

Najbliższe pod względem technicznym i osiągnięte wyniki proponowanego wynalazku to „Urządzenie kierowania wiązką kontrolowanego obiektu”, chronione patentem [7], traktowanym jako najbliższy analog (prototyp). Wadą tego urządzenia jest złożoność technologiczna, duża masa i wymiary, stosunkowo wysokie zużycie energii, wysoki koszt sesji lasera, wykrywanie celu i utrzymywanie wroga pod kątem teleskopowym, gdy jest on naświetlany modulowaną wiązką laserową, znaczne trudności podczas pracy w warunkach intensywnego zachmurzenia, różne opady, dym, gęste warstwy atmosfery ziemskiej i innych. Przy tworzeniu czujnika „Ladoga-1M” na podstawie półprzewodnikowej diody laserowej lub lasera półprzewodnikowego pompowanego przez diodę laserową wyeliminowano te wady.

Na rycinie 1 i 2 przedstawiają algorytm czujnika „Ladoga-1M”. Okrągła, laserowa głowica naprowadzająca ciągle utrzymuje wykrywany cel w strefie pełnego, obejmującego wszystko (360 °) kąta teleskopowego i monitoruje zachowanie wykrytego celu. Z pakietu oprogramowania „Ladoga”, poprzez jednostkę ADC-DAC, sygnał jest wysyłany do głowicy naprowadzającej laser w celu dwukrotnego zmniejszenia teleskopowego kąta pokrycia wykrytego celu (180 °). Po kilku podziałach przy okazji zmiążdżenia kąta pokrycia zidentyfikowanego celu dokładnie o połowę, w końcu uzyskuje dokładne współrzędne celu. Całkowity czas utrzymywania namiaru i celu w kącie teleskopowym wynosi 750 nsek.

Konstrukcja czujnika „Ladoga-1M” implikuje efektywne działanie co najmniej dwóch modulowanych wiązek laserowych poruszających się synchronicznie względem siebie, jedna zgodnie z ruchem wskazówek zegara, a druga przeciwnie do ruchu wskazówek zegara, co zapewnia wydajne i szybkie wyszukiwanie kierunku radiowego w celu wykrycia i zniszczenia celu [4—6].

Lista bibliograficzna

1. Bayborodin Yu.V. Podstawy technologii laserowej: Kijów: Higher School, 1988, 383 strony.
2. Fedorow B.F. Lasery. Podstawy urządzenia i aplikacji. Moskwa: Dobrowolne Towarzystwo Pomocy

dla Armii, Lotnictwa i Marynarki Wojennej, 1988, 192 stron.

3. Orlov V.A. Lasery w sprzęcie wojskowym. Moskwa: Military Publishing House, 1976, 174 strony.

4. Grigoryev-Friedman S.N. Interkom „Beam” w zakresie optycznym, w trybie „ciszy radiowej”. // Konstruktor maszyn / Seria komunikacyjna, Moskwa: Virage-Center, № 3, 2016. Strony 29—40.

5. Grigoryew-Fridman S.N. Mobilny domofon oparty na diodzie laserowej. // Konstruktor maszyn / Seria komunikacyjna, Moskwa: Virage-Center, № 4, 2017. Strony 39—48.

6. Grigoryew-Fridman S.N. Mobilny domofon oparty na laserze półprzewodnikowym pompowanym przez diodę laserową. // Konstruktor maszyn / Seria komunikacyjna, Moskwa: Virage-Center, № 5, 2017. Strony 26—34.

7. Storoshchuk O.B., Korshunov A.I. Urządzenie do prowadzenia wiązki zarządzanego obiektu. Rosyjski patent na wynalazek RU: 2267733, Moskwa: Federalny Instytut Własności Przemysłowej i Intelektualnej Federacji Rosyjskiej. Biuletyn №1. 10 stycznia 2006 r.

8. Efremov A., Omelyanchuk A. Strażnicy nieba. // Sfera kosmiczna, № 3/4 (88/89), grudzień 2016 r., Moskwa: Niedziałowa rada ekspertów ds. Lotnictwa i kosmonautyki. Strony 64—68.

9. Olgin S. Problemy optoelektronicznej przeciwdziałania (według opinii zagranicznych ekspertów wojskowych) // Foreign Military Review, Moskwa: Czerwona Gwiazda, № 9, 2002. Strony 35—41.

10. Semenov A. Ochrona cywilnych statków powietrznych przed pociskami przeciwlotniczymi. // Foreign Military Review, Moskwa: Czerwona Gwiazda, № 12, 2002. Strony 35.

