

Оптическая локация.

**Теоретические
основы приема и
обработки оптических
сигналов**

**Под редакцией
заслуженного изобретателя Украины,
доктора технических наук, профессора
Стрелкова
Александра Ивановича**

2010

УДК 621.37: 681.78
ББК 32.86
О 62

Рецензенты:

Шокало Владимир Михайлович - профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой основ радиотехники Харьковского национального университета радиоэлектроники;

Стасев Юрий Владимирович - заслуженный деятель науки и техники, доктор технических наук, профессор, заместитель начальника Харьковского университета Воздушных Сил им. И. Кожедуба

Утверждена на научно-техническом совете
Украинской инженерно-педагогической академии
(Протокол № 4 от 07.12.10)

- О 62 **Оптическая локация. Теоретические основы приема и обработки оптических сигналов.** Под ред. заслуженного изобретателя Украины, доктора технических наук, профессора А.И. Стрелкова: Монография. – Х. : Вировец А. П. «Апостроф», 2010. - 311 с.

ISBN 978-966-2579-31-4

Авторы:

Стрелков Александр Иванович - заслуженный изобретатель Украины, доктор технических наук, профессор

Стрелкова Татьяна Александровна - кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент

Лытюга Александр Петрович - кандидат технических наук, старший научный сотрудник

Москвитин Сергей Васильевич - кандидат технических наук, старший научный сотрудник

Рассматриваются вопросы теоретических основ приема и обработки оптических сигналов в системах оптической локации. Представлено описание оптических сигналов на основе комплексного подхода с позиций волной и корпускулярной теории света. Основное внимание уделено вопросам обнаружения и измерения параметров оптических сигналов на основе статистического анализа. Представлены методы обработки изображений.

Изложенный в монографии материал может быть полезен для исследователей, работающих в области создания систем приема и обработки оптических сигналов, инженеров, аспирантов и студентов, занимающихся вопросами разработки оптико-электронных систем и методов обработки оптических сигналов и изображений.

© Стрелков А.И., Стрелкова Т.А., Лытюга А.П., Москвитин С.В., 2010
ISBN 978-966-2579-31-4

Содержание

	Стр.
Введение.....	9
Глава 1. Основные принципы оптической локации.....	15
1.1 Основные понятия и определения.....	15
1.2 Принципы получения локационной информации.....	18
1.2.1 Активная оптическая локация.....	18
1.2.2 Полуактивная оптическая локация.....	23
1.2.3 Пассивная оптическая локация.....	23
1.3 Общие особенности оптической локации.....	23
Глава 2. Цели и сигналы в оптической локации.....	29
2.1 Рассеяние оптических волн объектами.....	29
2.1.1 Математическое описание зондирующих сигналов...	29
2.1.2 Модель рассеивающей поверхности.....	31
2.1.3 Отраженный сигнал в картинной плоскости.....	39
2.2 Отраженный сигнал в апертурной плоскости.....	42
2.2.1 Элементы скалярной теории дифракции.....	42
2.2.2 Условие дальней зоны.....	44
2.2.3 Условие обобщенной дальней зоны.....	47
2.3 Статистические характеристики сигналов в апертурной плоскости, рассеянных неподвижными диффузными объектами, и методы их измерения.....	50
2.3.1 Пространственная корреляционная функция поля, рассеянного диффузно отражающим объектом.....	51
2.3.2 Интерферометрические методы приема оптических сигналов.....	54
2.3.3 Потенциальные возможности интерферометрического метода построения изображений.....	58

2.3.4 Пространственная корреляционная функция интенсивности.....	60
2.3.5 Интерферометр интенсивностей.....	65
2.3.6 Метод голографии интенсивности.....	66
2.4 Статистические характеристики сигналов в апертурной плоскости, рассеянных подвижными объектами	69
2.4.1 Преобразование временной структуры отраженного сигнала движущимся объектом.....	69
2.4.2 Временная корреляционная функция сигнала, рассеянного диффузно отражающим объектом.....	71
2.4.3 Частотная корреляционная функция поля, рассеянного диффузно отражающим объектом.....	73
2.5 Локационные характеристики объектов.....	76
2.5.1 Эффективная площадь объекта.....	76
2.5.2 Блеск и звездная величина объекта.....	81
2.6 Учет поляризационных эффектов в оптической локации.....	86
2.6.1 Виды поляризации оптических сигналов.....	86
2.6.2 Описание поляризационной структуры оптического сигнала.....	86
2.6.3 Преобразование излучения в поляризационной системе.....	92
Глава 3. Обнаружение оптических сигналов.....	99
3.1 Структура обнаружителя оптических сигналов.....	99
3.2 Статистические характеристики сигналов на выходе фотоприемника.....	102
3.2.1 Характеристики сигнала при постоянной интенсивности светового потока.....	102
3.2.2 Характеристики сигнала при случайных флуктуациях интенсивности светового потока.....	103
3.2.3 Характеристики сигнала при детерминированном изменении интенсивности светового потока.....	105
3.2.4 Сравнительная характеристика законов распределения.....	106
3.2.5 Статистические свойства реальных сигналов и помех на выходе фотоприемника.....	106

3.3 Некогерентное (прямое) фотодетектирование оптических сигналов.....	107
3.3.1 Общая характеристика приемника прямого фотодетектирования.....	107
3.3.2 Вывод отношения правдоподобия для оптического сигнала с постоянной амплитудой.....	109
3.3.3 Анализ отношения правдоподобия при различных уровнях помех.....	110
3.3.4 Оптимальное обнаружение оптического сигнала со случайной амплитудой.....	112
3.4 Характеристики обнаружения оптических сигналов при прямом фотодетектировании.....	113
3.4.1 Характеристики обнаружения прямоугольного импульса с постоянной амплитудой.....	113
3.4.2 Анализ характеристик обнаружения при различных уровнях помех.....	114
3.4.3 Характеристики обнаружения прямоугольного импульса со случайной амплитудой.....	117
3.4.4 Характеристики обнаружения пачки импульсов.....	119
3.4.5 Методика расчета пороговой чувствительности приемного устройства при заданных параметрах фотоприемника и характеристиках обнаружения.....	123
3.5 Гетеродинный (когерентный) прием оптических сигналов.....	126
3.5.1 Общая характеристика гетеродинного приемника оптических сигналов.....	126
3.5.2 Оптимальное обнаружение оптических сигналов при гетеродинном приеме.....	128
3.6 Антенные свойства гетеродинного приемного устройства.....	130
3.6.1 Антенные свойства гетеродинного приемного устройства с коллимирующей оптикой.....	130
3.6.2 Антенные свойства гетеродинного приемного устройства с фокусирующей оптикой.....	132
3.7 Влияние амплитудно-фазовых искажений сигнала на эффективность гетеродинного приемного устройства.....	135
3.7.1 Эффективность гетеродинного приемного устройства с коллимирующей оптикой.....	136

