

Секция «Системы машинного и глубокого обучения»

ОБНАРУЖЕНИЕ СОСУДИСТЫХ ПАТОЛОГИЙ В ЛЕГКИХ НА ОСНОВЕ РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ И МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

В.А. Ковалев

*Объединенный институт проблем информатики
Национальной Академии Наук Беларуси, Минск, Беларусь
E-майл: yassili.kovalev@gmail.com*

Аннотация: В работе рассматривается проблема компьютеризированного обнаружения патологических изменений в корнях легких на цифровых рентгеновских изображениях, полученных в процессе скрининга населения. Проведенные экспериментальные исследования базируются на большом наборе исходных данных, включающем изображения 15600 человек различного пола и возраста, 13400 из которых включены в обучающую выборку (6700 случаев нормы и 6700 случаев патологии), а остальные 2200 использовались для тестирования (1100 изображений каждого класса). Задача диагностики решалась в классификационной постановке с использованием сверточных нейронных сетей и методов глубокого обучения. В результате было установлено, что наличие патологических изменений в корнях легких может быть обнаружено с точностью 94%.

Ключевые слова: глубокое обучение, скрининг, рентген грудной клетки, корни легких

ФРЕЙМВОРК УЛУЧШЕНИЯ ПРЕДСКАЗАТЕЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ

Yan Feifan, HUANG Bo

*Школа электроники и электротехники, Шанхайский университет
инженерных наук, Шанхай, Китай*

Аннотация: Чтобы улучшить эффективность предсказательных возможностей рекомендательной модели, предлагается общая структура DAST, которая может быть интегрирована в базовую модель рекомендаций. Платформа использует разработанный модуль преобразования функций для однородного распределения функций исходного домена (открытые элементы) и целевого домена (неоткрытые элементы), вводит концепцию псевдометки, использует классификатор на основе отношения структуры данных для проверки псевдометки цели целевого домена и дополнительно улучшает предсказательные возможности за счет самообучения проверенной псевдометки. Базовые модели до и после интеграции инфраструктуры DAST сравниваются на наборах данных MovieLens-1M и DIGINETICA. Экспериментальные результаты показывают, что предсказательные возможности каждой рекомендуемой модели были значительно улучшены после интеграции инфраструктуры DAST, что доказывает универсальность и эффективность этой среды.

Ключевые слова: предсказательные возможности; преобразование признаков; самообучение

СТРАТЕГИЯ СЖАТИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ СЕМЕЙСТВА YOLOV5 ДЛЯ ВСТРАИВАЕМЫХ РЕШЕНИЙ

Г.А. Ковбаса

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Республика Беларусь
e-mail: g.kovbasa@gmail.com*

Аннотация: Технология обнаружения объектов всегда была одним из важных направлений исследований в области компьютерного зрения. Решения на основе искусственных нейронных сетей становятся все более совершенными и популярными. В данной работе произведена оценка результатов детектирования различных нейронных сетей на датасете MS COCO 2017. В качестве основы для дальнейшей оптимизации была выбрана сеть YOLOv5 и объединена с ShuffleNet V2 для ее облегчения. Производится оптимизация параметров сети, в результате которой количество параметров снижается более чем на 30%, но точность снижается всего на 4%. Далее проводится квантование полученной модели на основе методов, предоставленных фреймворком PyTorch. После квантования точность снижается от 2% до 5%.

Ключевые слова: YOLOv5, обрезка нейронных сетей, квантование.

АДАПТИВНЫЙ МЕТОД ДЕТЕКТИРОВАНИЯ И ОТСЛЕЖИВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ S-Y-BILSTM

И.В. Саечников, В.В. Скакун, Э.А. Чернявская

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: saetchnikovivan@gmail.com*

Аннотация: Отслеживание динамических объектов является одной из самых сложных задач компьютерного зрения, а применительно к беспилотным летательным аппаратам (БПЛА) обусловлено рядом причин. В частности, это большое расстояние до объектов слежения и разнообразие их размеров, неравномерность интенсивности, деградация изображения. В данной работе мы предлагаем адаптивный метод детектирования и слежения за динамическими объектами S-Y-BILSTM, базирующийся на использовании сети YOLOv4eff для формирования карты признаков дифференцирующего изображения, сети SSD в качестве метода обнаружения объектов, и оптимизированной двунаправленной сети на основе LSTM в качестве техники слежения. Оценка эффективности предложенного метода была проведена на самостоятельно оптимизированном наборе данных видеоряда, снятого БПЛА с высоты 15–45 метров. Доказана эффективность и надежность предложенного метода.

Ключевые слова: динамический объект, детектирование, отслеживание, компьютерное зрение, беспилотный летательный аппарат (БПЛА), глубокое обучение, нейронная сеть.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТИ PIX2PIX ДЛЯ ОБРОБОТКИ ДАННЫХ МИКРОВОЛНОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ БЕЗЭХОВЫХ КАМЕР

Горшкова Ю.С., Малый С.В., Ткачя А.В., Хейдоров И.Э.
Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь,
e-mail: liyagoiliya@gmail.com

Аннотация: Рассмотрена возможность улучшения метрологических характеристик безэховой камеры за счет апостериорной обработки результатов измерений при использовании нейронной сети Pix2Pix. Обучение нейронной сети осуществлялось на наборе данных, включающих в себя распределения электромагнитного поля в области безэховости для модели безэховой камеры и свободного пространства. На примере двумерных моделей безэховых камер показана практическая реализуемость предложенной модели апостериорной обработки результатов измерений, обеспечивающей уменьшение влияния на распределение поля волн, отраженных от границ камеры.

Ключевые слова: Безэховая камера, нейронные сети, генеративно-состязательные модели, Pix2Pix.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ БЕЗ УЧИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ РУЧНЫХ ДЕСКРИПТОРОВ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Ематинов К. А.¹⁾, Ковалёв В. А.²⁾

- 1) Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*
2) Объединённый институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь
E-mail: {ematinov.key, vassili.kovalev}@gmail.com

Аннотация: Современные свёрточные нейронные сети требуют большого количества размеченных данных в процессе обучения. Предыдущие работы показывают, что эта проблема может быть решена с помощью самоконтролируемого обучения. В данной работе представлен новый подход самоконтролируемого обучения в применении к задаче предварительного обучения, который, как было показано, способствует повышению качества и стабильности тренировочного процесса в случае специализированных под конкретную область наборов данных, имеющих небольшое количество размеченных данных.

Ключевые слова: нейронные сети, биомедицинские изображения, самоконтролируемое обучение.

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ ПРИ ПЕРЕМЕЩЕНИИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

А.В. Сидоренко, Н.А. Солодухо

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: sidorenkoa@yandex.ru, malkomus@gmail.com

Аннотация: Рассмотрены вопрос моделирования при навигации с огибанием препятствий мобильного робота с использованием методов машинного обучения: Q-обучения, алгоритма SARSA, глубокого Q-обучения и двойного глубокого Q-обучения. Разработанное программное обеспечение включает средства Mobile Robotics Simulation

Toolbox, Reinforcement Learning Toolbox и пакет визуализации Gazebo для моделирования среды. Результаты вычислительного эксперимента показывают, что для моделируемой среды размером 17 на 17 блоков и препятствия длиной в 12 блоков обучение при использовании алгоритма SARSA происходит с лучшей производительностью, чем для остальных

Ключевые слова: робот, машинное обучение, Q-обучение, перемещение.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА DDPG ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ ДЛЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Т.Ю. Ким

*Объединенный институт проблем информатики Национальной академии
наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь,
e-mail: tatyana_kim92@mail.ru*

Аннотация: В данной работе предлагается использование алгоритма, основанный на глубоком обучении с подкреплением на уровне управления разработанного цифрового двойника мобильного робота, который следует по цветоконтрастной линии. В частности, алгоритмы глубокого обучения с подкреплением, такие как TD3 (Twin Delayed Deep Deterministic Policy Gradients) и DDPG (Deep Deterministic Policy Gradient), реализованы для сравнения результатов между ними. Результатом данной работы является получение обученной модели с рабочими значениями коэффициентов для ПИД-регулятора, способный подавать сигнал мобильному роботу с минимальным отклонением от цветоконтрастной линии при заданной скорости, применяющей алгоритм DDPG, для получения более быстрого обучения.

Ключевые слова: система управления, ПИД-регулятор, имитационная модель, моделирование, цифровой двойник, MATLAB/Simulink, обучение с подкреплением, TD3, DDPG.