11. Spassky N., Ivanov S. Systemy optoelektroniczne i technologia laserowa: Encyklopedia XXI wieku. Tom 11, Moskwa: Arms and Technologies, 2005, 720 stron.

12. Scherbak N. Przeciwlotnicze pociski kierowane przeciwlotnicze z naprowadzaniem na podczerwień (nowoczesna broń powietrzna). // Elektronika: nauka. Technologia Biznes, № 5, Moskwa: Elektronika, 2000. Strony 52—55.

Григорьев-Фридман С.Н.

Варшавский государственный университет, город Варшава, Польша

ДАТЧИК ПАНОРАМНОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ЦЕЛИ И УНИЧТОЖЕНИЯ ПРОТИВНИКА ПО МОДУЛИРОВАННОМУ ЛАЗЕРНОМУ ЛУЧУ В 3D – ПРОСТРАНСТВЕ “ЛАДОГА-1M”

В конструкции датчика панорамного обнаружения цели и уничтожения противника по модулированному, лазерному лучу наведения в 3D-пространстве “ЛАДОГА-1M”, согласно рис. 1 содержится как минимум пара полупроводниковых, лазерных диодов или твёрдотельных лазеров с накачкой двумя лазерными диодами, запитанные от положительной клеммы стабилизатора напряжения 12 и блока бесперебойного питания 13 на анод, а его катод

соединён прямым проводом, через цепочку сток-исток полевого транзистора, в качестве коммутирующего устройства-ключа VT1, с двумя переменными, регулируемыми резисторами, выполненными на базе потенциометра RP1 14 и RP2 15 или с постоянными, проволочными резисторами, для ограничения предельного значения питания коммутирующих устройств — двух полевых транзисторов VT1 и VT2 по току. В каждой, из двух (или нескольких!) лазерных

панорам 6 и 7, внутри, имеется своё, отдельное коммутирующее устройство-ключ Q1 или Q2. В качестве цели 1 был выбран, например, самолёт потенциального противника. Отражённые от цели (потенциального противника) видеолучи 2, видимого поддиапазона (400...700 нм) или ИК – диапазона электромагнитных волн улавливаются и фокусируются внешней, подвижной линзой регулируемого коллиматора 3—4—5 в приёмной оптической системе датчика. Датчик, согласно рис. 1, состоит из следующих элементов и узлов: 3 — внешняя, подвижная, оптическая линза регулируемого коллиматора в оптическом монокуляре; 4 — основная, стационарная (неподвижная), оптическая линза регулируемого коллиматора; 5 — внутренняя, подвижная, оптическая линза регулируемого коллиматора в оптическом монокуляре; 6 — первая, положительная, лазерная панорама, работающая по приёму-передаче лазерного луча, в ближнем и частично в среднем, пограничном поддиапазонах, ИК – диапазона электромагнитных волн, по часовой стрелке, например, на длине волны $\lambda = 820$ нм; 7 — вторая, отрицательная лазерная панорама, работающая по приёму-передаче лазерного луча, в ближнем и частично в среднем, пограничном поддиапазонах, ИК – диапазона электромагнитных волн, против часовой стрелки, например, на длине волны $\lambda = 955$ нм; 8 — падающий, лазерный луч, идущий из первого лазера к обнаруженной

(увиденной) цели; 9 — лазерный луч, отражённый от цели и принятый фотодатчиком (на базе фотодиода, или же составного, трёхкаскадного фототранзистора); 10 — падающий, лазерный луч, идущий из второго лазера к цели; 11 — лазерный луч, отражённый от цели и принятый фотодатчиком (фотодиодом или фототранзистором); 12 — блок источника постоянного (выпрямленного) напряжения $U_{\text{вых.}} = 24$ В; 13 — блок стабилизатора постоянного напряжения; 14 — переменный, регулировочный резистор на базе потенциометра RP1, для ограничения предельного значения питания током первой, положительной, лазерной панорамы 6; 15 — переменный, регулировочный резистор на базе потенциометра RP2, для ограничения предельного значения питания током второй, отрицательной, лазерной панорамы 7; 16 — выпрямительный блок; 17 — бортовая сеть (например, самолёта) напряжения $U = 27$ В; 18 — кнопка увеличения панорамного изображения цели и противника путём увеличения фокусного расстояния между коллиматором и датчиком; 19 — кнопка уменьшения панорамного изображения цели и противника путём уменьшения фокусного расстояния между коллиматором и датчиком; 20 — ЭВМ (компьютер); 21 — блок АЦП – ЦАП; 22 — монитор (экран). Схема и принцип работы датчика “ЛАДОГА-1М” представлена на рис. 1.