3.7.2 Эффективность гетеродинного приемного устройства с фокусирующей оптикой.....	138
3.8 Методика расчета характеристик обнаружения и пороговой чувствительности гетеродинного приемного устройства.....	140
3.9 Дальность действия и зона действия оптико-электронных средств.....	141
3.9.1 Уравнение оптической локации для активных средств.....	142
3.9.2 Уравнение оптической локации для полуактивных средств.....	143
3.9.3 Проницающая способность полуактивных средств....	145
3.9.4 Методика расчета зоны действия ОЭС.....	146
3.10 Обнаружение оптических сигналов телевизионным приемным устройством.....	147
3.10.1 Физическая модель телевизионного фотоприемника.....	147
3.10.2 Математическая модель телевизионного фотоприемника.....	152
3.10.3 Алгоритмы обработки сигналов в телевизионном приемном устройстве с ограниченным динамическим диапазоном.....	158
3.11 Детерминированные методы ослабления световых потоков.....	164
Глава 4. Измерение параметров оптических сигналов.....	173
4.1 Измерение дальности и угловых координат объекта при прямом фотодетектировании оптического сигнала.....	173
4.1.1 Вывод и анализ отношения правдоподобия.....	173
4.1.2 Принципы построения дальномеров и оценка их потенциальной точности.....	174
4.1.3 Принципы построения измерителей угловых координат и оценка их потенциальной точности.....	178
4.2 Фотометрические измерения оптических сигналов.....	179
4.2.1 Связь параметров фотометрического сигнала с параметрами объекта.....	179
4.2.2 Влияние шумов и внешнего фона на параметры	

фотометрического сигнала. Методы выделения полезной составляющей.....	181
4.2.3 Методы первичной обработки фотометрического сигнала.....	184
Глава 5. Формирование и обработка изображений.....	189
5.1 Формирование изображения при когерентном и некогерентном освещении объекта.....	189
5.1.1 Обобщение представления о системах, формирующих изображение.....	189
5.1.2 Частотный анализ оптических систем.....	194
5.1.3 Сравнение формирования изображения при когерентном и некогерентном освещении.....	205
5.2 Формирование изображения в турбулентной атмосфере.....	211
5.2.1 Модели искажений волнового фронта оптического сигнала в турбулентной атмосфере.....	211
5.2.2 Влияние времени регистрации на структуру изображения.....	212
5.2.3 Сравнение влияния амплитудных и фазовых искажений волнового фронта на структуру мгновенного изображения точечного источника.....	215
5.2.4 Структура мгновенного изображения точечного источника.....	219
5.2.5 Оптическая передаточная функция системы "атмосфера - телескоп".....	222
5.2.6 Пространственная инвариантность системы "атмосфера - телескоп".....	224
5.2.7 Структура изображения протяженного объекта.....	226
5.3 Оптические изображения при слабом световом сигнале.....	227
5.4 Методы первичной обработки изображений.....	233
5.4.1 Задачи восстановления и улучшения качества изображения.....	234
5.4.2 Методы линейной фильтрации изображений.....	237
5.4.3 Методы спекл-интерферометрии.....	243
5.5 Методы вторичной обработки изображений.....	248
5.5.1 Покадровая и межкадровая обработка	

изображений.....	248
5.5.2 Межкадровая обработка изображений в бинокулярном дальномере.....	249
5.5.3 Межкадровая обработка при идентификации изображений.....	251
5.6 Обработка изображений при подсвете объекта зондирующим сигналом с заданной пространственно-временной структурой.....	253
5.6.1 Формирование лазерного сигнала с пространственной модуляцией поляризации и его свойства.....	254
5.6.2 Обработка регистрирующего изображения.....	257
5.7 Требования к цифровым системам обработки изображений.....	260
5.8 Оценка эффективности систем формирования и обработки изображений.....	262
Литература.....	269
Приложения.....	281
Приложение 1. Фундаментальные физические константы.....	281
Приложение 2. Классификация спектра электромагнитных колебаний оптического диапазона.....	282
Приложение 3. Единицы физических величин, относящихся к светотехнике.....	281
Приложение 4. Коэффициент отражения различных поверхностей.....	289
Приложение 5. Распределение энергии в спектре Солнца и солнечная постоянная.....	290
Приложение 6. Энергетический расчет ОЭС с телевизионным приемным устройством.....	291
Приложение 7. Импульсный отклик положительной линзы.....	298
Приложение 8. Влияние турбулентной атмосферы на характеристики оптических сигналов.....	305

ВВЕДЕНИЕ

***Наука не является, и никогда не будет
являться законченной книгой.***

Альберт Эйнштейн

Оптическая локация – это совокупность методов обнаружения, измерения координат, а также распознавания формы удаленных объектов с использованием электромагнитных волн оптического диапазона. Оптическая локация позволяет с высокой точностью определять расстояние до космических объектов различного происхождения, надводных и подводных объектов, исследовать распределение аэрозольных слоев в атмосфере. Основными преимуществами оптических локаторов является большая точность определения координат объектов, высокая разрешающая способность по дальности, угловая разрешающая способность, то есть способность различать два соседних равноудаленных объекта. Все выше перечисленное дает возможность широкого применения оптико-электронных систем во многих областях науки и техники, например, в астрономии, системах технического зрения, биологии.

Большой объем и разнообразие литературы, посвященной сложной области оптической локации включает вопросы приема и обработки получаемой информации. Однако, области применения локаторов настолько широки, что человечество постоянно совершенствует, расширяет возможности данных систем. Совершенствование систем требует углубленных теоретических знаний о физических процессах распространения, приема и обработки оптического излучения. В основе создания таких систем лежит глубокое понимание физических процессов воз-

никновения, распространения оптического излучения, а также теории приема и обработки оптических сигналов с учетом особенностей их пространственно-временной структуры, волновых и корпускулярных свойств. Учет дополнительных свойств оптического излучения вызывает необходимость разработки более полных математических моделей, новой элементной базы оптико-электронных систем, оптимизации алгоритмов приема и обработки оптических сигналов.

В монографии основное внимание уделяется теоретическим основам взаимодействия электромагнитного излучения с элементами оптико-электронных систем. Описание методов регистрации, обнаружения и обработки сигналов основано на учете стохастического характера оптических сигналов, обусловленного наличием случайных помех, а также стохастическим характером потока фотонов, составляющих принимаемый полезный сигнал.