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ОТКЛИКОВ МИКРОРЕЗОНАТОРОВ С УПРАВЛЯЕМЫМИ СВОЙСТВАМИ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

А.В. Саечников^{1,2}, Э.А. Чернявская¹, В.А. Саечников¹

¹Белорусский Государственный Университет, Минск, Беларусь

*²Рурский Университет, Бохум, Германия
e-mail: anton.saetchnikov@gmail.com*

Аннотация: В работе рассматривается применение методов машинного обучения для обработки динамических откликов, полученных на основе оптического детектирования биохимических сред оптическими микрорезонаторами с управляемыми свойствами. Продемонстрирована возможность определения параметров измеряемой среды с точностью >99% за временной интервал в 4 раза меньшее, чем требуется для достижения равновесного состояния.

Ключевые слова: оптический микрорезонатор, машинное обучение, детектирование, мода шепчущей галереи.

ПОСТРОЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ВНЕЛЕГОЧНЫХ ПАТОЛОГИЙ НА РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

А.Г. Раджабов, В.А. Ковалев

ОИПИ НАН Беларуси, Минск, Беларусь

e-mail: axmegxah@outlook.com, vassili.kovalev@gmail.com

Аннотация: Одной из важных проблем при решении задач автоматизации классификации медицинских изображений является подготовка данных. В результате работы над базой изображений повышена производительность итогового алгоритма с 75% до 95%. Обработка всего объема получаемых изображений и проведение их диагностики по широкому списку патологий затруднены для медицинских учреждений ограниченностью ресурсов. В связи с чем целесообразно использовать автоматизацию процессов сегментации и распознавания, что уже на первых этапах развития технологии дает возможность перераспределить внимание врачей, заостряя их внимание на потенциально патологических случаях и возвращая внимание к случаям, ошибочно идентифицированным как непатологические.

Ключевые слова: глубокое обучение, внелегочные патологии, подготовка данных, предобученные нейронные сети, классификация.

НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД ДЛЯ ВЕРИФИКАЦИИ РУКОПИСНОЙ ПОДПИСИ В РЕЖИМЕ OFF-LINE

У.Ю. Ахунджанов

Объединенный институт проблем информатики Национальной Академии Наук Беларуси, Минск, Беларусь.

e-mail: umidjan_90@mail.ru

Аннотация: В данной работе описываются результаты распознавания рукописных подписей с применением сверточной нейронной сети. Для экспериментов использовалась база рукописных подписей 40 человек, выполненных на бумажном носителе, а также общедоступные базы рукописных подписей: BHSig260-Bengali, BHSig260-Hindi, CEDAR. В базе рукописных подписей 40 человек было собрано 10 подлинных и 10 поддельных подписей для каждого человека, выполненных другими людьми. Для классификации использовались четыре варианта уменьшения подписей до размеров: 200×120, 250×150, 300×150 и 400×200 пикселей.

Ключевые слова: Биометрия, распознавание, верификация, рукописная подпись, классификация.

ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТЕЙ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ГИСТОПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОПУХОЛЕЙ

И.А. Филипович, В.А. Ковалев

*Белорусский Государственный Университет, Минск, Беларусь
Объединенный Институт Проблем Информатики
Национальная Академия Наук, Минск, Беларусь
E-mail: FilipovichIgor@yandex.by, vassili.kovalev@gmail.com*

Аннотация: Данная работа посвящена экспериментальному исследованию устойчивости сверточных нейронных сетей (CNN) к состязательным атакам. С целью количественной оценки эффективности атак и методов защиты, проведена оценка качества решения различных задач классификации медицинских изображений в условиях варьирования как атак, так и защит. При проведении экспериментов предпочтение отдавалось наиболее современным методам, а также одной из наиболее популярных архитектур CNN, представленной в данной работе архитектурой EfficientNet. Проведено сравнение результатов для атак типа FGSM, Карлини-Вагнера и AutoAttack, а так же защит вида Adversarial Training, High-Level Representation Guided Denoiser и MagNet. Все вычислительные эксперименты проводились с использованием гистопатологических изображений, широко используемых при диагностике онкологических заболеваний.

Ключевые слова: сверточные нейронные сети; состязательные атаки; биомедицинские изображения.

РЕАЛИЗАЦИЯ МАШИНЫ ОПОРНЫХ ВЕКТОРОВ С ПОМОЩЬЮ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ МИНИМАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

М. А. Демидик, Н. Н. Яцков

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
E-mail: marydemidik@gmail.com*

Аннотация: Алгоритм машины опорных векторов является классическим алгоритмом для решения задачи классификации и предлагается в рамках современных образовательных курсов. В алгоритме рассматривается задача квадратичного программирования, которая может быть решена методом последовательной минимальной оптимизации (Sequential Minimal Optimization). В рамках лабораторной работы предлагается изучить и реализовать упрощенный вариант данного метода.

Ключевые слова: машина опорных векторов, последовательная минимальная оптимизация, классификация.

АСАБЛІВАСЦІ ВЫКАРЫСТАННЯ КАНВАЛЮЦЫЙНЫХ НЕЙРОНАВЫХ СЕТАК ДЛЯ РАСПАЗНАННЯ І КЛАСІФІКАЦЫІ ВЫЯЎ ВОДАРАСЦЕЙ

П.Г. Бальцэвіч, А.А. Шавялёва

*Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт, г. Мінск, Беларусь
e-mail: polina.baltsevich@gmail.com*

Аннотацыя: Даследаваны магчымасці выкарыстання прылад машыннага зроку для распазнання выяў мікраводарасцяў. Вывучаны нюансы збору і падрыхтоўкі такога тыпу дадзеных. Для развязку задачы класіфікацыі водарасцей падабрана аптымальная з даступных мадэль канвалюцыйнай нейронавай сеткі.

Ключавыя словы: машынны зрок, класіфікацыя выяў, ідэнтыфікацыя водарасцей, канвалюцыйныя нейронавыя сеткі.

ПРИМЕНЕНИЕ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ЗАДАЧИ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ В СИСТЕМАХ БЕЗОПАСНОСТИ

А.А. Гулицкий, Э.А. Чернявская

*Белорусский государственный университет, г. Минск,
e-mail: antongoulitski@gmail.com*

Аннотация: В работе рассматриваются вопросы, связанные с задачей обнаружения объектов в системах безопасности. С помощью разработанного метода, на базе созданного набора данных, была обучена нейросетевая модель на основе архитектуры YOLOv5, способная осуществлять детектирование угроз в режиме реального времени с точностью 87%.

Ключевые слова: обнаружение объектов, глубокое обучение, YOLOv5, свёрточные нейронные сети, безопасность.

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ БОЛЬШИХ ДАННЫХ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СЛОЖНЫХ БИОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В СИСТЕМАХ ПРИКЛАДНОЙ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Н.Н. Яцков, В.В. Апанасович

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
e-mail: yatskou@bsu.by*

Аннотация: Разработан комплексный подход на основе методов имитационного моделирования и интеллектуального анализа больших данных для исследования сложных биомолекулярных соединений в системах прикладной флуоресцентной спектроскопии. Получены точные оценки времен затухания флуоресценции флуорофоров при обработке кинетических кривых затухания флуоресценции сложных молекулярных систем – ошибка снижена в два раза в сравнении с классическим анализом. Повышена эффективность анализа экспериментальных данных флуоресценции – выделены белковые комплексы, что трудно выполнимо традиционным анализом.

Ключевые слова: флуоресцентная спектроскопия, комплексный подход, имитационное моделирование, интеллектуальный анализ данных.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СУПЕРРАЗРЕШЕНИЯ МРТ-ИЗОБРАЖЕНИЙ

В.Р. Макарская, Д. В. Щегрикович, Е. И. Козлова

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
e-mail: victoria.makarskaia@gmail.com*

Аннотация: Проведен обзор алгоритмов повышения качества изображений на основе методов глубокого обучения. Представлен сравнительный анализ алгоритмов. Оценено качество полученных МРТ-изображений в высоком разрешении.

Ключевые слова: изображение, низкое разрешение, высокое разрешение, алгоритмы повышения качества изображений, глубокая нейронная сеть, трансформер, диффузионная модель, PSNR, SSIM, FID.

ИНТЕЛЕКТУАЛЬНАЯ ВИЗУАЛЬНАЯ АНАЛИТИКА СЛОЖНЫХ ДАННЫХ

У. А. Кобзарь

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: kobzaruliana98@gmail.com*

Аннотация: В работе исследуется возможность определения подходящего типа визуализации на основе признаков, извлекаемых из данных, с помощью алгоритмов машинного обучения. Для этого решение задачи разбивается на два этапа: определение типа визуализации и определение осей для отображения данных. Алгоритмы протестированы на наборах данных и соответствующих им визуализациях, полученных из Plotly Community Feed.

Ключевые слова: визуальная аналитика; система рекомендации визуализаций; дерево принятия решений, оверсэмплинг, машинное обучение.

МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ СТРУКТУРЫ ВЕБ-ТАБЛИЦ

Е.В. Горбач

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
e-mail: katerinagorbac@gmail.com*

Аннотация: В работе рассматриваются вопросы обнаружения семантической структуры таблиц. В связи с этим решается задача классификации типа таблицы, как наиболее популярный подход в распознавании структуры. Проведен сравнительный анализ современных методов, используемых при решении данной задачи. Разработан вариант улучшенной нейросетевой архитектуры, который показал увеличение точности на эталонной коллекции таблиц.

Ключевые слова: веб-таблицы, автоматическая обработка документов, распознавание структуры веб-таблицы

КЛАССИФИКАЦИЯ АРОМАТА АДРОННЫХ СТРУЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А. С. Касьяник, Э.А. Чернявская

*Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь,
e-mail: alekseykasuanik@gmail.com*

Аннотация: В работе рассматриваются вопросы, связанные с задачей идентификации аромата адронных струй на основе сверточной и полносвязной нейронной сети.

На базе созданного набора данных для генерации адронных струй в Pythia было получено, что сверточная и полносвязная нейронная сеть обладают точностью классификации 95,61% и 92,86% соответственно.

Ключевые слова: идентификация аромата адронных струй, глубокое обучение, сверточные, полносвязная нейронные сети, адронизация.

Секция «Интеллектуальные технологии и системы»

РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ НАНОСПУТНИКОВ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ

**Евчик В.Е., В.С. Баранова, Д.Н. Гринь, В.В. Домбровский, В.В. Нехай, В.А.
Саечников, И.А. Шалатонин, А.А. Спиридонов, Д.В. Ушаков**

*Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь,
e-mail: slava97evev@gmail.com*

Аннотация: Разработан комплекс инженерных моделей для обучения студентов основам работы со сверхмалыми космическими аппаратами. Комплекс включает: сеть наземных станций, 2 имитатора сверхмалых космических аппаратов, низкоорбитальный спутник BSUSAT-1 и веб-сервера с базой данных. Комплекс позволяет обрабатывать следующие задачи: изучение студентами устройства сверхмалых космических аппаратов, алгоритмов управления сверхмалыми космическими аппаратами, методики приёма телеметрии со спутника BSUSAT-1 и имитаторов, исследование способов приёма данных с СМКА и методов обработки телеметрической информации.

Ключевые слова: наноспутник, инженерная модель, наземный комплекс управления, лаборатория удаленного доступа, бортовые системы.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ УНИВЕРСИТЕТСКОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ НАБЛЮДЕНИЙ

**В.С. Баранова, А.А. Спиридонов, В.А. Мечинский, З.В. Кенько, Д.Д. Засмужен,
С. В. Лешкевич, И.А. Шалатонин, В.Е. Евчик, Д.В. Ушаков, В.А. Саечников**

*Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь
e-mail: sansan@tut.by*

Аннотация: Разработана архитектура построения университетской мобильной оптической системы слежения за низкоорбитальными космическими объектами. Для однократного пролета космического объекта в интервале 23:01:37.200 -23:02:50.780 за 09.09.2021 (UTC) получены астрометрические данные обработки изображений. На основе

кеплеровой модели движения и вероятностной оценки угла места, прямого восхождения, склонения, скорости изменения прямого восхождения и склонения определена орбита неизвестного космического объекта. Используя базу орбитальных параметров Майка Макканта, идентифицирован как остаток ракеты-носителя ATLAS 2AS CENTAUR R/B (NORAD 26906).

Ключевые слова: оптическая система слежения, космический объект, астрометрия, определение орбиты, идентификация объекта.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ БЕССЕЛЕВА СВЕТОВОГО ПУЧКА ПОСРЕДСТВОМ АНАЛИЗА ЕГО ПОПЕРЕЧНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ

И.В. Балыкин¹, А.А. Рыжевич^{1,2}, Т.А. Железнякова²

¹Институт физики НАН Беларуси, Минск, Беларусь

²Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

e-mail: tol@dragon.bas-net.by

Аннотация: В настоящее время бесселевы световые пучки (БСП) применяются для нелинейно-оптических преобразований, организации процессов оптических вычислений, передачи информации и энергии, зондирования. Во всех этих случаях важно обеспечить качество БСП и знать их параметр конусности. В данной работе описаны методы определения объективных параметров качества и параметра конусности БСП посредством компьютерного анализа оценок спектральной плотности мощности (СПМ) одномерных распределений интенсивности, полученных в поперечной плоскости пучка вдоль линии, проходящей через ось пучка (диаметральных распределений) из поперечных двумерных распределений интенсивности БСП, зафиксированных в виде цифровых компьютерных изображений.

Ключевые слова: бесселев световой пучок, параметр конусности, параметр качества, спектральная плотность мощности.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ ВО ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

А.В. Дигрис

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,

e-mail: digris@bsu.by

Аннотация: предложена структурная схема построения программных комплексов для анализа данных флуоресцентной спектроскопии, позволяющая разрабатывать специализированное программное обеспечение с динамически подключаемой и легко наращиваемой библиотекой моделей и методов анализа данных, а также встроенными средствами для управления исходными данными и результатами их обработки. Данная схема позволяет создавать стандартизированный по внешнему виду компактный пользовательский интерфейс, позволяющий в удобной форме управлять настройкой вычислительных экспериментов по обработке данных, непосредственно выполнять анализ и контролировать качество полученных результатов.

Ключевые слова: флуоресцентная спектроскопия, глобальный анализ данных, метод максимального правдоподобия, программное обеспечение.

ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЛОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ФИЗИЧЕСКИХ ГЕНЕРАТОРОВ

И.Г. Коваленко, Е.А. Барсуков, М.А. Павлышко, А.А. Шандицев

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: barsukov@bsu.by, kavalenk@bsu.by*

Аннотация: На основе логического анализатора В-441 разработан регистратор цифровых последовательностей. Программное обеспечение (ПО) для регистратора работает на базе программной платформы с открытым кодом Sigrok. Для оценки качества зарегистрированных случайных числовых последовательностей (СЧП) согласно статистическим тестам NIST, была разработана программа NIST-Qt.

Ключевые слова: АЦП; СЧП; NIST; регистратор цифровых последовательностей.

ПРОГРАММНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КАРТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ ЭКСПЕРТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

В. Л. Козлов, Н. В. Згировская

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: KozlovVL@bsu.by*

Аннотация: Представлены результаты разработки программного приложения на основе корреляционной обработки цифровых изображений для решения ряда задач криминалистических исследований. Предложены принципы компьютерной реализации алгоритмов проведения экспертных исследований на основе построения карты корреляции для получения количественных данных о дефектах объекта с указанием координат расположения дефекта.

Ключевые слова: корреляционная обработка, цифровое изображение, экспертные исследования.

АРХИТЕКТУРА СРЕДСТВА ОДНОНАПРАВЛЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ

Р.А. Румас¹, Ю.И.Воротницкий²

¹*Оперативно-аналитический центр при Президенте Республики Беларусь,*

²*Белорусский государственный университет, г. Минск*

e-mail: rra@oac.gov.by

Аннотация: В докладе предложена архитектура аппаратно-программного средства, обеспечивающего однонаправленную передачу данных в компьютерных сетях. Предлагаемая архитектура обеспечивает физическую развязку источника и приемника данных и ориентирована на использование стандартных протоколов.

Ключевые слова: компьютерная сеть, однонаправленная передача данных, системная архитектура

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ СРОКОВ СЕВА ОЗИМЫХ КУЛЬТУР НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛРУСЬ

Ю.А. Бондаренко, В.И. Мельник

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
e-mail: bondarenyura@gmail.com*

Аннотация: В данной работе представлен алгоритм расчета оптимальных сроков сева озимых зерновых культур, основанный на расчете суммы температур. На основании многолетних наблюдений пунктов гидрометеорологической сети и литературных данных, установлены критерии сумм температур для оптимальных сроков сева озимых зерновых. Определены периоды для каждой сельскохозяйственной культуры и средняя температура воздуха за эти периоды, обеспечивающие наиболее сильную связь между началом и окончанием сроков сева озимых зерновых культур. Определены оптимальные сроки озимых зерновых культур на основании данных за 2000-2020 гг. Получены уравнения определяющие даты начала и окончания сроков сева озимых сельскохозяйственных культур по пунктам наблюдений в зависимости от средней температуры за полученные периоды.

Ключевые слова: изменение климата, суммы температур, даты прекращения вегетации, оптимальные сроки сева озимых зерновых культур.

МЕТОДИКА УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В. Л. Козлов, Е.Ф. Шмигирёв

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: KozlovVL@bsu.by*

Аннотация: Приведены результаты исследования возможностей использования цифрового фильтра Габора для повышения качества экспертных изображений. Получено, что для повышения качества изображений целесообразно использование ненаправленного фильтра Габора, так как при этом не требуется вычислять ядра фильтра для разных ориентаций поля направления изображения.