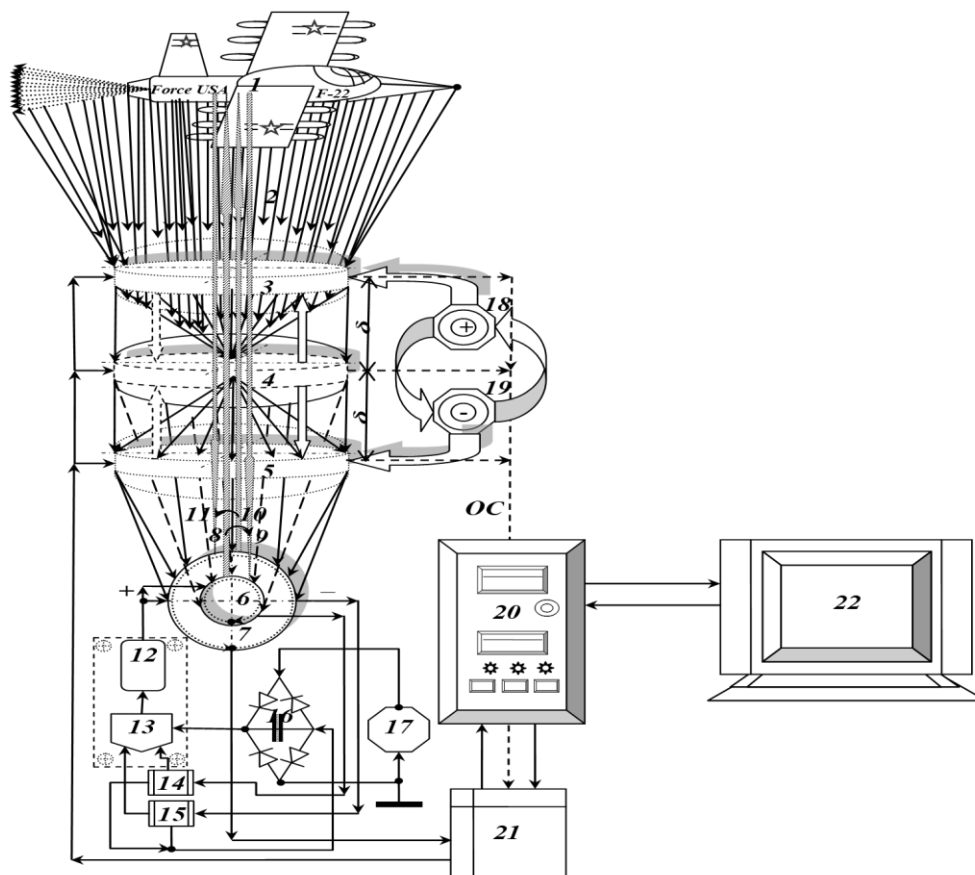


Рис. 1

Между подвижными оптическими линзами 3 и 5 в регулируемом коллиматоре, компьютером 20 с монитором 22, через блок АЦП – ЦАП 21 существует постоянно действующая обратная связь (ОС), для оперативной и эффективной регулировки процессом юстировки лазерного луча на предполагаемую цель и удержание потенциального противника в зоне оптимального охвата телескопического угла пеленгации [2—4].

Циркуляционно-круговая головка наведения и удержания цели (например, самолёта потенциального противника) в зоне телескопического угла обнаружения и слежения за поведением обнаруженной цели, выполнена на базе полупроводникового, лазерного диода, лазерного диода на основе двойной гетероструктуры из арсенида галлия GaAs и арсенида алюминия галлия GaAlAs или твёрдотельного лазера, с накачкой мощным светодиодом или полупроводниковым, лазерным диодом. Лазерная ГСН, обнаружения и слежения за целью технологически выполнена в форме многоступенчатых слоёв для лазерного облучения когерентным, узконаправленным потоком фотонов. Лазерный луч №1, например, синхронно движется по кругу, радиально, по часовой стрелке, от датчика к обнаруженной цели и обратно, к фотоприёмной матрице самого датчика, на длине волны равной $\lambda_1 \approx 820$ нм. Лазерный луч №2, например, также синхронно движется по кругу, радиально, против часовой стрелки, от датчика к обнаруженной цели и обратно, к фотоприёмной матрице самого датчика, на длине волны равной $\lambda_2 \approx 955$ нм. Следующие ступени лазерной ГСН облучают цель также синхронно двигаясь радиально, по часовой или же против часовой стрелки, с длинами волн $\lambda_3 \approx 1250 \dots 1300$ нм, $\lambda_4 \approx 1550$ нм и $\lambda_5 \approx 2100 \dots 2150$ нм соответственно и т.д. Все эксплуатационные частоты и длины волн выбираются из поддиапазонов ближнего и, в редком случае, пограничного слоя с $\lambda_6 \approx 3500 \dots 3885$ нм, среднего поддиапазона ИК-диапазона электромагнитных волн, где экспериментально обнаружено максимальное значение коэффициента пропускания мощности модулированного сигнала в телескопической толще лазерного луча [1—10].

