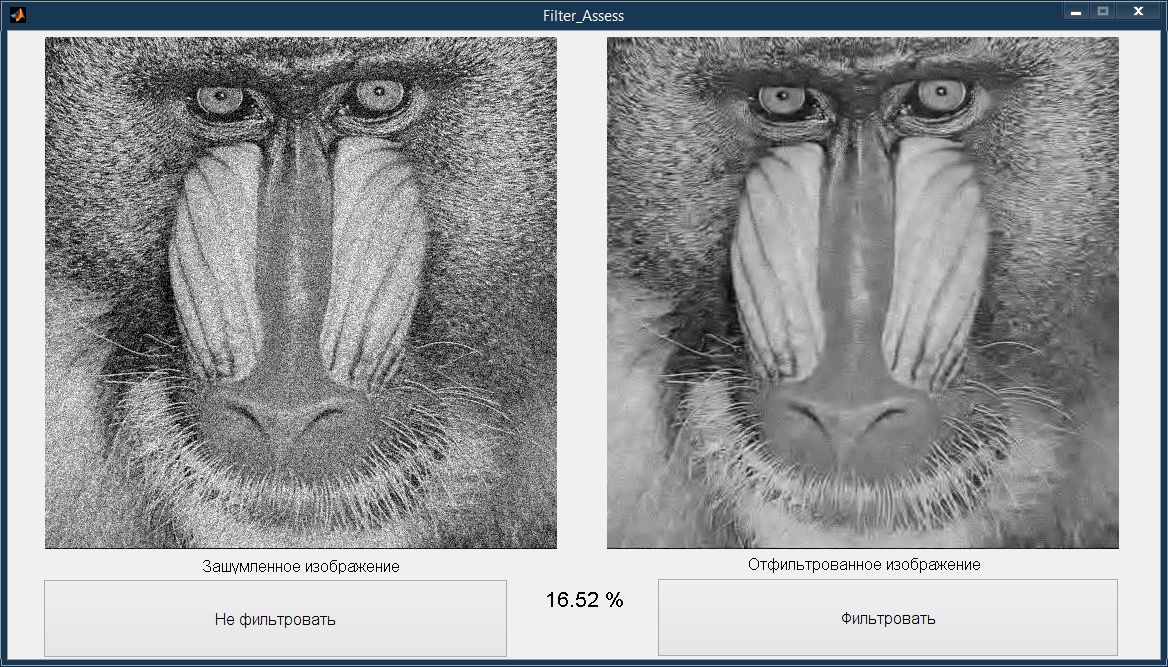


Рисунок 1 – Внешний вид программы

Показано, что во многих ситуациях фильтрация текстурных изображений не приводит к явному положительному результату. В целом, эффективность фильтрации возрастает при увеличении интенсивности помех, но однозначность мнений респондентов, оценивающих качество, практически никогда не наблюдается.

Следовательно, необходимо при фильтрации изображений детектировать текстурные участки и не обрабатывать их вовсе или осуществлять более аккуратное подавление помех.

1. Rubel A., Lukin V., Pogrebniak O., Efficiency of DCT-based denoising techniques applied to texture images, Proceedings of MCPR, Cancun, Mexico. – June 2014. – P. 111-120.

2. Dabov K., Foi A., Katkovnik V., Egiazarian K.,Image denoising by sparse 3-D transform-domain collaborative filtering, IEEE Transactions on Image Processing. – Aug. 2007. – vol. 16. – issue 8. – P. 2080-2095.

3. Ponomarenko N., Silvestri F., Egiazarian K., Carli M., Astola J., Lukin V., On between-coefficient contrast masking of DCT basis functions, Proceedings of the Third Int. Workshop on Video Processing and Quality Metrics, USA. – 2007. – vol. 3. – 4 p.

