

при пропускании выходного зеркала 5 % на длине волны 1019,3 нм. Автокорреляционная функция и спектр импульсов представлены на рисунках 2 и 3. Произведение длительности импульса $\Delta\tau_p$ на полуширину спектра $\Delta\nu$ равнялось 0,319.

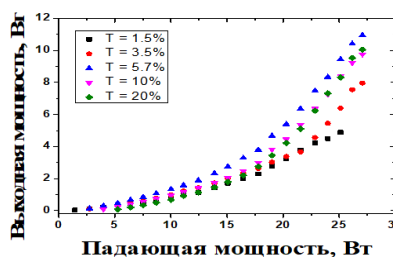


Рис. 1. Выходная характеристика лазера в непрерывном режиме

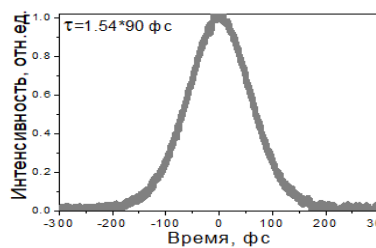


Рис. 2. Автокорреляционная функция

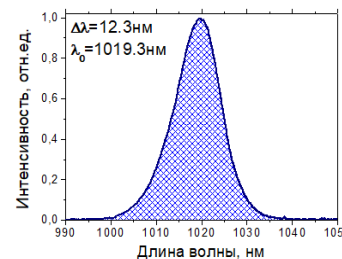


Рис. 3. Спектр импульсов

УДК 623.4.051

СОГЛАСОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ОСЕЙ ПРИЕМНЫХ КАНАЛОВ ТАНКОВОГО ПРИЦЕЛА ПОСРЕДСТВОМ КЛИНОВОГО КОМПЕНСАТОРА

Студент гр. 1131117 Мандик Н.С.

Ведущий инженер-конструктор Кубарко Ф.В., кандидат техн. наук, доцент Фёдорцев Р.В., д-р физ.-мат. наук, профессор Тихомиров С.А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Прицел наводчика ПН-72М входит в состав системы управления огнем (СУО) танка Т-72Б1 и предназначен для наблюдения местности, поиска и обнаружения цели, измерения дальности, формирования поля управления (ПУ) для наведения управляемой ракеты на цель. Основным функциональным блоком ПН-72М, позволяющим реализовать поставленные задачи, является блок оптико-электронный (БОЭ). БОЭ включает в себя телевизионный канал (ТВ), канал лазерного дальномера (ЛД), лазерный канал управления (ЛКУ), тепловизионный канал (ТПВ). Все каналы БОЭ расположены в едином корпусе, являющемся несущей конструкцией для узлов соответствующих каналов, что позволяет значительно уменьшить рассогласования осей каналов при воздействии механических и климатических факторов внешних воздействий. Верхняя часть корпуса оформлена в виде стыковочного фланца, устанавливаемого на башню танка. Для согласованного взаимодействия рабочих каналов БОЭ снабжен внутренней системой выверки, предназначенной для контроля положения осей ЛД и оси нулевых команд ЛКУ относительно линии прицеливания ТВ-канала. ТВ-канал позволяет рассматривать на экране ИТВ-45 телевизионное изображение местности с двумя увеличениями (ветви ШПЗ и УПЗ). Ветвь УПЗ имеет также функцию 2-х кратного электронного увеличения. Каждая из ветвей ТВ-канала включает объектив, в плоскости изображения которого расположен матричный фотоприемник ТВ-камеры. Объектив ТВ-канала УПЗ содержит подвижный компонент, обеспечивающий подфокусировку его в процессе прицеливания. Перемещение подвижного компонента обеспечивается шаговым двигателем. Перед ТВ-камерой УПЗ введен блок переключающихся фильтров, обеспечивающий оптимальное качество изображения при различных уровнях освещенности на местности и разной фоновой обстановке. Переключение ТВ-каналов УПЗ и ШПЗ, подфокусировка объектива УПЗ и переключение фильтров обеспечивается от команд с пульта управления ПН-72М.