Датчик технологически включает в себя двоякую, связанную систему двух монокуляров с кратностью увеличения или уменьшения изображения цели или иного объекта в оптической системе регулируемого коллиматора, например, от 2^\times до 100^\times ($2^\times \leq \delta \leq 100^\times$), а также блок цифровой HD-видеокамеры типа Digital Camera на 50–60 Mpixel и высоким уровнем разрешения не менее 3000×3000 pixel [1—4].

Микропанорама датчика и выпуклый, объёмный монитор произведены на базе уменьшенной копии панорамы визуализации и фиксации обнаружения противника и иной цели, от модернизированных РЛС-300, РЛС-500 и РЛС-1500, успешно применяющихся в ВКС, войсках ПВО и системах ПРО России [5—10].

Блок оптического стабилизатора точного наведения и горизонтально-вертикального положения в пространстве выполнен на основе гироскопной технологии [2—4].

Между компьютером 20 и блоком АЦП-ЦАП 21 выполнена ОС для анализа и амплитудно-частотной коррекции выходных импульсов управления, позволяющая программному обеспечению (ПО) оперативно регулировать тактовую частоту следования управляющих импульсов, поступающих из блока АЦП-ЦАП 21 на затворы коммутирующих устройств – ключей VT1 и/или VT2, расположенного внутри, каждой первой, положительной и второй, отрицательной лазерных панорам 6 и 7 [2—4].

Предлагаемый датчик работает следующим образом. Сеанс радиопеленгации цели и обнаружения потенциального противника осуществляют в условиях только прямой, электромагнитной видимости, в невидимой части спектра поперечных электромагнитных волн (чаще всего в ИК-диапазоне). За редким исключением возможен ультрафиолетовый (УФ)-диапазон, который не применим в среде озонового слоя атмосферы Земли, из-за сильного поглощения волн средой озона. Информационный сигнал закодирован программой в программном комплексе радиомолчания “Ладога-1М”, организационно собранного из компьютера 20 и монитора 22, специальным военным кодером-шифровальщиком и передаваться в блок входного, трёхкаскадного усилителя НЧ (находится внутри лазерных панорам 6 и 7), в котором также может быть в наличии входной, предварительный усилитель видеосигналов, а также блок специального кодера цветного изображения. Далее радиосигнал из блока предварительного входного усилителя НЧ, передаётся окончательно в блок оконечного, двухтактного усилителя мощности (блок-УМ, также находится внутри лазерных панорам 6 и 7!), где он усиленный, как аналоговый сигнал, до своего максимально-номинального значения поступает в многоканальный блок АЦП-ЦАП 21, для преобразования последнего в цифровой формат, необходимого для формирования импульсов управления и последующую их передачу на управляющий электрод — затворы коммутирующих устройств – ключей VT1 и VT2 [2—4].

Блок АЦП-ЦАП 21 является многоканальным преобразователем (translator), поступающих сигналов из аналогового формата в цифровой и обратно, с последующей передачей в компьютер 20, где программы по обработке входных данных, в цифровом формате, ПО “Ладога”, производят анализ, сравнение и амплитудно-частотную коррекцию импульсов управления для последующей передачи необходимых команд в третий канал (рис. 1) [2—4].

Аналоговый сигнал поступает из оптического датчика регулируемого коллиматора 3—4—5 в блок самонаведения и удержания цели по модулированному, телескопическому, лазерному

лучу в ИК-диапазоне электромагнитных волн и одновременно получает команды внешней системы обнаружения и целеуказания, коррекции с помощью управляющих импульсов, поступающих из блока АЦП-ЦАП 21 [2—4].