Предложен подход к систематизации теоретических знаний методов описания оптических сигналов при их регистрации и составлению алгоритмов обработки информации в оптико-электронных системах с совместным использованием корпускулярного и волнового описания оптических сигналов.

В *первой главе* изложены основные принципы получения локационной информации. Рассмотрены особенности активной и пассивной оптической локации.

Вторая глава посвящена теоретическим вопросам описания регистрации оптических сигналов. Приведено математическое описание сигналов с позиции волновой теории света. Предложена модель рассеивающей поверхности зондируемых объектов. Проведено математическое описание отраженных сигналов в картинной и апертурной плоскости с использованием теории дифракции. Рассмотрены статистические характеристики сигналов в апертурной плоскости, рассеянных неподвижными и подвижными диффузными объектами. Учтены временные и пространственные корреляционные функции поля и интенсивности излучения отражающих объектов. Описаны локационные характеристики изучаемых объектов с учетом интерференционных и поляризационных эффектов. Приведены расчеты эффективной площади объектов различных форм, а также энергетических характеристик излучения наблюдаемых объектов.

Третья глава посвящена обнаружению оптических сигналов. Предложены методы обнаружения оптических сигналов с учетом корпускулярных и статистических свойств оптического излучения. Обсуждаются методы и характеристики обнаружения оптических сигналов при прямом и гетеродинном приеме сигнала. Рассчитаны характеристики обнаружения оптического сигнала при случайных флуктуациях принимаемого светового потока. Выведено отношение правдоподобия для оптического сигнала с постоянной и случайной амплитудой и про-

веден анализ для различных уровней помех. Приведены характеристики обнаружения оптических сигналов при различных уровнях помех. Рассматривается методика расчета пороговой чувствительности фотоприемника при прямом фотодетектировании и гетеродинного приемного устройства при заданных характеристиках обнаружения. Рассчитана дальность и зона действия активных и пассивных оптических локационных средств. Составлена физическая модель телевизионного фотоприемника для пассивных систем с учетом статистических свойств принимаемого оптического сигнала. Рассмотрены алгоритмы обработки сигналов в оптико-электронных системах телевизионного типа, позволяющие расширить их динамический диапазон.

В *четвертой главе* обсуждаются вопросы измерения параметров оптического сигнала с помощью фотометрических систем. Рассматриваются вопросы построения и оценки потенциальных возможностей систем измерения дальности и угловых координат. Представлены методы выделения полезной составляющей на фоне внутренних шумов и внешних помех различной интенсивности с учетом статистических свойств сигнальной и фоновой составляющих.

Пятая глава посвящена методам формирования и обработки телевизионных изображений при когерентном и некогерентном освещении объектов. Методы построены как на основе волнового, так и корпускулярного представления. Приведены передаточные функции системы с учетом аберраций системы. Рассчитана разрешающая способность систем при когерентном и некогерентном освещении объектов. Составлены модели формирования изображений с учетом искажений волнового фронта сигнала в турбулентной атмосфере и времени регистрации. Проведен сравнительный анализ влияния амплитудных и фазовых искажений волнового фронта сигнала при регистрации точечного и протяженного изображения объекта. Составлены математические модели формирования изображения при регистрации слабого оптического сигнала. Обсуждаются методы первичной и вторичной обработки получаемой информации с целью восстановления и улучшения качества телевизионных изображений. Проведен анализ влияния различных методов фильтрации на качество изображения. Представлены результаты применения покадровой и межкадровой обработки изображений. Рассмотрены оценки эффективности систем формирования и обработки изображений.

Научные труды авторов, вошедшие в список литературы, являются теоретическим и практическим продолжением рассмотренных вопросов.

Авторы выражают глубокую благодарность рецензентам доктору технических наук, профессору *Владимиру Михайловичу Шокало* и доктору технических наук, профессору *Юрию Владимировичу Стасеву* за большое внимание к материалу монографии, его плодотворное обсуждение и полезные рекомендации.

ГЛАВА 1

Основные принципы оптической локации

1.1 Основные понятия и определения

**1.2 Принципы получения локационной
информации**

**1.3 Общие особенности оптической
локации**

ГЛАВА 1

Основные принципы оптической локации

1.1. Основные понятия и определения

Оптическая локация – отрасль науки и техники, обеспечивающая получение сведений об объектах путем приема и анализа распространяющихся от них электромагнитных волн оптического диапазона. Аналогичное определение дается современной радиолокации, хотя применяемое в настоящее время понятие "локация" далеко выходит за исторические сложившиеся терминологические рамки. В самом деле, латинское слово "локус" означает место, а "локация" - определение местоположения. Традиционная задача определения местоположения объекта в любой момент времени наблюдения остается первостепенной и важной задачей локации при использовании волн различной физической природы, в том числе и электромагнитных волн оптического диапазона (прил. 2). При первоначальном введении понятия "локация" объект представлялся "точечным", хотя на это условие явно не обращалось внимания. Развитие теории и техники локации позволило определять местоположение не только объекта в целом, но и отдельных участков его поверхности. Так что расширение понятия "локация" не приводит к неоднозначности его восприятия. Главным остается получение сведений об объектах на расстоянии.

Совокупность сведений об объектах, получаемых путем приема и анализа электромагнитных волн оптического диапазона, называют *оптической информацией*. Это определение по своей сути совпадает с

определением, принятым в радиолокации.

Оптическую информацию можно разделить на координатную и некоординатную. Под *координатной информацией* понимают сведения о местоположении объекта в любой момент времени наблюдения и о характере изменения местоположения (дальность, угловые координаты, производные координаты, траекторные параметры и т.д.). Получение координатной информации связано с представлением объекта локации в виде физической точки. Удачно примененное понятие в данном случае позволяет с полной ясностью судить о его сущности.

Под *некоординатной информацией* понимают совокупность признаков, присущих объекту независимо от положения его центра масс в пространстве и характеризующих индивидуальные особенности объекта, которые выходят за рамки его представления в виде физической точки.

К некоординатной информации можно отнести отражательные характеристики объекта (зависящие от материала его поверхности, размеров, формы и других параметров), изображение, параметры вращательного движения объекта вокруг центра масс и др.

Координатная информация может представляться в различных системах координат. Начало координат может быть привязано к точке стояния оптического локационного средства, к центру Земли или к другим точкам.