Ключевые слова: цифровое изображение, экспертные исследования, цифровой фильтр.

ОБЛАЧНАЯ ПЛАТФОРМА СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ИЗГОТОВЛЕНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Е.А. Барсуков, А.М. Огурцов, В.С. Протосевич, А.С. Семенович

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: rct.protosev@bsu.by*

Аннотация: Созданная программная платформа сопровождения производственных процессов при проектировании и изготовлении электронных устройств является облачной платформой, обеспечивающей взаимосвязь и оперативный контроль всех задач и участников производственных процессов, от разработчиков и конструкторов до поставщиков компонентов и производителей печатных плат. Иными словами, она связывает этапы проектирования электронных устройств с этапами производства.

Ключевые слова: облачная платформа, контроль производственными процессами, WEB-приложение, MYSQL, .NET

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ В ВИЗУАЛЬНУЮ ФОРМУ

К.С Мулярчик, В.П. Можейко

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
e-mail: k.mulyarchik@gmail.com, vladislav.mozheiko321@gmail.com*

Аннотация: В данной статье предложена классификация базовых визуальных форм и принцип анализа произвольной визуальной формы по базовым элементам. На основе данной классификации разработан и реализован алгоритм, позволяющий автоматизировать построение визуальных форм, продемонстрирован пример его работы. Сделаны выводы о применимости данной разработки в различных задачах.

Ключевые слова: визуальная форма, обработка естественного языка, spacy.

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТУДЕНЧЕСКИМ НАНОСПУТНИКОМ

Е.А. Олехнович, С.В. Лешкевич, В.С. Баранова, В.А. Саечников

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
e-mail: rct.olehnoviEA@bsu.by, LeshkevichS@bsu.by, rct.baranovaVS@bsu.by,
Saetchnikov@bsu.by*

Аннотация: В данной работе рассматривается организация защиты информации системы управления студенческим наноспутником.

Ключевые слова: наноспутник, система информационной безопасности, защита информации.

ПРОБЛЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛАЗЕРНЫХ ПРОБОЕВ СТЕКЛА В ИЗОБРАЖЕНИЯХ ДЛЯ ЗАПИСИ И ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

И. Г. Лопато, О. Г. Людчик

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
e-mail: lopato.ignat@gmail.com*

Аннотация: Кварцевое стекло, благодаря своей устойчивости к тепловым и радиационным воздействиям, а также крайне низкой восприимчивости к электромагнитным полям, является перспективным материалом для долгосрочного хранения информации. Однако, для создания конкурентоспособной системы хранения информации должен существовать способ ее считывания – и этот способ будет во многом определять характеристики системы сбора и хранения информации. В кварцевом стекле возможно создание дефектов с немалым количеством различных состояний - но эти состояния лучше всего различаются визуально, что обуславливает использование методов обработки изображений для распознавания дефектов и их состояний.

Ключевые слова: лазерный пробой, стекло, обработка изображений.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СТРУКТУРЫ ЧУГУНА

С. Н. Семенович, И. П. Стецко, А. А. Чеплюков

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
E-mail: semenovich@bsu.by*

Аннотация: Предложены алгоритмическое и схмотехническое решения для аналого-цифрового преобразователя временных интервалов на основе цифрового микропроцессорного счетчика и аналогового интерполятора в качестве бюджетного решения для технологического устройства ультразвукового контроля структуры отливок из высокопрочного чугуна при их производстве.

Ключевые слова: преобразователь временных интервалов, неразрушающий контроль структуры материалов, микропроцессорное устройство.

МЕТОДЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ БИОФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Н.Н. Яцков, А.А. Горбунова, В.В. Апанасович

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
e-mail: yatskou@bsu.by*

Аннотация: Предложена схема выбора и применения методов интеллектуального анализа больших данных флуоресцентной спектроскопии с целью исследования сложных биофизических систем. Выполнен сравнительный анализ алгоритмов на смоделированных и экспериментальных данных, представляющих собой примеры модельных систем сбора и обработки больших данных при исследовании биомолекулярных соединений. Произведена оценка эффективности алгоритмов.

Ключевые слова: биофизические системы, анализ больших данных флуоресцентной спектроскопии, методы интеллектуального анализа данных.

СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОЕ ВСТРАИВАНИЕ СЛУЖЕБНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ИЗОБРАЖЕНИЯ DICOM-ФОРМАТА

В.С. Садов, И.М. Гурецкий

*БГУ, Минск, Республика Беларусь
E-mail: sadov@bsu.by*

Аннотация: Представлены разработанные стеганографические алгоритмы встраивания/извлечения текстовой информации медицинские снимки формата DICOM, позволяющие объединить в одном компьютерном файле и сам снимок и его расшифровку, что значительно облегчает работу с этой информацией медицинским работникам. Показаны оптимальные режимы их работы.

Ключевые слова: стеганографические алгоритмы, изображения контейнеры, мультиплексирование пропускной способности стеганосистемы

Секция «Биоинформатика»

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БОЛЬШИХ ТРАНСКРИПТОМНЫХ ДАННЫХ

В.В. Гринеv, Н.Н. Яцков, В.В. Скакун

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
e-mail: grinev_vv@bsu.by, Yatskou@bsu.by, skakun@bsu.by*

Аннотация: В статье представлены результаты использования методов интеллектуального анализа данных для решения задач транскриптомики. Обсуждается потенциал таких методов в идентификации сайтов генетического полиморфизма, влияющих на транскрипцию генов, процессинг РНК и структуру кодируемых ими белков. Кроме того, приводятся примеры успешного использования методов интеллектуального анализа данных при изучении экспрессии генов, эпигенетического контроля этого процесса, дифференциального сплайсинга и функциональной аннотации транскриптомов.

Ключевые слова: большие транскриптомные данные, интеллектуальный анализ данных, классификация, предиктивные модели.

RIBOGROVE – БАЗА ДАННЫХ ПОЛНОРАЗМЕРНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ГЕНОВ 16S рРНК ПРОКАРИОТ

М.А. Сиколенко^{1,2}, Л.Н. Валентович^{2,3}

¹*Кафедра системного анализа и компьютерного моделирования РФиКТ,
Белорусский Государственный Университет, Минск, Беларусь*

²*Лаборатория "Центр аналитических и генно-инженерных исследований",
Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь*

³*Кафедра молекулярной биологии, биологический факультет, Белорусский
Государственный Университет, Минск, Беларусь
e-mail: sikolenko@bio.bsu.by*

Аннотация: Прокариотические гены 16S рРНК являются удобным и часто используемым филогенетическим маркером. Существующие базы данных последовательностей генов 16S рРНК в основном содержат последовательности ПЦР-ампликонов, которые часто неполны, а иногда содержат артефакты ПЦР. Чтобы дополнить и расширить существующие общедоступные ресурсы, посвящённые разнообразию последовательностей 16S рРНК, была создана RiboGrove – база данных полноразмерных последовательностей генов 16S рРНК, извлечённых из полностью собранных геномов прокариот. Анализ полученных последовательностей позволил, например, оценить внутригеномную изменчивость генов 16S рРНК, а также определить таксоны, чьи гены 16S рРНК не содержат последовательностей анти-Шайн-Дальгарно.

Ключевые слова: SSU rRNA, молекулярная таксономическая классификация микроорганизмов, Шайн-Дальгарно.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОМОТОРОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СТРУКТУР АЛЬТЕРНАТИВНЫХ СИГМА-ФАКТОРОВ БАКТЕРИЙ

Д.И. Громько, П.В. Вычик, Е.А. Николайчик

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
e-mail: grom.dima.grom@gmail.com*

Аннотация: Идентификация бактериальных промоторов (в отличие от эукариотических) до сих пор не имеет надежного алгоритмического решения, что во многом определяется уникальными особенностями распознавания промоторов сигма-факторами РНК-полимераз. В настоящей работе мы приводим анализ проблематики и предлагаем варианты решения этой задачи для промоторов, распознаваемых альтернативных сигма-факторами, на основе анализа доступных 3D-структур транскрипционных инициаторных комплексов.

Ключевые слова: сигма-фактор, промотор, ДНК-мотив, ДНК связывающий домен.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПРЕДСКАЗАНИЯ ВЫЖИВАЕМОСТИ ПАЦИЕНТОВ С ОНКОЛОГИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

В.Н. Яцков, М.К. Чепелева

*Белорусский государственный университет, г. Минск
e-mail: vlad18742@gmail.com, maryna.chepeleva@gmail.com*

Аннотация: Разработан алгоритм для предсказания выживаемости пациентов с онкологическими заболеваниями методом блочного леса с расщеплением узлов по методу exponential log-likelihood loss. Проведено сравнение качества предсказания с алгоритмами случайного леса выживаемости и бустинга регрессии кокса. Получена лучшая точность 84,04 % по Бриеру и 98,89 % по С-индексу для блочного леса. Разработанные программные средства могут быть использованы для предсказания клинических рисков в персонализированной медицине.

