### ВОПРОСЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

### серия

### ТЕХНИКА ТЕЛЕВИДЕНИЯ

### 2024 вып. 6

*Васильев Д. А.* **Использование среднего возраста информации для оценки эффективности распределения вычислительных ресурсов в сотовых сетях. С. 3–7.** Рассмотрена возможность использования характеристики среднего возраста информации для оптимизации нагрузки в сотовых сетях. Исследовано поведение этой характеристики в сотовой сети при помощи моделирования. **Ключевые слова:** моделирование, сотовые сети, средний возраст информации

*Игнатьев Д. А., Терентьев К. Н., Ибатуллин С. М., Морозов А. В.* **Экспериментальный макет камеры кругового обзора. С. 8–11.** Представлен макет экспериментальной камеры кругового обзора. Выполнена разработка и апробация алгоритмов обработки видеоизображений: компенсации дисторсионных и перспективных искажений, а также алгоритм сшивки динамических изображений. Проведена оценка качественных и количественных характеристик работы созданного макета в целом, выработано направление для дальнейших исследований. **Ключевые слова**: круговой обзор, панорамное изображение, геометрические искажения, дисторсия, телевидение, обработка изображений, телевизионная камера

*Михайловский А. И., Добряков Б. Н., Галкин К. А.* **Оптико-телевизион-ный блок для работ в экстремальных условиях. С. 12–16.** Представлены описание и структура блока, предназначенного для работы в условиях высоких температур и давления. Рассмотрены конструктивные особенности блока. Приведены результаты испытаний. **Ключевые слова:** оптическая система, объектив, камера телевизионная, температурная стойкость

*Барвиненко Д. С., Ульяновский К. А., Баранов П. С., Манцветов А. А.* **Оценка уровня сигнала высокотемпературной тепловизионной камеры. С. 17–20.** Выполнена оценка уровня сигнала, создаваемого высокотем-пературной телевизионной камерой при наблюдении нагретых тел в диапазоне температур 700...1900 К. Получена потенциальная точность оценки уровня сигнала высокотемпературной телевизионной камеры при наблюдении нагретых тел. **Ключевые слова:** наблюдение высокотемпературных объектов, тепловидение, абсолютно черное тело, коэффициент излучения

*Сидоров В. А.* **Автоматическое обнаружение летательных аппаратов на основе алгоритма обнаружения движения. С. 21–25.** Рассмотрена задача обнаружения малоразмерных летательных аппаратов. Проведён анализ алгоритма обнаружения движения по серии изображений для обнаружения малоразмерных летательных аппаратов в режиме реального времени. Выполнена оценка возможности использования алгоритма в условиях низкого отношения сигнал/шум. **Ключевые слова:** автоматическое обнаружение, летательный аппарат

*Мусихин И. Д., Забуга С. А., Капустин В. В.* **Моделирование эффекта различной отражательной способности объектов при их наблюдении активно-импульсной телевизионной измерительной системой. С. 26–31.** Рассмотрено моделирование различной отражающей способности объектов наблюдения при активно-импульсной оптической локации. Реализована модель на языке Python, описывающая влияние различной отражательной способности объектов наблюдения на функцию измерения дальности. Показано, что точность модели многозонного метода измерения дальности для тёмных объектов выше, чем для светлых объектов. **Ключевые слова:** эффект различной отражательной способности, активно-импульсная телевизионная измерительная система, моделирование, Python

*Серебряков Д. А.* **Телевизионное гиперспектральное устройство на базе интерферометра Фабри–Перо с компенсацией сигналов от дополнительных интерференционных мод. С. 32–36.** Рассмотрен принцип работы гиперспектрального устройства, основанного на интерферометре Фабри−Перо, и метод компенсации дополнительных интерференционных мод. Приведены результаты компьютерного моделирования. **Ключевые слова:** гиперспектральные устройства, спектральная селекция, интерферометр Фабри−Перо

*Шариати Ф., Павлов В. А.* **Анализ КТ-изображений и обнаружение рака лёгких с помощью методов глубокого обучения. С. 37–41.** Рассмотрена задача применения глубоких свёрточных нейронных сетей для обнаружения раковых узлов на КТ-изображениях и классификации их по типам мутаций. Модели на основе глубокого обучения продемонстрировали высокую эффективность в выявлении узловых образований и классификации мутаций. **Ключевые слова:** компьютерная томография, классификация мутаций, изображение, немелкоклеточный рак лёгкого