При анализе некоординатной информации обычно не интересуются абсолютными координатами объекта и для удобства вводят систему координат, привязанную к объекту. От объемного случая часто переходят к анализу сигналов в различных плоскостях со своими системами координат. В непосредственной близости от объекта вводят картинную плоскость. В месте приема оптических сигналов вводят апертурную плоскость. Картинную и апертурную плоскости считают параллельными (коллинеарными), их взаимное положение может определяться расстоянием между ними.

Для аналитического представления оптического сигнала при строгой постановке задачи необходимо использовать квантово-механическое описание оптического поля. Но ввиду его сложности обычно используют полуклассический подход, при котором в зависимости от рассматриваемой задачи учитывают либо только волновые, либо только квантовые свойства оптического сигнала. При учете квантовых свойств оптический сигнал представляют в виде потока фотонов. При учете только волновых свойств оптический сигнал представляют в виде пространственно-временного распределения электромагнитного поля. Часто наряду с распределением оптического поля рассматривают распределение интенсивности оптического поля (иначе распределение интенсивности света, распределение интенсивности оптического сигнала и др.). Интен-

сивность света - величина, пропорциональная квадрату амплитуды вектора электрической напряженности световой волны. В некоторых случаях, когда это не вызывает сомнений, термин «интенсивность света» используется как понятие, характеризующее распределение светового потока по поверхности (освещенность или светимость энергетическая, Вт/м²), в пространстве (сила света, Вт/ср), по спектру, Вт/Гц и т.д.

В классической оптике интенсивность света интерпретируется как поток энергии поля. Количество энергии, протекающее за единицу времени через единичную площадку, перпендикулярную к направлениям электрического вектора \vec{A} и магнитного вектора \vec{I} представляет вектор Пойнтинга

$$\vec{I} = \vec{A} \delta \vec{I}.$$

В оптике наибольший интерес представляет усредненный вектор Пойнтинга. Величина его служит мерой интенсивности света, а направление указывает направление распространения света. То есть интенсивность света

$$I = \frac{1}{2} E H, \quad (1.1)$$

где E, H - напряженность электрического и магнитного поля соответственно, В/м и А/м.

Известно, что

$$H = \sqrt{\frac{\varepsilon_0 \varepsilon}{\mu_0 \mu}} E, \quad (1.2)$$

где ε_0, μ_0 - электрическая и магнитная постоянные (прил. I);

ε, μ - диэлектрическая и магнитная проницаемость среды (относительная).

Учитывая, что $1/\varepsilon_0 \mu_0 = c^2$, где c - скорость света в вакууме, а также что $n = \sqrt{\varepsilon \mu}$ - показатель преломления среды, из (1.1) и (1.2) можно получить формулу, связывающую интенсивность света I , Вт/м² с напряженностью электрического поля E , В/м (при $\mu = 1$) в виде

$$I = \frac{1}{2} c n \varepsilon_0 E^2. \quad (1.3)$$

В локационных задачах при анализе информационных параметров распределения поля оптического сигнала и распределения интенсивности оптического сигнала обычно не учитывают константы в (1.3), и пропорциональную зависимость $I \sim E^2$ представляют в виде равенства. Такой подход будет использоваться в дальнейших изложениях.

1.2. Принципы получения локационной информации

Получение локационной информации осуществляется в процессе приема и обработки оптических локационных сигналов, которые формируются в результате вторичного или собственного излучения объектов и являются носителями информации. В зависимости от характера излучения объектов различают активную, полуактивную и пассивную оптическую локацию.

1.2.1. Активная оптическая локация

Основана на использовании эффекта вторичного излучения (отражения, рассеяния) оптических волн. Активная оптическая локация может проводиться с использованием некогерентных и когерентных (лазерных) оптических сигналов.

Активная локация с использованием некогерентного оптического излучения. Широко использовалась в период первой и второй мировых войн.

Источниками первичного излучения являлись прожекторы. Отраженные сигналы видимого диапазона наблюдались визуально. В отдельных случаях прожектор сопрягался со звуко- или радиолокатором. Современные прожекторы инфракрасного (ИК) диапазона используются в системах ночного видения с преобразованием ИК отраженного сигнала в видимый с помощью оптико-электронного приемного устройства.

Лазерная локация. Выделилась в самостоятельную отрасль радиоэлектроники после создания в начале 60-х годов источников когерентного излучения - лазеров. Использование лазерного излучения в активной оптической локации привело к ряду присущих ей важных особенностей.

Малая длина волны электромагнитного излучения лазеров позволяет получать узкие диаграммы направленности (от единиц до десятков угловых секунд) даже при небольших размерах излучателей (единицы дециметров). При расходимости излучения, равной одной угловой секунде ($1'' = 5 \cdot 10^{-6}$ рад), поперечный размер облучаемой области на дальности 200 км составляет 1 м, что позволяет отдельно зондировать отдельные элементы цели.

Временная и пространственная когерентность излучения лазеров обеспечивает стабильность частоты при высокой спектральной плотности их мощности. Последнее, а также остронаправленность лазерного излучения, обуславливает высокую помехозащищенность лазерных локационных средств от воздействия естественных источников излучения.

Л и т е р а т у р а

1. Стрелков А.И., Стадник А.М., Москвитин С.В., Олейник И.С., Шмаров В.Н. Математическая модель лазерного вертиканта на основе метода обращения матричного оператора: Зб. наук. пр. – Харьков, Харьковский военный университет. – 1996. - № 6. - С. 103-112.
2. Стрелков А.И., Сухаревский И.В., Олейник И.С., Москвитин С.В., Шмаров В.Н. Использование ортогонального базиса для построения математической схемы лазерного вертиканта : Зб. наук. пр. – Харьков, Харьковский военный университет. – 1996. - № 6. - С. 113-117.
3. Стрелков А.И., Москвитин С.В., Олейник И.С., Шмаров В.Н. Принципы построения и особенности технической реализации бортового лазерного вертиканта : Зб. наук. пр. – Харьков, Харьковский военный университет. – 1996. - № 6. - С. 118-123.
4. Стрелков А.И., Стрелкова Т.А., Борцов В.В. Оптико-телевизионный комплекс дистанционного зондирования объектов // Труды 2-й Междунар. конф. «Теория и техника передачи, приема и обработки информации».- Харьков-Туапсе: ХТУРЭ. – 1996. – С. 16.
5. Стрелков А.И., Борцов В.В., Лытюга А.П. Использование стереоскопического эффекта при обнаружении космических объектов оптико-электронными средствами: Зб. наук. пр. – Харьков, Харьковский военный университет. – 1998. - № 17. - С. 128-135.
6. Стрелков А.И., Борцов В.В., Лытюга А.П., Стрелкова Т.А. Измерение параметров движения объекта оптико-электронными средствами при использовании стереоскопического эффекта: Зб. наук. пр. – Харьков. Харьковский военный университет. – 1998. - № 18. - С. 57-63.
7. Стрелков А.И., Стадник А.М., Лытюга А.П., Стрелкова Т.А. Сравнительный анализ вероятностного и детерминированного методов ослабления световых потоков // Радиотехника: Всеукр. Межвед. наук.-техн. сб. -1998. – Вып. 108. – С. 27-33.
8. Стрелков А.И., Стадник А.М., Калмыков С.И., Лытюга А.П. Обнаружение парнокоррелированного потока сигналов на фоне пуассоновского шума // Всеукр. межвед. н.-т. сб. Радиотехника. Харьков. 1999 - № 112. – С. 3- 11.
9. Стрелкова Т.А., Писаренок Т.Г., Лытюга А.П. Измерение параметров движения объектов по данным оптико-электронных