\*Научный руководитель  *–*  *В.В. Лукин,* *д.т.н., профессор*

УДК 621.396.9:681.323

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОЦЕНИВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПОМЕХ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ САМОПОДОБИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

*М.С. Сердюк, студент каф. 504; В.В. Абрамова, к.т.н., ст. преподавтель;*

*К.Д. Абрамов, к.т.н., доцент*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

В настоящее время колоссальная часть информации, используемой в промышленности, науке и других сферах человеческой деятельности, заложена в различных изображениях, получаемых с помощью технического оборудования. Часто большой проблемой становится зашумленность некоторых участков изображений, то есть наличие помех. В некоторых случаях помехи существенно ухудшают визуальное качество изображений и усложняют процесс извлечения полезной информации, поэтому задача их устранения является достаточно актуальной. Для эффективного устранения помех нужна информация об их характеристиках, которая на момент обработки, как правило, является недоступной, поэтому ее необходимо получать непосредственно по обрабатываемому изображению при помощи специальных автоматических методов. Существует достаточно большое количество автоматических методов для оценивания характеристик помех, но общим недостатком большинства из них является то, что они не обеспечивают достаточной точности для текстурных изображений. В связи с чем, дальнейшее усовершенствование таких методов остается актуальной задачей.

Одним из направлений повышения точности автоматического оценивания характеристик помех является совместная обработка подобных блоков на изображении. Суть данного метода заключается в поиске и определении групп идентичных участков на изображении. Разность между подобными блоками в некотором приближении можно считать шумом, характеристики которого можно оценить точнее в силу отсутствия информационной составляющей. Эта разность может рассчитываться как в пространственной, так и в спектральной областях с последующим совместным анализом полученных результатов. Для поиска подобных блоков в данном исследовании была использована метрика подобия Canberra distance [1].

В результате проведения математического моделирования для набора простых тестовых изображений было показано, что, в целом, совместная обработка подобных блоков перспективна в плане повышения точности оценивания характеристик помех, однако эти выводы должны быть проверены на большем наборе изображений и параметров помех.

УДК. 621.38

Математическая модель пьезорезонансного   
преобразователя с межэлектродным зазором   
гиперболического профиля

*1Д.П. Васильчук, ст. преподаватель; 2С.В. Хуторненко, к.т.н., докторант*

*1Учебно-научный профессионально-педагогический институт*

*Украинской инженерно-педагогической академии,*

*2Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Пьезорезонансные частотные преобразователи (ПЧП) механических величин являются одной из важнейших частей контрольно-измерительных систем, от характеристик которых зависят эффективность и надежность работы контролируемых технических устройств. Преобразователи такого типа имеют ряд преимуществ перед ближайшими их конкурентами пьезорезистивными и емкостными датчиками. Эти преимущества обусловлены долговременной стабильностью пьзоэлектрического чувствительного элемента (ПЧЭ) датчика, малым изменением частоты колебаний при воздействии температуры в широком диапазоне, высокой разрешающей способностью и точностью измерений. Работа данных пьезорезонансных преобразователей основана на использовании эффекта тензочувствительности кристаллического элемента кварцового резонатора, а основной проблемой таких преобразователей, является проблема сопряжения силопередающей мембраны или балки с ПЧЭ. В работе Ф.Ф. Колпакова и А.А. Акулиничева был предложен пьезокварцевый измерительный преобразователь давления с эллиптической резонирующей мембраной. Применение таких пьзорезонансных преобразователей повышает крутизну преобразования. Существенным недостатком такой конструкции является то, что мембрана пьзорезонансного преобразователя является одним из электродов ПЧЭ и как следствие вместе с мембраной происходит прогиб ПЧЭ, из-за чего снижается надёжность такого преобразователя в целом.

Вторым распространенным типом пьезорезонанстых измерительных преобразователей является использование ПЧЭ с изменяющимся межэлектродным зазором между подвижным электродом и неподвижной поверхностью кристаллического элемента резонатора. Недостатком такого ПЧЭ является существенное изменение эквивалентных электрических параметров резонатора при включении его в электронную схему при перемещении электрода. Так сопротивление резонатора может меняться до трех порядков.

