*Григорьев А. В., Демин А. В.* **Многоканальные и многоспектральные оптико-электронные комплексы. С. 3–8.** Рассмотрено преимущество многоканальных и многоспектральных комплексов, предназначенных для работы в любое время суток и приведены соотношения для оценки эффективности их работы. Получено условие топографического равенства изображений визуального, телевизионного и тепловизионного каналов. Приведён результат компьютерного моделирования по совмещению изображений для достижения их топографического равенства. **Ключевые слова:** многоспектральные оптико-электронные комплексы, оптическая схема, актиничная экспозиция, топография, дисплей, 3*D* модель, компьютерное моделирование

### ВОПРОСЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

### серия

### ТЕХНИКА ТЕЛЕВИДЕНИЯ

### 2023 вып. 3

*Григорьев А. В., Демин А. В.* **Стабилизация изображения в много­канальных оптико-электронных комплексах. С. 9–14.** Рассмотрены особенности построения встроенных систем стабилизации изображения в многоканальных оптико-электронных комплексах индивидуального применения. Проведено имитационное моделирование системы стабилизации изображения на базе вращающихся оптических клиньев. Приведён результат компьютерного моделирования. **Ключевые слова:** стабилизация изображения, механические возмущения, оптическая система, оптический клин, оптико-электронный комплекс, имитационное моделирование

*Иванов В. Г., Каменев А. А*. **Оценка возможности обнаружения «холодных» наземных объектов телевизионными камерами с матрич­ными приемниками на основе сверхрешеток второго типа. С. 15–22.** Представлена оценка пороговой чувствительности телевизионной камеры с матричными фотоприёмниками дальнего ИК диапазона на основе сверх­решёток второго типа InAs–GaSb при обнаружении квазиточечных (или малоразмерных) «холодных» объектов и оценена предельная дальность обнаружения подобных объектов ТВК с оптикой *f*/2. **Ключевые слова:** инфракрасный диапазон, сверхрешётки второго типа, матричный фотоприёмник, обнаружение, оптико-электронное средство, техногенный объект

*Каменев А. А., Самородов А. А., Федоров М. А.* **Верификация и валидация моделей получения фоноцелевых данных для информаци­онной поддержки оптико-электронных и радиолокационных средств. С. 23–31.** Обоснована актуальность использования цифровых двойников объектов фоноцелевой обстановки в процессе поддержки жизненного цикла средств наблюдения за космическими объектами. Рассмотрены состав и содержание процедур проведения верификации и валидации моделей отражательно-излучательных характеристик космических объектов в опти­ческом и сверхвысокочастотном диапазонах. Предложены валидационный базис для компьютерной модели расчёта силы собственного излучения косми­ческих объектов в ИК диапазоне и метрики оценивания соответствия выбранных физических величин заданным критериям. **Ключевые слова:** цифровой двойник, цифровая модель, верификация и валидация отражательно-излучательных характеристик космического объекта

*Назаров А. В., Логунов С. В., Попов В. В., Добриков В. А.* **Современные технологии спутниковой радиовысотометрии обзор С. 32–43.** Рассмотрена история развития альтиметрических радиолокационных технологий от зондирования линейно-частотно модулированными импульсами к радио­локаторам с синтезированием апертуры антенны. Описано состояние и перспективы развития спутниковой радиовысотометрии, технологии верифи­цирующих радиотехнических измерений оптическими методами и представ­лен облик типового стационарного полигона для решения задач калибровки спутникового радиовысотомера. Приведён общий порядок обработки результатов измерений с целью получения калибровочной поправки спутникового радиовысотомера. **Ключевые слова:** спутниковый радиовысотомер, радиолокатор с синтезированием апертуры антенны, альтиметрические измерения, мгновенная средняя поверхность моря

*Галянтич А. Н., Уляшин А. Ф.* **Реализация автофокуса в тепло­визионных системах. С. 44–52.** Рассмотрена реализация контрастного автофокуса в тепловизионных системах. Разработаны алгоритмы управления фокусировочным элементом и оценки коэффициента резкости для зашум­ленных и слабоконтрастных тепловизионных изображений. Проведено тестирование предложенного алгоритма на слабоконтрастных фонах. **Ключевые слова**: тепловизионные системы, автофокус, цифровая фильтрация

*Гареев В. М., Гареев М. В., Корнышев Н. П., Серебряков Д. А.* **Методы повышения четкости цифровых телевизионных изображений. С. 53–60.** Рассмотрена обработка цифровых изображений для повышения чёткости. Сравнены сложности разных методов. Приведены результаты моделирования в среде МАТЛАБ. **Ключевые слова:** цифровая обработка изображений, методы повышения четкости

*Павлов В. А., Завьялов С. В., Горбунов И. Н.***Применение полно­связных нейронных сетей для повышения помехоустойчивости спектрально-эффективных сигналов. С. 60–70.** Рассмотрена задача повышения помехоустойчивости спектрально-эффективных сигналов путём применения демодуляцияи OFDM/SEFDM сигналов для схем модуляции BPSK и QPSK с помощью полносвязных нейронных сетей. Показано, что приме­нение для SEFDM сигналов информации соседних поднесущих позволяет улучшить показатели помехоустойчивости. Предложен алгоритм демодуляции созвездий BPSK и QPSK в сигналах SEFDM с использованием полносвязных нейронных сетей. Выполнено моделирование предложенного алгоритма. Даны результаты тестирования. **Ключевые слова:** SEFDM, демодуляция, искусственные нейронные сети, схемы модуляции