средств // Радиоэлектроника и информатика. – 1999. – № 3. – С. 73-75.

10. Стрелкова Т. А. Потенциальные возможности наблюдения биологических объектов оптико-электронными средствами // Всеукр. межвед. н.-т. сб. Радиотехника. Харьков. 1999. – № 112. – С. 87 - 90.

11. Жилин Е.И. Возможность наблюдения ИСЗ в дневное и сумеречное время оптическими средствами, с применением детерминированного ослабления входного потока. // Труды 4-го Международ. молодежн. форума «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке». – Часть 1. – Харьков: ХТУРЭ. – 2000. – С. 179-180.

12. Стрелков А.И., Лытюга А.П., Стрелкова Т.А., Жилин Е.И., Стадник А.М. Возможности наблюдения опасных небесных тел оптико-электронными средствами в дневное время // Космическая защита Земли – 2000: Междунар. конф. Евпатория, 11-15 сент. 2000 г. – Евпатория, 2000. – С. 51.

13. Стрелков А.И., Лытюга А.П., Анохин В.Н., Стрелкова Т.А. Повышение проникающей способности оптико-электронных станций в ночных условиях // Междунар. конф. «Космическая защита Земли – 2000» (КЗЗ-2000). - Евпатория. - 2000. - С. 55.

14. Стрелков А.И., Жилин Е.И., Лытюга А.П., Стрелкова Т.А. Исследование возможности применения метода детерминированного ослабления сигнала в астрономических оптико-электронных системах // Системи обробки інформації. – 2001. – № 3(13). – С. 160-163.

15. Жилин Е.И., Безверхий С.А. Алгоритм оценки интенсивности сигнала при проведении фотометрических измерений в условиях сильных аддитивных помех // Труды междунар. научно-техн. конф. «Проблемы информатики и моделирования». – Харьков.: НТК «ХПИ». – 2001. – С. 15.

16. Стрелкова Т.А., Жилин Е.И. Алгоритм обнаружения сигналов при их детерминированном ослаблении // Сборник научных трудов. Междунар. научно-техн. конф. «Теория и техника передачи, приема и обработки информации». – Туапсе. – 2001. – С. 88-89.

17. Стрелков А.И., Жилин Е.И., Лытюга А.П., Стрелкова Т.А. Исследование возможности применения метода детерминированного ослабления сигнала в астрономических оптико-электронных системах // Системы обработки информации. Сборник научных трудов. – Вып. 3 (13). – Харьков: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2001. – С. 160-163.

18. Стрелков А.И., Жилин Е.И. Влияние стохастических и детерминированных операций преобразования сигнала на погрешность фотометрических измерений // Системы обработки

информации. Сборник научных трудов. - Вып. 5 (15). - Харьков: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. - 2001. - С. 143-148.

19. *Лытюга А.П., Маловица С.В., Стрелкова Т.А.* Одноканальный корреляционный обнаружитель низкоорбитальных космических объектов // Системы обработки информации: Зб. наук. праць - Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ, 2001. - Вып. 5(15). - С.181-184.

20. *Стрелкова Т.А., Лытюга А.П.* Оценка возможностей наблюдения низкоорбитальных космических объектов оптико-электронными средствами в дневное время // Теория и техника передачи, приема и обработки информации: 7-я Междунар. конф. Харьков, 1 - 4 окт. 2001 г. - Харьков, ХТУРЭ, 2001. - С. 82-83.

21. *Лытюга А.П.* Обработка астрономических телевизионных изображений для обнаружения космических объектов в дневное время // Проблемы информатики и моделирования: 2-я Междунар. науч.-техн. конф. Харьков, 28-30 нояб. 2002 г.- Харьков, НТУ „ХПИ”, 2002. - С. 27.

22. *Жилин Е.И., Безверхий С.А.* Обнаружение детерминировано ослабленных сигналов в астрономических фотометрических системах // Радиофизика и радиоастрономия. - 2002. - Т.7. - № 2. - С. 139 - 144.

23. *Стрелков А.И., Жилин Е.И.* Применение детерминированной обработки светового потока при фотометрировании космических объектов в условиях сильного фона // Тезисы докладов по материалам III научной конф. «Избранные вопросы астрономии и астрофизики». - Львов: ЛНУ. - 2002. - С. 79-80.

24. *Жилин Е.И.* Оценка интенсивности детерминировано ослабленных оптических сигналов.// Системы обработки информации: Сборник научных трудов. - Харьков: НАНУ, ПАНМ, ХВУ, 2002. - Вып. 3 (19). - С. 129-140.

25. *Стрелков А.И., Лытюга А.П.* Влияние радиуса корреляции атмосферных неоднородностей на обнаружительную способность оптико-электронных станций телевизионного типа при наблюдении космических объектов // Системы обработки информации: Зб. наук. праць - Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ, 2002. - Вып. 5 (21). - С. 270 - 276 .

26. *Стадник А.М., Стрелкова Т.А., Калмыков С.И.* Квазиоптимальное обнаружение парнокоррелированных сигналов в сильных пуассоновских шумах. // Системы обработки информации. - 2002. - № 3 (19) - С. 184 -192.

27. *Alexander I. Strelkov, Alexander P. Lytyuga* The Registration of Turbulence Atmosphere Influence With Space Objects Observation by Optic Electronic Means in Twilight and Daylight Time //

CAMMAC 2002: International Conference. Vinnitsa, 23 –29 Sept. 2002. – Vinnitsa. – P. 61 - 63.