Ключевые слова: случайный лес выживаемости; блочный лес; секвенирование; предсказание выживаемости.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ТРАНСКРИПЦИОННЫХ ФАКТОРОВ

Е.А. Николайчик, П.В. Вычик

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: nikolaichik@bio.bsu.by*

Аннотация: Разработан метод автоматической идентификации и классификации бактериальных ДНК-связывающих транскрипционных факторов. Метод корректно определяет принадлежность транскрипционных факторов к 74 семействам и трем суперсемействам и превосходит по своей чувствительности и селективности имеющиеся решения. Метод реализован в рамках программы анализа транскрипционной регуляции бактерий Sigmoid и является частью автоматизированного конвейера аннотации операторных элементов в бактериальных геномных последовательностях. Открытый код разработки и исполняемые файлы доступны в репозитории github.com/nikolaichik/sigmoid.

Ключевые слова: транскрипционный фактор, оператор, аннотация бактериальных геномов.

АЛГОРИТМ ПОИСКА «ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ» В БАЗАХ ДАННЫХ РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Д.В. Сизова, В.А. Ковалев

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
e-mail: darya.sizova31@gmail.com*

Аннотация: В последние годы остро стоит проблема защиты личных данных, к которым, в свою очередь, относятся медицинские изображения. Ввиду человеческого фактора, не исключены ошибки при внесении изображений врачом в базу данных, что влечет за собой необходимость разработки алгоритма, позволяющего извлекать из базы изображения, принадлежащие одному человеку. Целью данной работы является разработка и сравнение алгоритмов поиска похожих изображений в базе данных на примере рентгеновских снимков легких.

Ключевые слова: биоинформатика, сиамская нейронная сеть, рентгеновские изображения.

ТЕКСТУРНЫЙ АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

Дмитрий Коршакевич

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
E-mail: dim.korsh2011@yandex.ru*

Аннотация: Были экспериментально исследованы различные подходы к классификации гистологических изображений трех различных классов: пораженный метастазами регион лимфоидной ткани, здоровый регион лимфоидной ткани и капсула лимфатического узла. В работе исследовалось, какое качество классификации может быть достигнуто при использовании только классических подходов извлечения текстурных признаков, предложенных Хараликом в 1970 году, затем с использованием нейронных сетей и, наконец, путем комбинирования обоих подходов.

Ключевые слова: биоинформатика, нейронные сети, классификация текстур, гистология

CNV АНАЛИЗ ДАННЫХ NGS БЕЛОРУССКИХ ПАЦИЕНТОВ

О.Д. Левданский, Р.С. Шулинский, Е.А. Мишук

*Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси,
Минск, Республика Беларусь
e-mail: o.liaudanski@igc.by*

Аннотация: С помощью программы ClinCNV проведен поиск CNV у 262 индивидов. Определены множественные CNV, ассоциированные с различными типами патологии. Выявленные CNV представляют собой потенциальные маркеры для определения предрасположенности к данным типам заболеваний. Показано, что наличие делеций, затрагивающих гены цинковых пальцев способствуют повышению риска развития невынашивания при беременности, в то время как дубликации в данных генах, наоборот,

являются протективными в отношении данной патологии. Выявлено, что дубликации, затрагивающие широкий спектр генов, могут являться маркерами риска развития эпилепсии, в то время как делеции некоторых генов, встречающиеся в человеческой популяции, у пациентов с эпилепсией практически не обнаруживаются.

Ключевые слова: NGS, CNV, эпилепсия, невынашивание при беременности, нефропатология, некоронарогенные заболевания сердца, кардиопатология.

КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ И МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ

А. В. Лебедевский

*Белорусский государственный университет, г. Минск,
e-mail: lebedevskiys@yandex.by*

Аннотация: Рассмотрена концепция создания компьютеризированной системы для оценки простейших функциональных показателей сенсорных систем и микроциркуляции человека, предназначенной для периодического массового скрининга населения с целью выявления их нарушений на стадии доклинических проявлений.

Ключевые слова: сенсорные системы, микроциркуляция, функциональные показатели, программно-аппаратный диагностический комплекс.

SOFIA: ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ АНАЛИЗА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ РИСКА НА РАННЕЕ РАЗВИТИЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЕРДЕЧНО- СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

**А.В. Гоглев¹, А.В. Москалёв¹, Aliaksandra Kakoichankava²,
Е.А. Прачук¹, Petr V. Nazarov³**

*¹Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский
университет, Витебск, Республика Беларусь*

²University of Luxembourg, Esch-sur-Alzette, Luxembourg

³Luxembourg Institute of Health, Strassen, Luxembourg

*e-mail: alexey.goglev@gmail.com, aleksandrm2001@mail.ru,
aliaksandra.kakoichankava@gmail.com, prachuk-ea@mail.ru,
petr.nazarov@gmail.com*

Аннотация: Заболевания сердечно-сосудистой системы (ЗСС) являются основной причиной смерти населения во всем мире, что делает актуальным поиск методов ранней диагностики болезней ЗСС. Исходя из актуальности темы, нами было разработано Web-приложение Sofia для автоматизации статистических расчётов в исследованиях, связанных с изучением влияния факторов риска, в том числе работы в ночную смену, на раннее развитие заболеваний сердца. Приложение позволяет импортировать данные о пациентах, проводить гибкий статистический анализ и создавать отчеты. В результате тестирования приложения нами были получены данные о влиянии различных факторов на раннее развитие ЗСС. В дальнейшем планируется применение приложения для исследований на больших выборках пациентов.

Ключевые слова: сердечно-сосудистые заболевания, ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертензия, ночная работа, регрессионный анализ, RStudio, Shiny.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ И АННОТАЦИИ ОТКРЫТЫХ РАМОК СЧИТЫВАНИЯ В РНК-ТРАНСКРИПТАХ ЧЕЛОВЕКА

Скакун В. В.¹, Яцков Н. Н.¹, Назаров П. В.²,
Чепелева М. К.¹, Гринев В. В.¹

¹ *Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,*
² *Luxembourg Institute of Health, Strassen, Luxembourg*
e-mail: skakun@bsu.by

Аннотация: Разработано веб-приложение ORFhunteR для автоматического определения и биологической аннотации открытых рамок считывания в большом наборе молекул РНК человека. Интерактивный веб-интерфейс позволяет вызывать функции R пакета ORFhunteR и предназначен для удаленной работы в режиме онлайн через глобальную сеть Internet. Разработка может быть использована в фундаментальных и прикладных биомедицинских исследованиях, связанных с изучением транскриптома нормальных и измененных клеток человека.

Ключевые слова: РНК, открытая рамка считывания, аннотация открытых рамок считывания, программный пакет, веб-интерфейс.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ДАННЫХ МАССОВОГО ПАРАЛЛЕЛЬНОГО СЕКВЕНИРОВАНИЯ В СРЕДАХ ПРОГРАММИРОВАНИЯ R И PYTHON

И.С. Трусов, И.Н. Ильюшёнко, Н.Н. Яцков, В.В. Скакун, В.В. Гринев
Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
e-mail: grinev_vv@bsu.by

Аннотация: Работа посвящена сопоставлению возможностей языков программирования Python и R для проведения контроля качества библиотек NGS-чтений. Оба этих языка обладают возможностями для визуализации характеристик нуклеотидного состава указанных библиотек, а также для предпроцессинга – удаления последовательностей адаптеров и нуклеотидов с низким качеством прочтения. Возможно также объединение возможностей двух языков программирования в рамках одного кода

Ключевые слова: NGS, Python, R, контроль качества, предпроцессинг.

АППАРАТУРА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА НА РАЗДРАЖЕНИЕ КОНЕЧНОСТЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Д.А. Истомина

Белорусский государственный университет, г. Минск
e-mail: rct.istominDA@bsu.by

Аннотация: Рассмотрены функциональная схема, элементная база и методика исследования порога чувствительности конечностей человека к раздражению переменным электрическим током с последующим определением времени его реакции на воздействие. Описаны алгоритмы работы разработанного блока и созданного программного обеспечения нижнего и верхнего уровней. Результаты апробации созданных алгоритмов и аппаратуры

показали возможность оперативного определения пороговой чувствительности к раздражению электрическим током примерно за полторы минуты.