*Красноперова А. С., Ильин Ю. В., Каменский А. В.* **Выделение границ костей сустава кисти человека на медицинских изображениях. С. 42–45.** Рассмотрено применение метода Канни для выделения границ костей сустава на медицинских изображениях для автоматизированной системы оценки износа костей сустава. Для повышения эффективности применения метода Канни предложено использование быстродействующего алгоритма фильтрации – рекурсивно-сепарабельного фильтра лапласиан «усеченная пирамида». Показано влияние изменений коэффициентов фильтрации на эффективность работы метода Канни. **Ключевые слова:** метод Канни, рекурсия, сепарабельность, лапласиан «усеченная пирамида», фильтр Гаусса, преобразование в оттенки серого

*Тюрина А. И.* **Метод оценки формы эхо-импульсов при рассеянии сверхширокополосных сигналов на острых кромках объекта локации. С. 46–50.** Описан частотно-временной метод решения задачи дифракции сверхширокополосных сигналов с различными спектральными характеристиками при фиксированных условиях зондирования и наблюдения и неизменных геометрических и электрофизических параметрах импедансного клина, существенно экономящий вычислительные ресурсы. **Ключевые слова:** импеданс, диэлектрическая проницаемость, магнитная проницаемость, дальняя зона, функция Малюжинца, эффективная поверхность рассеяния

*Ревунов Г. М.* **Резонаторный метод диагностики электрофизических параметров гиперзвуковой плазмы. С. 51–53.** Рассмотрено применение открытых резонаторов и волноводов для диагностики плазмы. Показано, что при использовании открытых резонаторов для диагностики плазмы существуют такие значения параметров плазмы и открытого резонатора, при которых для адекватной интерпретации полученных результатов необходимо строго учитывать взаимодействие собственных колебаний открытого резонатора и плазмообразования. **Ключевые слова:** резонатор, собственные частоты, плазменная оболочка, летательный аппарат, СВЧ диагностика.

*Стрелковский С. П., Терентьев К. Н., Морозов А. В.* **Алгоритм оценки направления на источник звука высокой частоты. С. 54–57.** Разработаны макет акустической системы с микрофонной решеткой и алгоритм локализации звука в пространстве азимутальной плоскости. Исследована работа алгоритма в различных условиях. Представлены результаты работы алгоритма, способного определять направление приходящего сигнала на высоких и слышимых частотах на расстоянии 10 метров и более. **Ключевые слова:** микрофонная решетка, алгоритм Beamscan, алгоритм MVDR, алгоритм MUSIC, цифровая обработка сигналов, пространственно-временная обработка, ультразвук

*Терентьев К. Н., Ибатуллин С. М., Морозов А. В.* **Исследование и апробация акустической системы связи в различных средах. С. 58–62.** Исследуется возможность передачи цифровых данных с заданной скоростью через акустические каналы связи различных сред. Представлены результаты разработки макета приемо-передающей системы для обмена данными по звуковому каналу. Экспериментально установлены эффективные параметры системы при передаче в различных средах. **Ключевые слова:** акустический канал, OFDM, звуковое поле, локальная сеть, акустическая система связи, пьезоэлектрическая диафрагма, беспроводная связь

*Мукало Ю. И.* **Извлечение изображений звездных объектов, получаемых от регистрирующих средств, и их последующая обработка с использованием библиотек языка Python. С. 63–67.** Рассмотрен формат хранения изображений звёздных объектов FITS, используемый регистрирующими средствами обсерваторий. Изложены основные проблемы конвертации файлов данного формата в распространенные форматы BMP, JPEG, GIF, использу-емые библиотеками обработки изображений языка python. **Ключевые слова:** FITS, BMP, преобразование, python, astropy.io, pillow

*Федотов Е. В., Барвиненко Д. С., Шатковская М. С., Баранов П. С.* **Разработка видеопроцессора на плис средствами Matlab. В работе приведен пример реализации видеопроцессора на ПЛИС средствами Matlab/Simulink. С. 68–71.** Описана разработка таких цифровых блоков как модуль инициализации регистров фотоприёмника через интерфейс SPI, модуль приема видеоданных с дифференциальной шины данных LVDS и их обработка, генератор синхросигналов и тестовых изображений. **Ключевые слова:** Matlab/Simulink, ПЛИС, HDL, видеопроцессор, интерфейс SPI, фотоприемник

*Медведев И. В.* **Оценка предельных возможностей передачи видеотрафика по сети, построенной по топологии «Звезда»**. **С. 72–76.** Приведены исследования двух вариантов соединения системы передачи и коммутации видеоданных. Получены данные об оптимальной нагрузки физических и информационных каналов передачи данных. **Ключевые слова:** системы видеонаблюдения, топологии информационных сетей передачи данных, оценка полезной нагрузки на сетевые каналы передачи данных