28. *Alexander I. Strelkov, Alexander P. Lytyuga, Eugeny I. Zhilin.* Support of Space Objects Observations by Astronomical Optic-Electronic Means in Conditions of Strong Additive Interferences // CAMMAC 2002: International Conference. Vinnitsa, 23 –29 Sept. 2002. – Vinnitsa. – P. 63 - 64.

29. *Стрелков А.И., Стрелкова Т.А. Лытюга А.П.* Алгоритмы обнаружения сигналов в оптико-электронных системах контроля космического пространства // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – Х.: ХНУРЕ, 2003. – Вып. 132. – С. 7-13.

30. *Дремлюга О.В., Лисаченко І.Г., Стрелкова Т.О.* Удосконалення методу оцінювання показників точності наземних радіотехнічних станцій // Радиотехника: Всеукр. Межвед. науч.-техн. сб. - 2003. – Вып. 131. – С. 37-43.

31. *Стрелков А.И., Лытюга А.П., Коротков В.В., Стрелкова Т.А.* Алгоритмы обнаружения сигналов в акустооптических анализаторах спектра // Радиотехника: Всеукр. Межвед. науч.-техн. сб. - 2003. – Вып. 131. – С. 37-43.

32. *Стрелков А.И., Лытюга А.П., Бурмистров Ю.С., Сауткин В.А., Коленков В.И.* Расширение потенциальных возможностей астрономических телевизионных систем // Теория и техника передачи, приема и обработки информации: Междунар. науч. конф. Харьков – Туапсе, 7 – 10 окт. 2003. Харьков, ХНУРЭ, 2003. – С. 209-210.

33. *Лытюга А.П., Жилин Е.И.* Обнаружение сигналов в астрономических телевизионных системах в условиях сумеречного и дневного времени // Людина і космос: VI Міжнар. молод. наук.-практ. конф. – Дніпропетровськ, 14 –16 квіт. 2004.– Дніпропетровськ, НЦАОМУ, 2004. – С. 146.

34. *Strelkov A.I., Lytyuga A.P., Strelkova T.A., Zhilin E.I.* Rating of a potential opportunity of space objects observations by optic-electronic systems in the day-light conditions // Astronomy in Ukraine – past, present and future: Intern. Sci. Conf. – Kiev, 15 – 17 July, 2004. – Kiev, MAO NASU, 2004. – С. 226.

35. *Lytyuga A.P., Strelkov A.I., Zhilin E.I.* Increasing of astronomical television optic-electronic systems penetrating ability by means of post-detector space-time filtration of videoimages // Research of Artificial and natural NEOs and Other Solar system Bodies: Intern. Conf. – Nikolaev, 17 –20 may 2004. – Nikolaev, "Atoll", 2004. – P. 56.

36. *Стрелков А.И., Лытюга А.П., Бурмистров Ю.С., Сауткин В.А., Коленков В.И.* Последетекторная обработка сигналов в астрономических телевизионных системах // Теория и техника

передачи, приема и обработки информации: 10-я Юбилейная международная науч. конф. – Харьков – Туапсе, 28 сент. – 1 окт. 2004 г. – Харьков, ХНУРЭ, 2004. – С. 249-250.

37. Стрелков А.И., Барсов В.И., Пшеничных Р.Ф. Исследование возможности применения фрактального алгоритма сжатия для обработки зашумленного изображения // Системы обработки информации. – 2005. – Вып. 2(42). – С. 127-131.

38. Стрелков А.И., Барсов В.И., Пшеничных Р.Ф. Анализ влияния помех на сжатие изображения фрактальными алгоритмами // Системы обработки информации. – 2005. – Вып. 9(49). – С. 160-165.

39. Стрелков А.И., Барсов В.И., Воронин А.В. Исследование методов оптимизации алгоритмов JPEG // Системы обработки информации. – 2005. – Вып. 8(48). – С. 140-145.

40. Стрелков А.И., Лытюга А.П., Стрелкова Т.А. Состояние и перспективы развития оптико-электронных приборов специального назначения // Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития: 2-й Международ. радиоэлектронный форум. – Харьков, 19 – 23 сент. 2005 г. – Харьков, АН ПРЭ, ХНУРЭ, 2005. – Т. 2. – С. 469-470.

41. Стрелков А.И., Жилин Е.И., Лытюга А.П., Стрелкова Т.А. Угловое разрешение близкорасположенных изображений космических объектов в астрономических оптико-электронных системах // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – Х.: ХНУРЕ, 2005. – Вып. 143. – С. 58-64.

42. Стрелков А.И., Лытюга А.П., Жилин Е.И., Калмыков А.С., Лисовенко С.А. Обнаружение сигналов в системах технического зрения // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – Х.: ХНУРЕ, 2006. – Вып. 145. – С. 178-184.

43. Стрелков А.И., Лисовенко С.А., Стрелкова Т.А., Калмыков А.С. Сравнительный анализ методов ослабления аддитивных шумов в оптико-электронных системах // VIII Міжнародна науково-практична конференція „Людина і космос”. Ракетнокосмічна техніка. Дніпропетровськ, 13-14 квітня 2006 року, С. 135.

44. Стрелков А.И., Кац Е.Н., Барсов В.И. Обнаружение сигналов и объектов космического происхождения // VIII Міжнародна науково-практична конференція „Людина і космос”. Ракетнокосмічна техніка. Дніпропетровськ, 13-14 квітня 2006 року, С. 136.

45. Стрелков А.И., Лисовенко С.А. Сравнительный анализ методов повышения помехозащищенности ТОВ «Карат» // II Научная конференция Харьковского университета Воздушных Сил им. И. Кожедуба. Харьков, 15-16 февраля 2006 года. – С. 108-109.

46. Стрелков А.И., Лытюга А.П., Стрелкова Т.А., Жилин Е.И. Корреляционная обработка сигналов в астрономических телеви-

зионных оптико-электронных системах // Расширение сотрудничества в наземных астрономических исследованиях государств Юго-восточной Европы. Изучение объектов околоземного пространства и малых тел солнечной системы: Междунар. конф. Николаев, 2006 – С. 100-102.

47. Стрелков А.И., Лисовенко С.А., Панасенко Д.П. Обработка серии короткоэкспозиционных слабоконтрастных телевизионных кадров // Збірник наукових праць Харківського Університету Повітряних Сил. – 2006. – Вип. (12). – С. 546-49.

48. Стрелкова Т.А., Овсянкина Е.В. Исследование влияния шумов на качество телевизионных изображений // X Международный молодежный форум «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке» - Харьков: ХНУРЭ. – 2006. – С. 171.