В данной работе предлагается пьзорезонансный частотный преобразователь лишённый вышеперечисленных недостатков, сохраняющий все преимущества бесконтактного частотного управления КР путем модуляции межэлектродного зазора с профилем прогиба мембраны в виде ветви гиперболы.

Математическая модель, описывающей поведение такого ПЧП, в предположении, что профиль прогиба мембраны представляет собой ветвь гиперболы, получена на основе общих решений TSh колебаний повёрнутого Y-среза кварца и следующих граничных условий:



при 



при , где  - действительная полуось гиперболы, а  - мнимая полуось гиперболы.

На основании математической модели ПЧП получена его проводимость:

 где

.

Полученное выражение для проводимости может быть использовано для получения резонансной частоты колебаний ПЧП, а так же для получения параметров электрической эквивалентной схемы замещения пьзоэлектрического резонатора такой конструкции.

УДК 536.521.082.52

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕГО ПИРОМЕТРА

*А.А. Букарев\*, аспирант*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Существуют процессы, при которых изменение температуры контролируемого объекта происходит за очень короткие промежутки времени – менее 10 мкс. К таким процессам можно отнести детонационное нанесение порошковых покрытий, импульсное воздействие ионными пучками на поверхность, перегрев катода при отборе токов высокой плотности и др. При этом известны методы и устройства основанные на фотоэмиссионном методе пирометрирования, которые позволяют контролировать изменение температуры быстропротекающих процессов. Однако, существующие методы измерения обладают определёнными недостатками. В одном случае при определении температуры используется модуляция светового потока, идущего от объекта и, как следствие, нарушается непрерывность контроля температуры. В другом случае определение начальной температуры *T0* происходит при перенастраивании оптико-электронной системы каждый раз перед измерением и после него.

В связи с этим была поставлена задача построения алгоритма контрольно-измерительной части пирометра, при котором определение температуры будет носить непрерывный характер и не будет требовать перенастройки системы. Опорное значение температуры *T0* определяется в установившемся режиме, когда температура не изменяется. При этом информация от дополнительного и основного пирометров регистрируется непрерывно и передаётся в вычислительное устройство. В этом случае обеспечивается непрерывность контроля и нет необходимости перенастраивать систему перед каждым измерением.

\*Научный руководитель – к.т.н., доцент каф. 505 А.П. Кислицын.

УДК 621.315.592.9

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ПРИМЕСЕЙ И ОТЖИГА НА ДИЭЛЕК-ТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ СЕЛЕНИДА ЦИНКА

1А.А. Волошин, инженер каф. 502; 2В.С. Зверева, ведущий инженер;

1О.Н. Чугай, д.т.н., профессор

1Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

*2* *Институт сцинтилляционных материалов НАН Украины*

Кристаллы селенида цинка (ZnSe), легированные примесями и подвергнутые высокотемпературному отжигу, давно используются в качестве сцинтилляторов. Однако не прекращаются исследования, направленные на улучшение функциональных характеристик таких материалов путем введения ранее не использовавшихся примесей, а также расширения числа методов исследования материалов. Настоящая работа посвящена кристаллам ZnSe, легированным Са и Sr и отожженным в парах собственных компонентов, методом диэлектрической спектроскопии.

Исследованные кристаллы были выращены из расплава под высоким давлением аргона и отожжены в атмосфере цинка при температуре 900°С в течение 24 часов. Из центральной части кристаллических слитков изготовили образцы в форме прямоугольной пластины, сориентировав ее плоскость перпендикулярно оси слитка. В интервале частот 101 – 105 Гц измерили действительную *ε’* и мнимую *ε”* части диэлектрической проницаемости образцов.