ЛД состоит из блока излучателя со встроенным коллиматором выверки, телескопической системы и клинового компенсатора для устранения рассогласования непараллельности передающей ветви ЛД относительно ТВ-канала УПЗ, а также фотоприемного устройства ЛД, блока питания ЛД, встроенной системы визуализации направления оси приемной ветви ЛД. В ЛД-канале используется твердотельный лазер с электрооптическим затвором, работающий в импульсном режиме ($\lambda = 1,067$ мкм). Работа ЛД-канала основана на измерении времени прохождения им-

пульса лазерного излучения до цели и обратно. Принцип построения системы выверки ЛД основан на введении в канал излучения и приемный канал ЛД коллиматоров, сопряженных с соответствующими каналами ЛД и обеспечивающими построение изображения выверочных знаков коллиматоров в плоскости КМОП-матрицы ТВ-камеры канала УПЗ. Выверка производится совмещением во время контроля изображения выверочных знаков коллиматоров с выверочными штрихами марки ТВ-канала УПЗ. Для совмещения используются коммутационные связи, позволяющие производить выверку от пульта управления. Выверка ЛКУ основана на построении изображения кадрового окна раstra модулятора в плоскости КМОП-матрицы ТВ-камеры канала УПЗ. Выверка производится совмещением во время контроля изображения кадрового окна раstra с выверочным квадратом марки ТВ-канала УПЗ. Для совмещения используется механический привод от винтов выверки на панели БОЭ. Сопряжение выверяемых каналов с ТВ-каналом УПЗ обеспечивается введением в рабочий ход лучей призмы БкР-180°. При выверке приемного канала ЛД, встроенного в ТВ-канал УПЗ и имеющего с ним общий объектив, призма БкР-180° работает совместно со световозвращателем типа «кошачий глаз».

Проведен ряд механических расчетов на точность в ходе которых определены: предельный угол при вершине клина, основные параметры зубчатого и червячного зацепления. Узел спроектирован и подключен с возможностью перемещения оправ с клиньями вокруг своей оси в противоположных направлениях с помощью шагового двигателя.

УДК 528.8.044.6

ТЕХНОЛОГИЯ LIDAR

Студент гр. 11311120 Михалкович Р.Р.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Фотоника все глубже проникает в сферу науки, техники и производства. Технология LIDAR не стала исключением. Эта технология позволяет получать и обрабатывать информацию об объектах с помощью лазерного излучения. Зачастую вместо «LIDAR» используется термин «Технология трехмерного лазерного сканирования». В основу механизма действия легли такие фундаментальные явления, как поглощение, отражение и рассеяние света.

Принцип работы условно прост и понятен даже для людей далеких от науки: излучение лазера направляется на объект и, отражаясь, возвращается обратно в приемник. После этого специальное программное обеспечение преобразуя полученную информацию (расстояние от излучателя до точек объекта) воспроизводит трехмерное изображение среды, которая окружает сканирующий лазерный дальномер.

Однако современная технология имеет существенные недостатки. В первую очередь это конечно же цена. Стоимость одной системы может достигать нескольких десятков тысяч долларов. Вторым недостатком является категоричность по отношению к погодным условиям. Система не может корректно работать в условиях сильного дождя, снега или тумана. Так же к недостаткам следует отнести требования к высокой вычислительной мощности устройств, так как при работе лидары получают огромные объемы информации, которую необходимо анализировать и обрабатывать. Впрочем с развитием вычислительных устройств и такого направления как data science этот недостаток в конечном итоге перестанет существовать. К преимуществам технологии следует отнести высокую скорость и точность сбора информации, независимость от освещения окружающей среды, отсутствие геометрических искажений. Но одним из самых существенных плюсов является минимальное участие человека в работе устройства, что важно в сферах, где любой просчет может понести за собой непоправимые последствия.

Одним из основных направлений является развитие лазерных систем машинного видения, которые являются очень важным элементом робототехнических устройств, где они используются для ориентации последних в пространстве. Так, на крыше робомобилей установлен лидар с вращающимся зеркалом, что позволяет сканировать пространство в радиусе около шестидесяти метров, создавая тем самым динамические трехмерные модели среды, окружающей беспилотный автомобиль. По схожему принципу работают роботы-пылесосы. Лазерная навигация помогает последнему ориентироваться в помещениях и эффективно обрабатывать участки пола. Однако