49. Стрелкова Т.А. Галян О.А. Стабилизация контрастности телевизионный изображений // X Международный молодежный форум «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке» - Харьков: ХНУРЭ. – 2006. – С. 172.

50. Стрелков А.И., Кальной С.Е., Стрелкова Т.А., Карнаух В.В. О работе акустооптического датчика при больших амплитудах звука // Системы обработки інформації. – 2006. - № 2 (51) - С. 173 –179.

51. Стрелков А.И. Лисовенко С.А. Экспериментальное исследование возможности повышения качества обнаружения сигналов при обработке слабоконтрастных телевизионных кадров // Системы вооружения и военная техника. – 2007. – Вып. 2(10). – С. 8-10.

52. Лытюга А.П. Эффективность обнаружения сигналов от космических объектов в астрономических телевизионных системах в дневное время // Системы управління, навігації та зв'язку. – К.: Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління, 2007. – Вип. 3. – С. 42-46.

53. Стрелков А.И., Барсов В.И. Стрелкова Т.А., Кац Е.Н. Оценка эффективности метода накопления серии короткоэкспозиционных слабоконтрастных телевизионных кадров // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – 2007. – Вип. 1(13). – С. 44-47.

54. Стрелков А.И., Стрелкова Т.А., Лисовенко С.А. Анализ возможности увеличения обнаружительной способности оптико-электронных систем. // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – 2007. – Вип. 3(15). – С. 48-52.

55. Стрелков А.И., Лытюга А.П., Стрелкова Т.А. Имитационное моделирование обнаружения низкоорбитальных космических объектов в сумеречных и дневных условиях астрономическими телевизионными системами // Съома Українська конфере-

нція з космічних досліджень, Євпаторія, 3-8 верес. 2007 р. – Євпаторія, НЦУВКЗ, 2007. – С. 203.

56. Стрелков А.И., Лытюга А.П., Стрелкова Т.А. Особенности обнаружения оптических сигналов от космических объектов в астрономических телевизионных системах в сумеречное и дневное время // Сучасні проблеми астрономії: Міжнар. наук. конф. Одеса, 12–18 серп. 2007 р. – Одеса, “AstroPrint”, 2007. – С. 34.

57. Стрелков О.І., Лисовенко С.О., Стрількова Т.О. Експериментальне дослідження можливості підвищення якості виявлення сигналів в оптико-електронних при обробці слабконтрастних ТВ-кадрів // Системи озброєння і військова техніка. – 2007. – № 2(10). – С. 8-10.

58. Стрелков А.И., Лисовенко С.А., Кац Е.Н. Математическое моделирование алгоритма пространственно-временной фильтрации слабконтрастных телевизионных кадров. // III Научная конференция Харьковского университета Воздушных Сил им. И. Кожедуба, 28-29 марта 2007 года. С. 150-151.

59. Стрелков А.И., Панасченко Д.П., Лисовенко С.А. Применение метода накопления сигнала при обнаружении космических объектов // Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції „Людина і космос”. 50- річчя космічної ери, Дніпропетровськ, 18-20 квітня, 2007, С. 160.

60. Стрелков А.И., Кац Е.Н., Барсов В.И. Особенности применения метода накопления короткоэкспозиционных телевизионных кадров при наличии флуктуации помех // Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції „Людина і космос”. 50- річчя космічної ери, Дніпропетровськ, 18-20 квітня, 2007, С. 161.

61. Стрелков А.И., Кац Е.Н., Стрелкова Т.А. Имитационное моделирование алгоритма обнаружения изображения, быстро движущихся объектов известной формы в ТВ кадрах в условиях слабой освещенности // Збірник наукових праць ХУ ПС – 2008 – Вип. 5(12) – С.16-20.

62. Стрелков А.И., Лытюга А.П., Стрелкова Т.А. Обнаружение оптических сигналов от низкоорбитальных космических объектов астрономическими телевизионными системами в условиях сильных аддитивных и мультипликативных помех // 3-й Международный радиоэлектронный форум «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития» МРФ-2008. Сборник научных трудов. Том I. Международная конференция «Современные и перспективные системы радиолокации, радиоастрономии и спутниковой навигации». Ч. 2. – Харьков: АНПРЭ, ХНУРЭ, 22-24 октября 2008. – С. 160-161

63. Стрелков А.И., Кац Е.Н., Стрелкова Т.А. Алгоритм получения изображений быстро движущихся объектов в условиях слабой освещенности // 3-й Международный радиоэлектронный форум «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития» МРФ-2008. Сборник научных трудов. Том I. Международная конференция «Современные и перспективные системы радиолокации, радиоастрономии и спутниковой навигации». Ч. 2. – Харьков: АНПРЭ, ХНУРЭ, 22-24 октября 2008. – С. 160-161.

64. Стрелков А.И., Панасенко Д.П., Стрелкова Т.А. Имитационное моделирование метода разрешения изображений близкорасположенных объектов не равноценных по яркости // Збірник наукових праць ХУ ПС – 2008 – Вип. 6(13) – С.27-31.

65. Стрелков А.И., Лытюга А.П., Жилин Е.И. Возможности обнаружения объектов оптико-электронными системами в условиях сильных аддитивных и мультипликативных помех. // VI International Conference on Optoelectronic Information Technologies “Photonics-ODS 2008”, Ukraine, Vinnytsia, VNTU, 30 September – 2 October, 2008, P. 22.

66. Стрелков А.И., Кальной С.Е., Барсов В.И., Соломко Е.А. Об эффективности метода накопления слабоконтрастных кадров при цифровой обработке изображений с использованием алгоритма сжатия WALET // Збірник наукових праці. Системи обробки інформації. – 2008. – Вип. 3(70). – С. 136-139.

67. Стрелков А.И., Стрелкова Т.А. Панасенко Д.П. Анализ метода разрешения изображений близкорасположенных объектов, не равноценных по яркости при наличии помех. // Системи управління, навігації та зв'язку. Київ. – 2008. – Вип. 4(8). – С. 27-30.

68. Стрелкова Т.А., Суботовская Н.Ю. Моделирование процессе регистрации обнаружения сигналов в системах технического зрения // 13-й Міжнародний молодіжний форум „Радіоелектроніка і молодь в ХХІ ст.” Зб. матеріалів форуму Ч. 1. – Харків: ХНУРЕ, 30 березня – 01 квітня, 2009. – С. 329.

69. Стрелков А.И., Жилин Е.И., Карнаух В.В., Лытюга А.П., Стрелкова Т.А. Анализ влияния времени накопления оптических сигналов на динамический диапазон акустического анализатора спектра радиосигналов // Системи обробки інформації. – 2009. - № 4 (78) - С. 2 – 5.