Установлено влияние на действительную и мнимую составляющие диэлектрической проницаемости кристаллов как легирующих примесей, так и отжига. При этом влияние примесей обнаруживается лишь в области частот ниже 102 Гц и сравнительно невелико. Отжиг обуславливает область сильной дисперсии обеих составляющих проницаемости в интервале частот 103 – 105 Гц. Введение легирующих примесей увеличивает на один - два порядка глубину дисперсии с сохранением характера частотных зависимостей исследованных величин. Кроме того, в области частот ниже 102 Гц наблюдалась область дисперсии указанных величин, описанная в литературе.

Изложенные закономерности влияния легирующих примесей в сочетании с отжигом на диэлектрические свойства кристаллов ZnSe объяснены образованием при отжиге ассоциатов точечных дефектов с высокой поляризуемостью. Роль легирующих примесей состоит в повышении поляризуемости таких дефектов с сохранением их структуры и концентрации.

Обсуждаются направления дальнейших исследований, а также возможности создания на основе кристаллов ZnSe сенсоров физических величин, действие которых основано на высокой поляризуемости кристаллов.

УДК 621.373

ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСОВ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ РАЗРЯДОВ НАД ПОВЕРХНОСТЬЮ ВОДЫ

*В.А. Лесной\*, аспирант*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

В технике физического эксперимента достаточно часто возникает необходимость в получении высоковольтных импульсов микросекундной длительности и амплитудой до нескольких сотен киловольт.

Для получения высоковольтных импульсов используются генераторы с разрядом формирующей линии через импульсный трансформатор. Одним из таких генераторов является высоковольтный индуктор (ИВ-100), в котором коммутация осуществляется при помощи механического прерывателя. Данный генератор обладает рядом недостатков: регулировка частоты генерации импульсов осуществляется в узких пределах, период повторения и форма импульсов не стабильны, что не позволяет обеспечить синхронизации генератора с измерительными приборами.

В связи с необходимостью генерации стабильных высоковольтных повторяющихся импульсов и измерения параметров данных импульсов была поставлена задача создания генератора высоковольтных импульсов, обладающего достаточной для физического эксперимента стабильностью, возможностью регулировки частоты следования импульсов в широком пределе и синхронизации генератора с измерительными приборами.

Данная задача была решена заменой механического прерывателя на электронный ключ, построенный на полупроводниковых элементах (полевых транзисторах). Управление ключом осуществляется при помощи задающего генератора, который обеспечивает регулировку частоту следования импульсов в широких пределах и формирует синхронизирующий импульс.

При работе данного генератора, из-за явления самоиндукции на выходе генератора получаются биполярные импульсы, что иногда не желательно при проведении эксперимента. Устранение данного недостатка возможно в дальнейшей работе над усовершенствованием генератора высоковольтных импульсов.

\*Научный руководитель – к.т.н., доцент каф. 505 А.П. Кислицын.

УДК 621.3.032

Термоэмиссионные свойства композиционного катодного материала на основе гафната бария-стронция-кальция с мелкодисперсным вольфрамом

*Д. А. Оранская, м.н.с; А. П. Кислицын, к.т.н., доцент;*

*А. А. Таран, д.т.н., профессор*

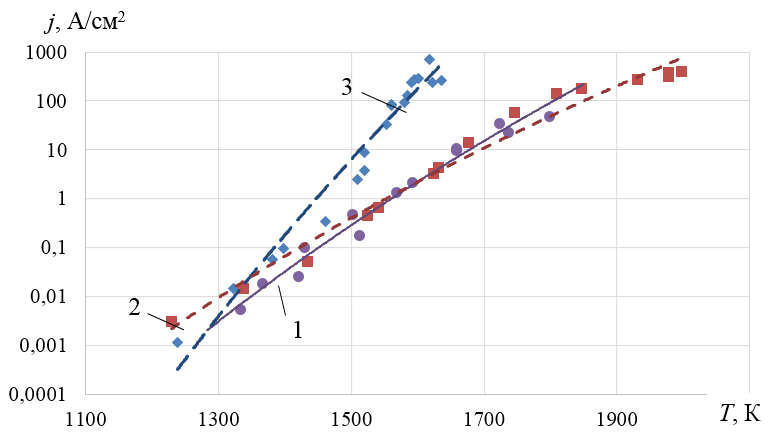
*Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»*

Термоэмиттеры на основе гафнатов бария с мелкодисперсным вольфрамом, полученные методами порошковой металлургии, являются высокотемпературными модификациями оксидного катода (ОК) и обладают высокими эмиссионными способностями. Ранее [1] было показано, в частности, что материал на основе Ba0,75Sr0,25HfO3 с 20 мас. % W позволяет получать плотности термоэмиссионного тока до   
*j* =1014 А/см2 при температуре Т = 1640 К.