Ключевые слова: функциональные показатели, болевые рецепторы, нервные проводящие пути, пороговая чувствительность, программное обеспечение.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ДОСТУПА К БАЗЕ ДАННЫХ МОТИВОВ РЕГУЛЯЦИИ ТРАНСКРИПЦИИ У БАКТЕРИЙ

А.В. Дигрис, Е.И. Дувалов, В.В. Скакун, Е.А. Николайчик

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: digris@bsu.by*

Аннотация: В статье представлено веб-приложение, обеспечивающее удобный доступ к базе данных мотивов регуляции транскрипции у бактерий. Приложение создано с использованием стека современных технологий для разработки клиент-серверного программного обеспечения на базе платформы Java и фреймворка ReactJS. Для обмена информацией между клиентской и серверной частью используется разработанное REST API. Созданное веб-приложение позволяет выполнять детальный просмотр и редактирование записей в базе данных, а также предоставляет пользователю информацию о проекте Sigmoid по аннотации регуляторных элементов транскрипции в геномах бактерий с использованием концепции CR-тегов.

Ключевые слова: регуляция транскрипции, регуляторные мотивы, Sigmoid, базы данных, веб-приложение.

КЛАССИФИКАЦИЯ СТАДИЙ НЕМЕЛКОКЛЕТОЧНОГО РАКА ЛЕГКИХ ПО ДАННЫМ ГЕНОМНОГО СЕКВЕНИРОВАНИЯ

М. А. Демидик, Н. Н. Яцков, П. В. Назаров, В. В. Гринев

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
E-mail: marydemidik@gmail.com*

Аннотация: В настоящее время молекулярные механизмы возникновения и развития онколого-гических заболеваний изучены не до конца. Существующие модели анализа геномных данных не позволяют учесть молекулярные взаимодействия. Использование методов машинного обучения на основе машины Больцмана, позволяет учитывать влияние генных регуляторных механизмов и повысить точность классификации стадий онкологических заболеваний.

Ключевые слова: классификация, машина Больцмана, экспрессия экзонов, машинное обучение.

Секция «Компьютерное моделирование процессов и систем»

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ РАСШИРЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА

И. А. Перл

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

E-mail: ivan.perl@itmo.ru

Аннотация: Рассмотрена история возникновения такого понятия как «Цифровой Двойник» в контексте современного кибер-физического подхода к описанию и взаимодействию между виртуальным и реальным миром. Показан основной подход, который применяется к построению таких двойников. В качестве развития этой тематики предложена интеграция современных методов и средств компьютерного моделирования в процесс построения и дальнейшего использования цифровых двойников.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, цифровой двойник, Интернет Вещей.

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ УЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В Г. ТОМСКЕ

О.В. Стукач^{1,2}, П.А. Зорин³

¹*Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики", г. Москва, Россия*

²*Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск, Россия*

³*ООО "ЦСО", г. Томск, Россия*
e-mail: tomsk@ieee.org

Аннотация: С помощью статистического пакета SPSS проведен анализ данных коммерческого учета потребления тепловой энергии в жилом фонде города Томска с 2013 года до настоящего времени. Определена степень влияния таких факторов, как год постройки, материал стен, температура наружного воздуха, схема теплоснабжения и др. на динамику теплоснабжения. Построена факторная модель теплоснабжения. Оценена межгрупповая и внутригрупповая дисперсия и показано, что сочетание схемы теплоснабжения, этажности и года постройки дома является решающим фактором в энергетической эффективности. Наименьшее влияние на теплоснабжение оказывает такой фактор, как материал стен, из чего следуют соответствующие управленческие решения по повышению эффективности зданий.

Ключевые слова: жилищно-коммунальное хозяйство, класс энергоэффективности, учет энергии, жилое здание, статистический анализ.

ГАРМОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРОСОВЫХ ВИБРОИЗОЛЯТОРОВ ДЛЯ СИНТЕЗАТОРОВ ЧАСТОТ

В.И. Журавлёв, Н.М. Наумович, И.К. Стежко, В.Н. Кийко

*Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, г. Минск, Беларусь*

e-mail: center1.6@bsuir.by

Аннотация: Рассматривается виброзащита генераторов в конструкциях синтезаторов частот на основе тросовых виброизоляторов. Для их использования необходимо выполнение гармонического анализа с различными параметрами массы и жёсткости при воздействии внешних вибраций. На основе результатов моделирования показана эффективность предварительного определения резонансных частот для учёта в проектировании конструкций синтезаторов частот при дальнейшей защите от случайной вибрации.

Ключевые слова: синтезаторы частот, вибрация, тросовый виброизолятор, гармонический анализ, моделирование.

ОЦЕНКА ДЛИНЫ ОПАСНОЙ ЗОНЫ ЗА АКСИКОНОМ ПРИ ПРЕОБРАЗОВАНИИ ЛАГЕРР-ГАУССОВА СВЕТОВОГО ПУЧКА В БЕССЕЛЕВ

И.В. Балыкин¹, А.А. Рыжевич^{1,2}, А.П. Макаревич¹

¹Институт физики НАН Беларуси, Минск, Беларусь

²Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

e-mail: tol@dragon.bas-net.by

Аннотация: Бесселевы световые пучки различных порядков находят широкое применение для передачи информации и энергии, дистанционного зондирования. Одним из наиболее популярных способов их формирования, обеспечивающим высокий КПД, является преобразование лаггерр-гауссова светового пучка в бесселев с использованием аксикона. При построении оптических схем, включающих элементы с низкой лучевой прочностью, следует учитывать наличие протяженного осевого (для пучков 0-го порядка) и приосевого (для пучков высших порядков) максимумов интенсивности и размещать оптические элементы за пределами зоны, в которой интенсивность пучка может привести к их разрушению (опасной зоны). В данной работе получены оценки расстояния за аксиконом, на котором интенсивность пучка достигает безопасного уровня для пучков различных порядков.

Ключевые слова: лаггерр-гауссов световой пучок, бесселев световой пучок, распространение светового пучка, аксикон, безопасная зона.

ЭЛЕМЕНТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ СТУДЕНЧЕСКОГО НАНОСПУТНИКА

**В. С. Баранова, С. В. Лешкевич, В. А. Саечников
В. С. Барауля, А. Джунг, К. П. Заяц, Д. М. Леонов**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: zk.corpinnovation@gmail.com*

Аннотация: Объектом исследования является аэродинамическая платформа для испытаний студенческого спутника. Представлены схематические элементы макетного стенда аэродинамической платформы. Описаны конструктивные особенности модели несущей части платформы. Рассмотрен метод измерения механических деформаций для лабораторных исследований несущей части аэродинамической платформы при рабочих нагрузках.

Ключевые слова: макетный стенд, аэродинамическая платформа, воздушный поток, полезная нагрузка

КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СТРУКТУРНОГО ТЕЧЕНИЯ ДЫМА В ФОРМЕ КОЛЕЦ

И.Н. Кольчевская, И.Д. Баравик, Д.А. Панченко, Н.Н. Кольчевский

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: iren.kolchevsky@gmail.com*

Аннотация: Структурное течение дымов представляется слабо изученным процессом. Распространение дыма в виде колец позволяет распространяться дымам на значительные расстояния без изменения формы, при этом структура увеличивает время рассеяния дыма. В работе описывается установка для генерации дымовых колец и описываются результаты экспериментов. Зависимости скорости и ускорения от времени рассчитываются в программном пакете OriginPro в предположении, что сила торможения пропорциональна первой степени скорости, что подтверждается экспериментальными данными.

Ключевые слова: дым, кольцо, структурное течение дымов, Origin.

АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКОГО УШИРЕНИЯ УРОВНЕЙ ПРИМЕСИ В КВАНТОВО-КАСКАДНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ

Ан.А. Афоненко, А.А.Афоненко, Д.В. Ушаков

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: rct.afonenko@bsu.by*

Аннотация: На основе расчетов двумерных волновых функций заряженных примесей квантово-каскадных лазерных гетероструктур ТГц диапазона проведен анализ спектрального уширения примесных уровней из-за случайных пространственных флуктуаций в расположении атомов примеси. Найдено, что среднеквадратичное уширение энергии перехода между соседними уровнями меньше уширения отдельных уровней и составляет 1.1–3.2 мэВ, что значительно меньше, чем при классическом усреднении флуктуаций. Разброс энергий уровней примеси в зависимости от положения значительно превышает величину среднеквадратичного уширения уровней.