70. Лытюга А.П. Математическая модель сигналов в телевизионных системах при наблюдении низкоорбитальных космических объектов в дневное время. // Зб. наук. праць Харківського університету Повітряних Сил. – 2009. – Вип. 4(22). – С. 41-46.

71. Лытюга О.П. Эффективность выявления оптических сигналов в телевизионных системах при спостереженні низькоорбіталь-

них космічних об'єктів в денний час. Системи озброєння та військова техніка. – 2009. – Вип. 4(20). – С. 135-140.

72. *Лытюга А.П.* Алгоритм обнаружения оптических сигналов от низкоорбитальных космических объектов в дневное время // Системи обробки інформації. – 2010. – Вип. 1(82). – С. 85-89.

73. *Стрелков А.И., Лытюга А.П., Стрелкова Т.А.* Энергетическое обнаружение оптических сигналов в телевизионных системах. 3б. наук. праць Харківського університету Повітряних Сил. – 2010. – Вип. 1(23). – С. 68-71.

74. *Мосягин Г.М., Немтинов В.Б., Лебедев Е.Н.* Теория оптико-электронных систем. М.: «Машиностроение», 1990. – 432 с.

75. *Якушенков Ю. Г.* Теория и расчет оптико-электронных приборов. – М.: Сов. радио, 1980. – 392 с.

76. *Прикладная оптика.* / Под ред. Заказнова Н.П. – М.: «Машиностроение», 1988. – 312 с.

77. *Михельсон Н.Н.* Оптические телескопы. Теория и конструкция. Главная ред. физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1976. – 512 с.

78. *Литвиненко О.Н.* Основы радиооптики. – Киев: «Техника», 1974. – 206 с.

79. *Зуев В.Е.* Распространение видимых и инфракрасных волн в атмосфере. М.: «Сов. радио», 1970. – 496 с.

80. *Зуев В.Е., Кабанов М.В.* Перенос оптических сигналов в земной атмосфере (в условиях помех). М.: «Сов. радио», 1977. – 368 с.

81. *Мак-Картни Э.* Оптика атмосферы. Рассеяние света молекулами и частицами / Пер. с англ. под ред. К.С. Шифрина. М.: «Мир», 1979. – 396 с.

82. *Яркость дневного безоблачного неба* (экспериментальные данные). Л.: ГОИ им. С.И. Вавилова, 1971. – 164 с.

83. *Яркость и поляризация безоблачной атмосферы* / В.Н. Глушко, В.Е. Павлов, А.И. Иванов и др. – Алма-Ата «Наука» КазССР, 1979. – 201 с.

84. *Татарский В.И.* Распространение волн в турбулентной атмосфере. М.: Наука, 1967. – 386 с.

85. *Фотоприемники видимого и ИК диапазонов* / Под ред. Р.Дж. Кнiesa. Пер. с англ. под ред. В.И. Стафеева. М.: «Радио и связь», 1985. – 328 с.

86. *Справочник по приемникам оптического излучения*/Волков В. А., Вялов В. К., Гассанов Л. Г. и др.; Под ред. Криксунова Л. З., Кременчугского Л. С.- К.: Техника, 1985. – 216 с.

87. *Эклз М., Сим Э. Триттон К.* Детекторы слабого излучения в астрономии /Пер. с англ.– М.: «Мир», 1986. – 200 с.

-
88. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. М.: «Радио и связь», 1982. – 624 с.
89. Гальярди Р., Карп Ш. Оптическая связь. М.: Связь, 1978. – 424 с.
90. Воронков Г.Л. Ослабители оптического излучения. – Л.: «Машиностроение», 1980. – 158 с.
91. Прохоров Ю.В., Розанов Ю.А. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1973. – 496 с.
92. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. М.: Наука, 1988. – 480 с.
93. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. – М.: «Радио и связь», 1989. – 656 с.
94. Тихонов В.И. Оптимальный прием сигналов. – М.: «Радио и связь», 1983. – 320 с.
95. Шереметьев А.Г. Статистическая теория лазерной связи. – М.: «Связь», 1971. – 264 с.
96. Шестов Н.С. Выделение оптических сигналов на фоне случайных помех. – М.: «Советское радио», 1967. – 348 с.
97. Воробьев В.И. Оптическая локация для радиоинженеров. – М.: «Радио и связь», 1983. – 176 с.
98. Волохатюк В.А., Кочетов В.М., Красовский Р.Р. Вопросы оптической локации. – М.: «Советское радио», 1971. – 256 с.
99. Писаревский А.Н., Чернявский А.Ф. и др. Системы технического зрения. – Л.: «Машиностроение», 1988. – 432 с.
100. Калитеевский Н.И. Волновая оптика. М.: «Высшая школа», 1978. – 383 с.
101. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. – М.: «Физматгиз», 1989. – 767 с.
102. Курикса А.А. Квантовая оптика и оптическая локация. – М.: «Советское радио», 1973. – 184 с.
103. Градштейн И.С., Рыжик И.М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. – М.: «Наука», 1971. – 1108 с.
104. Фалькович С.Е. Оценка параметров сигнала. – М.: «Сов. радио», 1970. – 334 с.
105. Вероятностные модели случайных сигналов и полей: Конспект лекций. - Ч. I. - Х.: ХТУРЭ, 1994. – 148 с.
106. Демидов Б.А. Теория и методы военно-научных исследований вооружения и военной техники. - Х.: ВИРТА ПВО, 1990. – 558 с.

Научное издание

Оптическая локация.

**Теоретические основы приема и обработки
оптических сигналов.**

Под редакцией
заслуженного изобретателя Украины,
доктора технических наук, профессора Стрелкова А.И.

Компьютерная верстка
Филимоненко Н.П.

*** Страница с выходными данными оформляется
исключительно на украинском языке!**

Російською мовою

Підписано до друку 23.04.2011 р. Формат 70x100/16.
Папір офсетний. Друк ризографічний. Умов. друк. арк. 19,4.
Наклад 100 прим. Зам. № 0427. Ціна договірна.

Видавництво ФОП Віровець А.П. Видавнича група «Апостроф».
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 3922 від 19.11.2010 р.

Надруковано з готового оригінал-макету у друкарні ФОП «Петров В.В.»
61144, м. Харків, вул. Гв. Широнінців, 79в, к. 137, тел. **(057) 778-60-34**
e-mail:bookfabrik@rambler.ru

Свідоцтво про держреєстрацію Во2 № 987213 від 08.01.09р.