*Гладких Е. Г.* **Применение теории потенциала в обратных задачах рассеяния электромагнитных волн. С. 77–80.** Предложен метод решения обратных задач рассеяния для фиксированной частоты, которые сводятся к одномерной задаче при многостороннем облучении плоскослоистой структуры за счёт использования уравнения со структурой уравнения Шредингера как модели взаимодействия электромагнитной плоской волны со слоистой средой. **Ключевые слова:** асимптотика, волновая функция, матрица рассеяния, преобразование Лиувилля, система Дирака, уравнение Максвелла, уравнение Шредингера

*Анисимов А. А.* **Измерение магнитных полей приемниками на атомах Ридберга. С. 81–84.** Рассмотрено применение микроволнового зондирования электрического поля в различных областях. Проанализированы возможности применения приемников на атомах Ридберга для сверхчувствительного и широкополосного обнаружения микроволновых полей. Сделаны выводы о преимуществах и перспективах развития приемников, работающих на атомах Ридберга. **Ключевые слова:** радиоприемник, атомы Ридберга, измерение, датчик

*Vasilyev D. A.* **Usage average age of information to evaluate the efficiency of computing resource allocation in cellular networks. PP. 3–7.** The possibility of using the average age of information metric to optimize the load in cellular networks is being considered. Also use simulation for research the behavior of this metric in a cellular network. **Keywords:** simulation, cellular networks, average age of information

*Ignatiev D. A., Terentiev K. N., Ibatullin S. M., Morozov A. V.* **Experimental layout of the all-round camera. PP. 8–11**. A layout of an experimental all-round camera is presented. Video image processing algorithms have been developed and tested: compensation for distortion and perspective distortions, as well as an algorithm for stitching dynamic images. An assessment of the qualitative and quantitative characteristics of the created layout as a whole was carried out, and a direction for further research was developed. **Keywords:** all-round view, panoramic image, geometric distortion, distortion, television, image processing, television camera.

*Mikhailovsky A. I., Dobryakov B. N., Galkin K. A****.* Optical television unit for works in extreme conditions. PP. 12–16.** The description and structure of the unit intended for operation under high temperature and pressure are presented. The design features of the unit are considered. The test results are given. **Keywords:** optical system, lens, television camera, temperature resistance

*Barvinenko D. S., Ulyanovskiy K. A., Baranov P. S., Mantsvetov A. A.* **Evaluation of the signal level of a high-temperature thermal imaging camera. PP. 17–20.** An assessment of the signal level generated by a high-temperature television camera while observing heated bodies in the temperature range of 700 to 1900 K has been completed. The potential accuracy of the signal level estimation for the high-temperature television camera when observing heated bodies has been obtained. **Keywords:** observation of high-temperature objects, thermal imaging, absolute black body, emissivity coefficient

*Sidorov V. A.* **Automatic aircraft detection via motion detection algorithm.   
PP. 21–24.** Small aircraft detection problem is considered. Possibility of using movement detection algorithm for small aircraft detection over series of images in real time is analyzed. Possibility evaluation of using such algorithm in low signal-to-noise ratio conditions is performed**. Keywords:** automatic detection, aircraft.

*Musikhin I. D., Zabuga S. A., Kapustin V. V.* **Modeling the effect of different reflectivity of objects when they are observed by an active-pulse television measuring system. PP. 25–29.** The modeling of the different reflectivity of the objects of observation at an active-pulse optical location is considered. A python model is implemented that describes the effect of different reflectivity of observation objects on the range measurement function. It is shown that the accuracy of the model of the multi-zone range measurement method for dark objects is higher than for light objects. **Keywords:** effect of different reflectivity, active-pulse television measuring system, modeling, Python.

*Serebryakov D. A.* **Television hyperspectral device based on a Fabry–Perot interferometer with compensation for signals from additional interference modes. PP. 30–34.** The operating principle of a hyperspectral device based on a Fabry–Pérot interferometer is discussed. The focus is on the proposed method for compensating additional interference modes, aimed at improving the accuracy of spectral selection. Results of computer modeling are also presented, demonstrating the effectiveness of the proposed method. **Keywords:** hyperspectral devices, spectral selection, Fabry–Perot interferometer

*Shariaty F., Pavlov V. A.* **Analysis of CT images and detection of lung cancer using deep learning methods. PP. 35–39.** The task of applying deep convo-lutional neural networks for cancer nodule detection in CT images and classification by mutation types is considered. Models based on deep learning demonstrated high efficiency in nodule detection and mutation classification. **Keywords:** Computed tomography, mutation classification, imaging, non-small cell lung cancer.