*Морозова К. Ю.* **Анализ методов обнаружения радиосигналов с использованием обработки изображений**. **С. 71–81.** Исследованы алгоритмы обнаружения радиосигналов с использованием обработки изображений. Рассматриваются подходы, основанные на цифровой обработке изображений, а также на использовании нейронных сетей и глубокого обучения. Дан сравнительный анализ перечисленных методов для их дальнейшего применения при обнаружении ППРЧ-сигналов по изображению спектрограммы. **Ключевые слова**: обнаружение сигнала, обработка изображений, сигнал с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты

*Рогачев В. А.* **Потенциальная неравномерность отношения сигнал/шум в оптико-электонных системах обнаружения. С. 82–87.** Рассмотрена неравномерность отношения сигнал/шум в оптико-электронных системах обнаружения. Получено выражение для потенциальной неравномерности отношения сигнал/шум. Показано, что нижняя граница неравномерности отношения сигнал/шум определяет потенциальную помехоустойчивость и зависит от уровня внешнего фона. **Ключевые слова:** оптико-электронные системы, обнаружение, неравномерность отношения сигнал/шум

*Павлов А. А., Толстуха Ю. Е., Богданов А. В., Дворников С. С., Голик А. М., Дворников С. В.* **Обнаружитель сигналов с двойной корреляционной обработкой. С. 88–93.** Представлены результаты разработки обнаружителя, основанного на двойной корреляционной обра­ботке входной реализации. Приведены результаты теоретического исследо­вания, характеризующие вероятностные характеристики обнаружителя одиночных импульсов. **Ключевые слова:** обнаружение сигналов, корреляционная обработка, вероятность ложной тревоги, двойная корреляционная обработка входных реализаций

*Жеглов К. Д., Дворников С. С., Русин А. А., Чудаков А. М., Пшенич­ников А. В., Дворников С. В.***Эффективность многоканальных передач с однополосной модуляцией. С. 94–99.** Представлена оценка энергетических потерь в групповом сигнале при его формировании методом частотного мультиплексирования. Представлены результаты анализа распределения мощности в трактах субканалов группового сигнала. Рассмотрены причины, приводящие к неравномерности распределения мощности в пределах субкана­лов. Показана нецелесообразность применения технологии уплотнения каналов на основе мультиплексирования сигналов ОМ для радиоканалов. **Ключевые слова:** сигналы однополосной модуляции, передачи с частотным уплотнением каналов, групповой сигнал

*Жеглов К. Д.* **Алгоритм адаптивного выбора канала связи для радиолиний «воздух–земля». С. 100–107.** Выполнен анализ работы адаптивных каналов радиосвязи, используемых в радиолиниях «воздух–земля»; отмечены их достоинства и недостатки. Представлены результаты разработки алгоритма адаптивного выбора каналов по результатам оценки их качества в процессе работы. Представлены количественные результаты оценки эффективности разработанного алгоритма по отношению к известным. Продемонстрированы результаты моделирования, подтверждающие теоретические выводы. **Ключевые слова:** адаптивный выбор каналов, эффективность радиолиний, технологии пакетной радиосвязи

*Сагдуллаев Ю. С., Панков В. А., Ковин С. Д.*  **Классификация спектро­зональных систем видеонаблюдения и технического зрения. С. 108–115.** Рассмотрен подход и впервые осуществлена детальная классификации спектрозональных систем видеонаблюдения и систем технического зрения, основанная на регистрации лучистого потока в отдельных зонах одного спектрального участка, или в нескольких отдельных спектральных участках, или с использованием комбинированного варианта. **Ключевые слова:** системы видеонаблюдения и технического зрения, спектральные участки, зоны регистрации, классификация систем.

Дворников С. С. **Вероятность полной ошибки приема сигналов в условиях априорной неопределенности об их параметрах. С. 116–121.** Рассмотрены проблемы обнаружения сигналов, как с известными, так и с неизвестными параметрами. Показано, что обнаружение сигналов с неиз­вестными параметрами требует проведения предварительных испытаний. Получены результаты моделирования вероятности обнаружения сигналов с неизвестными параметрами. **Ключевые слова**: обнаружение сигналов, априорная неопределенность о параметрах сигналов, вероятность ошибки приема

*Федосов А. Ю*. **Обоснование порога для демодулятора ОФМ сигналов. С. 122–128.** Обоснована величина порога принятия решения для демодулятора сигналов с относительной фазовой манипуляцией путём учёта апостериорной информации. Получены зависимости отклонения текущего значения порога от величины априорной вероятности. Предложены выражения для оценки ошибок демодулятора с учётом ошибок в прямом и обратном каналах. **Ключевые слова:** демодуляция сигналов с относительной фазовой манипуляцией, управление параметрами демодуляции, порог принятия решения, канал с памятью

Марков Е. В. **Повышение помехоустойчивости коротковолновых линий радиосвязи в условиях релеевских и райсовских замираний. С. 129–135.** Представлены предложения по повышению помехоустойчивости приёма на линиях коротковолновой связи в условиях медленных релеевских и райсовских замираний за счёт применения широкополосных сигналов. Получено аналитическое выражение зависимости вероятности битовой ошибки от интенсивности замираний и соотношений мощности регулярной и флуктуирующей составляющих для широкополосного сигнала. Показано, что на коротковолновых трассах с релеевскими замираниями рациональным решением, обеспечивающим повышение помехоустойчивости приёма, является использование сигналов с большой базой; при этом энергетический выигрыш может составлять до 6 дБ. **Ключевые слова**: широкополосные сигналы, вероятность битовой ошибки, ионосферный радиоканал, релеевские и райсовские замирания, помехоустойчивость приема, энергетическая эффективность.