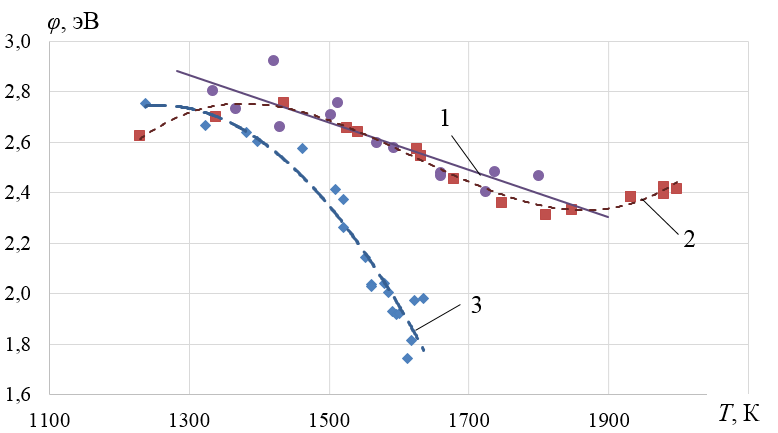
Традиционный оксидный катод содержит зерна не только BaO и SrO, но и CaO. В связи с этим представляло интерес изучить модифицированный материал на основе гафната бария-стронция, в котором часть атомов бария и стронция замещается атомами кальция. Такое изменение состава катодного материала должно привести к стабилизации эмиссионых свойств при высоких температурах (уменьшению скорости испарения бария и стронция). Объектом исследования был выбран материал 78 мас. % Ba0,45Sr0,45Ca0,1HfO3 – 22мас. % W.

Измерения термоэмиссионных свойств проводились в режиме импульсного токоотбора (*U*max = 6 кВ) с использованием одиночных импульсов длительностью *τ* = 10 мкс в температурном диапазоне от 1200 до 1900 К. Проведенные исследования показали, что минимальное значение работы выхода имеет место при температуре 1670 К и составляет 2,41 эВ. Это значение работы выхода соответствует плотности термоэмиссионного тока *j* = 35 А/см2.

Анализ температурных зависимостей работы выхода электрона для материалов различного состава (см. рис. 1,б) позволяет сделать вывод о том, что малая добавка кальция (10 мол. %) в гафнатах бария-стронция не приводит к существенному изменению эмиссионных свойств композитов (кривая 1 и 3 на рис. 1). Отметим, что температурный коэффициент работы выхода электрона для эмиттеров исследуемого состава является отрицательным. Последнее свидетельствует о наличии в нем проводимости *p*-типа.



а



б

1 – 78 мас. % Ba0,45Sr0,45Ca0,1HfO3 – 22 мас. % W;

2 – 76 мас. % Ba0,5Sr0,5HfO3 – 24 мас. % W;

3 – 80 мас. % Ba0,75Sr0,25HfO3 – 20 мас. % W.

Рисунок 1 – Температурные зависимости плотности тока (а) и работы выхода электрона (б) оксидных катодных материалов на основе скандатов или гафнатов бария

1. 1000 A/cm2 cathode: to be or not to be? / Taran A., Kyslytsyn O., Podshyvalova O., Ordanjan S. // Proc. 14 th Int. Vacuum Electronic Conf. IVEC 2013. –Paris, France. − [21−23 May 2013] – P. 1−2. – Режим доступу: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=6570929&url.