Библиографический список:

1. Сторошук О.Б., Коршунов А.И. Устройство лучевого наведения управляемого объекта. Патент России на изобретение RU: 2267733, Москва: Федеральный институт промышленной и интеллектуальной собственности Российской Федерации, 10.01.2006 год.
2. Григорьев-Фридман С.Н. Переговорное устройство “Луч” в оптическом диапазоне, в режиме “радиомолчания”. // *Машиностроитель / Серия Связь*, Москва: Вираз-Центр, № 3, 2016. Страницы 29–40.
3. Григорьев-Фридман С.Н. Мобильное переговорное устройство на базе лазерного диода. // *Машиностроитель / Серия Связь*, Москва: Вираз-Центр, № 4, 2017. Страницы 39–48.
4. Григорьев-Фридман С.Н. Мобильное переговорное устройство на базе твердотельного лазера с накачкой лазерным диодом. // *Машиностроитель / Серия Связь*, Москва: Вираз-Центр, № 5, 2017. Страницы 26–34.
5. Ефремов А., Омелянчук А. Хранители неба. // *Воздушно-космическая сфера*, №3/4 (88/89), декабрь 2016, Москва: Вневедомственный экспертный совет по вопросам воздушно-космической сферы. Страницы 64–68.
6. Ольгин С. Проблемы оптоэлектронного противодействия (по взглядам зарубежных военных специалистов). // *Зарубежное военное обозрение*, Москва: Красная звезда, № 9, 2002. Страницы 35–41.
7. Семёнов А. Защита гражданских самолётов от зенитных ракет. // *Зарубежное военное обозрение*, Москва: Красная звезда, № 12, 2002. Страницы 35.
8. Григорян В.А., Юдин Е.Г., Терехин И.И. и другие. Защита танков. / под редакцией В.А. Григоряна. Москва: Московский государственный технический университет имени Николая Эрнестовича Баумана, 2007, 327 страниц.
9. Спасский Н., Иванов С. Оптико-электронные системы и лазерная техника: Энциклопедия XXI век. Том 11, Москва: Оружие и технологии, 2005, 720 страниц.
10. Щербак Н. Противодействие зенитным управляемым ракетам с инфракрасным наведением (современные бортовые средства). // *Электроника: Наука. Технология. Бизнес*, № 5, Москва: Электроника, 2000. Страницы 52–55.

Nguyen Van Bang

*Аспирант. Технический Университет им. Ле-Куй-Дона.
236 Хоанг Куок Вьет, Ханой, СРВ*

УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ЗУР НА ОСНОВЕ УНИВЕРСАЛЬНО ЛИНЕЙНОГО АДАПТИВНОГО С ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛЬЮ РЕГУЛЯТОРА, ПРИМЕНЯЮЩЕГО MIT ЗАКОН

Nguyen Van Bang

*Graduate student. Technical University Le Quy Don
236 Hoang quoc Viet, Hanoi, Vietnam.
Doan The Tuan*

CONTROL MOTION FOR ANTI-AIRCRAFT MISSILE ON THE BASIS OF A UNIVERSAL LINEAR-ADAPTIVE WITH THE REFERENCE MODEL OF THE REGULATOR APPLYING THE MIT LAW

Аннотация. Научная практика мира показывает существование многочисленных разработок, посвященных вопросу стабилизации продольного и поперечного движения зенитно - управляемых ракет (ЗУР). Однако, современное развитие тактической авиации (цель для ЗУР) граздо усложняет условия решения задач стабилизации ЗУР и приводит разработанные методы к потери эффективности. По этому поводу, изучение и разработка новых методов управления и стабилизации ЗУР на основе современных достижений науки остается актуальными.

Представляя движение ЗУР в сложных условиях, при которых одновременно изменяются динамические параметры ракеты, видно, что изменяются и параметры динамического контура телеуправления (или самонаведения тоже). Система управления ЗУР при этом становится нестационарной и неполной по информации.

Решением задачи точного управления ЗУР и её стабилизации в этих условиях предпочтительно считается использовать универсальное линейно-адаптивное с эталонной моделью управление, применившее MIT (Massachusetts Institute of Technology) закон.

В настоящей работе представлена разработка математического аппарата регулятора, построенного на вышесказанном предположении. Разработанный регулятор рекомендуется применить в контуре телеуправления ЗУР.

Регулятор имеет следующие достоинства: конструктивная простота; большая скорость сходимости выходной характеристики к эталонной; достаточная устойчивость к внешним возмущениям. Качества регулятора проверены математическим моделированием с помощью компьютерной программы Matlab-Simulink.

Annotation. Scientific practice the world has shown the existence developments on the issue stabilizing longitudinal movement of anti-aircraft missiles. However, the modern development of enemy tactical aviation is greatly complicating the conditions for solving stabilization problems and leads the developed methods to a loss