*Krasnoperova A.S., Ilyin Y.V., Kamenskiy A.V*. **Delineation of human hand joint bone boundaries on medical images. PP. 40–43.** The application of Canny method for extraction of joint bone boundaries on medical images for automated system of joint bone wear assessment is considered. The use of fast filtering algorithm - recursive-separable Laplacian filter «truncated pyramid» – is proposed. The influence of changes in the filtering coefficients on the efficiency of the Canny method is shown. Keywords: Canny method, digital image processing, recursive-separable filtering, Gaussian filter, wrist joint, grayscale conversion.

*Tyurina A. I.* **Method of estimation of the form of echo-pulses during scattering of ultra-wideband signals at sharp edges of the location object. PP. 44–48.** The article describes a time-frequency method for solving the problem of diffraction of ultra-wideband signals with different spectral characteristics under fixed conditions of probing and observation and constant geometric and electrophysical parameters of the impedance wedge, which significantly saves computing resources. Keywords: impedance, permittivity, magnetic permeability, far zone, Malyuzhinets function, effective scattering surface

*Revunov G. M.* **Resonator method of diagnostics of electrophysical parameters of hypersonic plasma. PP. 49–51.** The application of open resonators and waveguides for plasma diagnostics is considered. It is shown that when using open resonators for plasma diagnostics there are such values of plasma and open resonator parameters, at which, for adequate interpretation of the obtained results, it is necessary to strictly take into account the interaction of natural oscillations of the open resonator and plasma formation. **Keywords:** resonator, natural frequencies, plasma shell, aircraft, microwave diagnostics

*Strelkovskiy S. P., Terentiev K. N., Morozov F. V.* **An algorithm for estimating the direction to a high-frequency sound source. PP. 52–55.** A model of an acoustic system with a microphone array and an algorithm for localizing sound in the space of an azimuthal plane have been developed. The method of operation in various conditions has been studied. The results of the algorithm's operation, capable of determining the direction of an incoming signal at high and low frequencies at a distance of 10 meters or more, are presented. **Keywords:** microphone array, Beamscan algorithm, MVDR algorithm, MUSIC algorithm, digital signal processing, spatiotemporal processing, ultrasound

*Terentev K. N., Ibatullin S. M., Morozov A. V.* Research and testing of acoustic communication system in different environments. **PP. 56–60.** The possibility of digital data transmission at a given rate through acoustic communication channels of different environments is investigated. The results of a transmit-receive system mock-up for data exchange via an acoustic channel development are presented. The effective parameters of the system for transmission in different environments are experimentally established. **Keywords:** acoustic channel, OFDM, acoustic field, acoustic communication system, local area network, piezoelectric diaphragm, wireless communication

*Mukalo Y. I.* **Extraction of images of stellar objects obtained from recording tools and their subsequent processing using python libraries. PP. 61–65.** The format of storing images of stellar objects FITS, used by recording facilities of observatories, is considered. The main problems of converting files of this format into common BMP, JPEG, GIF formats used by python image processing libraries are described. **Keywords:** FITS, BMP, converting, python, astropy.io, pillow.

*Fedotov E. V., Barvinenko D. S., Shatkovskaya M. S. Baranov P. S.* **Development on an FPGA video processor using Matlab tools. PP. 66–69.** The paper presents an example of implementing a video processor on an FPGA using Matlab/Simulink. It describes the development of digital blocks such as the initialization module for the photodetector registers via the SPI interface, the module for receiving video data from the LVDS differential data bus and its processing, and the generator of synchronization signals and test images. **Keywords:** Matlab/Simulink, FPGA, HDL, video processor, SPI interface, photodetector.

*Medvedev I. V.* **Evaluation of the limiting possibilities of video traffic transmission over a network built according to a topology «The Star». PP. 70–74.** Studies of two options for connecting a video data transmission and switching system are presented. Data on the optimal load of physical and information data transmission channels have been obtained. **Keywords:** video surveillance systems, topologies of information data transmission networks, estimation of payload on network data transmission channels

*Gladkikh E. G.* **Application of potential theory in inverse problems of electromagnetic wave scattering. Pp. 75–78.** A method is proposed for solving inverse scattering problems for a fixed frequency, which are reduced to a one-dimensional problem with multilateral irradiation of a plane-layered structure by using an equation with the structure of the Schrodinger equation as a model of interaction of an electromagnetic plane wave with a layered medium. **Keywords:** asymptotics, wave function, scattering matrix, Liouville formation, Dirac system, Maxwell equation, Schrodinger equation.

*Anisimov A. A.* **Measuring high-frequency magnetic fields with Rydberg atom receivers. Pp. 79–83.** The application of microwave sensing of the electric field in various fields is considered. The possibilities of using Rydberg atom receivers for ultra-sensitive and broadband detection of microwave fields are analyzed. Conclusions are drawn about the advantages and prospects for the development of receivers powered by Rydberg atoms. **Keywords:** radio receiver, Rydberg atoms, measurement, sensor