Ключевые слова: квантово-каскадный лазер, примесные состояния, энергия активации, спектральное уширение.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСТРОЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ГРУППИРОВКИ НАНОСПУТНИКОВ ПОПУТНЫМ ЗАПУСКОМ

**А.А. Спиридонов, В.С. Баранова, В.Е. Евчик, И. А. Шалатонин,
К.В. Стец, Д.В. Ушаков, В.А. Саечников**

*Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь
e-mail: sansan@tut.by*

Аннотация: В работе разработана маршрутная карта построения региональной группировки наноспутников путем попутного запуска по известной информации китайских провайдеров. Проанализированы запуски с космодромов Тайюань и Цзюцюань на орбиты с наклоном около 90° , наилучшим образом соответствующие пролету над Минском (широта $\varphi = 53^\circ 54' 27''$ С.Ш., долгота $\lambda = 27^\circ 33' 52''$ В.Д.). Разработан метод предполетного прогнозирования орбиты наноспутника при попутном запуске на основании времени запуска, координат целевого космодрома, типа ракетносителя, наклона, высоты (периода) орбиты, а также анализу истории запусков с целевого космодрома и динамики движения космических аппаратов предыдущих запусков на близкие по высоте и наклону орбиты. Установлено, что достаточно пяти запусков для организации региональной группировки со средней продолжительностью перерыва радиовидимости не хуже 36 мин при максимальном значении 85 мин.

Ключевые слова: группировка наноспутников, попутный запуск, предполетное прогнозирование орбиты.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ОПТОВОЛОКОННОГО СЕНСОРА ТЕМПЕРАТУРЫ И ДЕФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАССЕЙЯНИЯ МАНДЕЛЬШТАМА-БРИЛЛЮЭНА

Т.П. Янукович, А.С. Исмайлова

*Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь
e-mail: YanukovichTP@bsu.by*

Аннотация: Рассмотрено моделирование вынужденного рассеяния Манделъштама-Бриллюэна с учетом усиления и его зависимости в оптическом волокне от температуры и давления. Рассмотрена модель распределенного сенсора температуры и деформации. Описан метод разделения температурного и деформационного сигнала.

Ключевые слова: оптоволоконный распределенный сенсор, вынужденное рассеяние Манделъштама-Бриллюэна.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕНТГЕНООПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

И.Н. Кольчевская, П.В. Петров, Н.Н. Кольчевский

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
e-mail: iren.kolchevsky@gmail.com*

Аннотация: Разработана система моделирования рентгенооптических систем на основе распределенных вычислений прохождения лучей в отдельных модулях. Разработаны ПО модулей– Источник «X-ray tube», Волновод «WASXR», модуль генерации лучей. Проведены тестовые расчеты.

Ключевые слова: моделирование, рентгеновское излучение, рентгенооптические системы, рентгеновский источник, волновод

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ НА БАЗЕ МЕТАПОВЕРХНОСТЕЙ

А.С. Мигель

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
e-mail: anton.migel.99@mail.ru*

Аннотация: Представлены результаты численного моделирования двух структур, реализующих пространственное дифференцирование 2-го порядка функции одной переменной. Проведено сравнение результатов функционирования дифференциаторов 2-го порядка для различных входных функций.

Ключевые слова: метаматериал, метаповерхность, пространственное дифференцирование 2-го порядка.

АНАЛИЗ ПОСТРОЕНИЯ ОРБИТАЛЬНОЙ ГРУППИРОВКИ НАНОСПУТНИКОВ SPIRE GLOBAL

**А.А. Спиридонов, В.С. Баранова, В.А. Саечников, Д.В. Ушаков, В.Е. Евчик, И.
А. Шалатонин, В.А. Велиган**

*Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь
e-mail: sansan@tut.by*

Аннотация: В данной работе проведен анализ построения группировки Spire Global, которая занимается исследованием погодных явлений, а также задачами автоматического слежения за подвижными объектами. Для анализа использовался разработанный программный модуль оценки орбитального построения. Исследованы схемы развертывания наноспутников, орбитальные параметры и параметры пролёта.

Ключевые слова: наноспутник, группировка, орбитальные параметры.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ ПО СОЛНЦУ НАНОСПУТНИКА

М.А. Луценко, С.В. Василенко

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: sergeyvslnko@gmail.com, heracles.almelo@yandex.ru*

Аннотация: Описывается разработанная модель системы ориентации по Солнцу студенческого наноспутника BSUSat-2. На основании модели отрабатываются алгоритмы определения ориентационных углов в системе координат, связанной со спутником. Исследуется способ расширения рабочего диапазона системы за счёт предсказания угловой ориентации в слепых зонах.

Ключевые слова: наноспутник, ориентация, датчик направления на Солнце.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОРИЕНТАЦИЕЙ НАНОСПУТНИКА

А.О. Николаев, С.Н. Семенович, И.П. Стецко

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
e-mail: rct.nikolaev@bsu.by, semenovich@bsu.by, Stetsko@bsu.by*

Аннотация: При разработке системы контроля ориентации наноспутника необходимо верифицировать реализованный алгоритм управления с учётом основных факторов, влияющих на качество функционирования системы. Математическое моделирование позволяет оценить скорость и качество одноосной ориентации в сравнении с реальным физическим экспериментом для наноспутника на длинном струнном подвесе.

В данной работе реализована математическая модель системы ориентации, предложен алгоритм наведения на Солнце, найдены подходящие значения коэффициентов алгоритма.

Ключевые слова: система ориентации, наноспутник, CubeSat, Simulink.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОНОВ В ЭЛЕМЕНТАХ ФЛЕШ- ПАМЯТИ

О. Г. Жевняк, В. М. Борздов, А. В. Борздов, А. В. Леонтьев

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: zhevnyakog@mail.ru*

Аннотация: Путём численного моделирования процесса разогрева электронов в элементах флеш-памяти методом Монте-Карло рассчитаны зависимости энергии электронов от координат в проводящем канале этих элементов в режиме считывания информации. Полученные зависимости позволили определить область канала, в которой происходит максимальный разогрев электронов в исследуемых условиях. Для оценки влияния горячих электронов на формирование паразитных туннельных токов были также рассчитаны зависимости плотности дрейфового тока от координат в активной области МОП-транзистора с плавающим затвором.

Ключевые слова: элементы флеш-памяти, МОП-транзисторы, разогрев электронов.

О РАЗЫГРЫВАНИИ ПОЛЯРНОГО УГЛА РАССЕЯНИЯ В МОДЕЛИ РИДЛИ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

В.М. Борздов, А.В. Борздов, Ю.Г. Василевский, Д.С. Дзираев

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
e-mail: borzdov@bsu.by*

Аннотация: Предложен метод разыгрывания полярного угла рассеяния электронов на ионизированной примеси при численном моделировании процессов переноса электронов в легированном кремнии методом Монте-Карло. Проведено сравнение плотностей распределения углов рассеяния, получаемых в рамках известных моделей Брукса-Хэрринга и Ридли, а также предложенной модели.

Ключевые слова: ионизированная примесь, метод Монте-Карло, рассеяние электронов.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОФИЛОМЕТРИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА

И.В. Балькин¹, А.А. Рыжевич^{1,2}, А.Г. Машенко¹

¹Институт физики НАН Беларуси, Минск, Беларусь

*²Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
e-mail: tol@dragon.bas-net.by*

Аннотация: Профилометры, в том числе оптические, применяются в машиностроении для определения профиля деталей с целью их диагностики сразу после изготовления либо в процессе эксплуатации. В настоящей работе рассмотрены направления, в которых нами ведутся работы по совершенствованию программного обеспечения (ПО) для ранее созданного нами профилметрического устройства с наклонным падением сканирующего лазерного пучка. Во-первых, нами рассчитана аппроксимирующая функция, хорошо описывающая фокусное пятно (линию) профилметра. Во-вторых, нами предложены алгоритмы, позволяющие сформировать более корректные профилограммы в случае наличия в профиле исследуемого образца участков поверхности с углом наклона большим 45° .

Ключевые слова: профилметр, программное обеспечение, наклонное падение, профилограмма.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ КОНВЕЙЕРНЫХ АРИФМЕТИЧЕСКИХ БЛОКОВ ВОЛЬТМЕТРА НА БАЗЕ ПЛИС

А.С. Дроздов, А.М. Огурцов, Д.Г. Терешко

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: ogurtsov@bsu.by*

Аннотация: На основе измерительного модуля мультиметра В-385 из состава измерительных модулей комплекса Alma-Meter2, разработанного БГУ, реализована функция измерения напряжения постоянного и переменного тока. Алгоритм функционирования арифметических блоков реализован на базе ПЛИС семейства Cyclone EP1С6Q240С8N в среде Quartus. Среда моделирования цифровых схем – ModelSim.

Ключевые слова: ПЛИС, ModelSim, вольтметр, АЦП, СКО, СКЗ.

QOS МАРШРУТИЗАЦИЯ В СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ

Ю.И. Воротницкий, К.С. Шпак

*Белорусский государственный университет, г. Минск
e-mail: vorotn@bsu.by*

Аннотация: В докладе предложены подходы к решению задачи маршрутизации в мобильных сенсорных сетях с учетом требований к параметрам качества обслуживания. Предложена методика решения самосогласованной задачи оптимального размещения узлов и маршрутизации на основе адаптивного свертывания векторных критериев оптимальности.

Ключевые слова: сенсорная сеть, маршрутизация, качество обслуживания

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ ОФТАЛЬМОЛОГИИ

Шан Вэньли, Екатерина Головатая

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Аннотация: Технологии виртуальной реальности объединяют возможности моделирования объектов и виртуального погружения в среду. Данный подход имеет большой потенциал и может найти широкое применение в офтальмологической диагностике, реабилитации и дистанционном лечении. В этой статье представлены текущая ситуация, проблемы и перспективы относительно применения виртуальной реальности в области офтальмологии.

Ключевые слова: виртуальная реальность, иммерсивные системы, офтальмология, разработка.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗА ДВИЖЕНИЕМ АВТОМОБИЛЯ ПО ПОЛОСАМ ДОРОГИ

О. Ф. Ковалёв и К. И. Зеленков

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: kirill.zelenkov@yandex.by*

Аннотация: Управление автомобилем непрерывно облегчалось с внедрением автоматических трансмиссий, систем круиз-контроля и так далее. Параллельно совершенствовалась дорожная инфраструктура. Однако значительное количество ДТП по-прежнему происходит из-за ошибок водителя, поэтому стали внедряться системы контроля слепых зон, контроля выезда за пределы полосы, автоматического торможения перед препятствием. Эти системы дороги и требуют большого количества датчиков и приборов. В данной статье приводится пример системы контроля, созданной на основе фотокамер и инструментария открытой библиотеки компьютерного зрения OpenCV, позволяющей контролировать полосу движения, появление препятствий на пути следования и обнаружение в зоне видимости пешеходов.

Ключевые слова: opencv, камера, полоса движения, система управления, автопилот, преобразование Хафа, HLS, HSV, фильтр Кэнни, нейронная сеть

ПОЛУЧЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ СЛАБЫХ ПОТОКОВ ФОТОНОВ

Н.В. Трапенюк, И.Н. Кольчевская, П.В. Петров, Н.Н. Кольчевский

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
e-mail: kolchevsky@bsu.by*

Аннотация: Работа направлена на восстановление изображений при малом количестве информации для детекторов, работающих в режиме малого числа фотонов, что характерно для рентгеновского диапазона. Обсуждаются результаты численного моделирования и результаты распознавания изображений, содержащих счетное число фотонов.

Ключевые слова: малое число фотонов, рентгеновские изображения, распознавание изображений.

ДОВЕРИТЕЛЬНАЯ МОДЕЛЬ БЕЗОПАСНОСТИ В МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМАХ

Н.А. Савицкий, К.В. Козадаев, В.А. Чуйко, Е.И. Козлова

*Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь,
e-mail: chuikovladislav611@gmail.com*

Аннотация: В работе рассматривается доверительная модель в мультиагентных системах и предлагается вариант с накоплением бонусов к изменению репутации. Изменение репутации напрямую зависит от количества и последовательности неправильных сведений.

Ключевые слова: агент, мультиагентная система, доверительная модель, репутация, угроза.

ПРЕДЕЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНКИ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ СТАЦИОНАРНОГО СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА С ПУАССОНОВСКОЙ АМПЛИТУДНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ

Т.И. Воротницкая

*Институт бизнеса Белорусского государственного университета, Минск,
Беларусь
e-mail: varatnitskaya@gmail.com*

Аннотация: В статье рассмотрена оценка спектральной плотности стационарного случайного процесса с пуассоновской амплитудной модуляцией, приведены ее статистические свойства и исследовано предельное распределение статистики при наложении условия m -зависимости процесса.

Ключевые слова: спектральная плотность, предельное распределение, стационарный процесс

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ НАВИГАЦИОННО-ВРЕМЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ БОРТОВЫМ НАВИГАЦИОННЫМ ПРИЁМНИКОМ НАНОСПУТНИКА CUBEVEL-1

**Д.А. Шибкова, В.С. Баранова, С.В. Василенко, С.Н. Семенович, В.Е. Черный,
А.А. Спиридонов, Д.В. Ушаков, В.А. Саечников**

*Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь
e-mail: sansan@tut.by*

Аннотация: Рассмотрены особенности применения навигационных приемников для сверхмалых космических аппаратов. Представлены данные верификации измерений навигационного приемника наноспутника БГУ CubeBel-1 за сутки полёта. Выявлено, что максимальные ошибки определения местоположения и скорости наноспутника БГУ CubeBel-1 на интервале наблюдений были меньше, чем у наноспутник Aalto-1, имеющего схожие орбитальные параметры.

Ключевые слова: навигационный приёмник, сверхмалый космический аппарат, наноспутник.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧЕБНОГО КОНТЕНТА ДЛЯ ОНЛАЙНОВОГО УНИВЕРСИТЕТСКОГО КУРСА

В.М. Лутковский¹, П.В. Назаров²

¹ Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

*² Luxembourg Institute of Health, Strassen, Luxembourg
e-mail: lutkovski@bsu.by*

Аннотация: Цель работы – улучшение учебного контента для онлайн-обучения. Для структурирования учебного контента реальных учебных курсов использованы модели нейронных сетей. В качестве инструмента для усовершенствования процесса обучения студентов использована теория адаптивного резонанса.

Ключевые слова: адаптивная обучающая система, учебный контент, доменная структура, нейронные сети, теория адаптивного резонанса.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ КОНФИГУРАЦИЙ СПУТНИКОВЫХ ГРУППИРОВОК

В.В. Беглик, П.В. Петров, Н.Н. Кольчевский

*Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь
e-mail: vladbeglik@gmail.com*

Аннотация: На сегодняшний день во всем мире функционируют 3 обсерватории, предназначенные для детектирования гравитационных волн – зарегистрировано 67 событий. Предложена космическая измерительная система гравитационных волн «S-LIGO-NxR-zu»; Разработано ПО для расчета кинематических характеристик S-LIGO в среде разработки RAD Studio версии 10.4.2, на языке программирования Delphi. Исследована система с разными конфигурациями спутников, в основе которых лежат платоновские тела.

Ключевые слова: интерферометр, гравитационные волны, спутниковые системы, космический детектор, детектор гравитационных волн.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОДНОРОДНЫХ ВОЛОКОННЫХ РЕШЕТОК БРЭГГА

Е.В. Волчанина, А.В. Поляков

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
e-mail: e.volchanina@yandex.ru, polyakov@bsu.by

Аннотация: Получена зависимость спектральной ширины отражения волоконной брэгговской решетки в зависимости от ее длины и амплитуды модуляции показателя преломления. Проведено численное моделирование взаимного влияния спектральных свойств системы из пяти волоконно-оптических решеток Брэгга, сформированных в одномодовом кварцевом волоконном световоде с однородным гауссовым профилем модуляции показателя преломления.

Ключевые слова: волоконная решетка Брэгга, брэгговская длина волны, ширина спектра отражения, относительная спектральная отражательная способность.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В АТМОСФЕРЕ НА ОСНОВЕ УСТАНОВЛЕНИЯ РЕГРЕССИОННЫХ СООТНОШЕНИЙ

М.М. Кугейко

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
e-mail: kugeiko@bsu.by

Аннотация: Рассмотрен способ определения концентрации парниковых газов в атмосфере с учетом перекрытия их спектральных линий. Основан на использовании регрессионных связей, устанавливаемых между определяемыми и измеряемыми параметрами исследуемой среды как для фиксированных значений температуры и давления, так и для заданного диапазона их значений. Для установления регрессионных соотношений использовалось компьютерное моделирование процессов рассеяния света в атмосфере. Исследована эффективность метода.

Ключевые слова: коэффициенты поглощения, концентрация газов, перекрытие спектральных линий, регрессионная связь, главные компоненты.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Я.О. Жевняк

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь
e-mail: zhevnyakyadviga@gmail.com

Аннотация: Проведено исследование факторов, влияющих на качество работы спутниковых навигационных систем (СНС) в зависимости от уровня шума, сопровождающего радионавигационный сигнал на этапе его обработки приемной системой. В данной работе рассматриваются только фундаментальные шумы естественного происхождения: электромагнитное излучение атмосферы, космоса, Земли, а также шумы, генерируемые внутри самой приемной системы. Учитывалось влияние на мощность сигнала таких параметров как: угол места НКА, широта местоположения приемной системы, физические и химические параметры атмосферы, погода. Приводятся результаты численного моделирования основных энергетических параметров СНС при различных условиях.

Ключевые слова: отношение сигнал/шум, затухание радиосигнала в атмосфере, затухание радиосигнала в дожде, шумовая температура, спутниковая навигация.