

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Grigoriev-Friedman S.N.

Uniwersytet Stanowy w Warszawie,

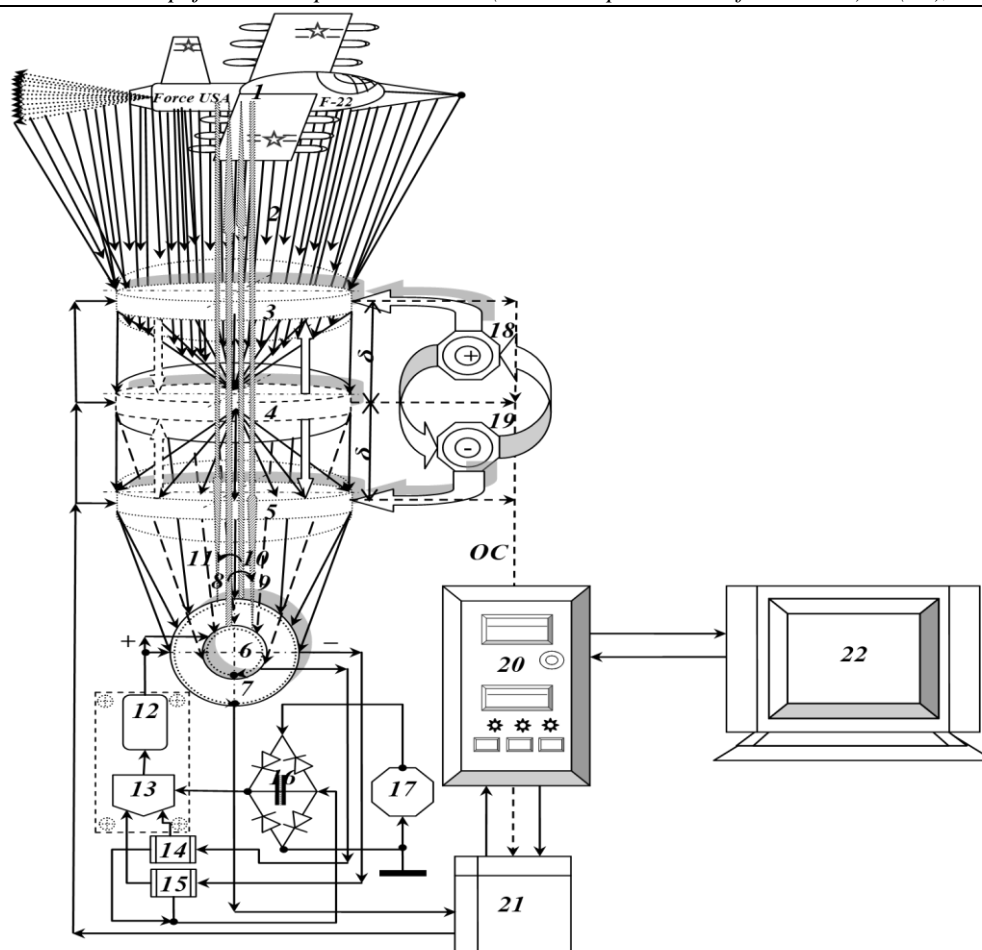
Warszawa, Polska

DOI: 10.31618 / EASJ.2413-9335.2019.5.64.245

## CZUJNIK PANORAMICZNEGO WYKRYWANIA CELÓW I ZNISZCZENIA WROGA W MODULOWANEJ WIĄZCE LASEROWEJ W 3D - PRZESTRZEŃ LADOGA-1M

W konstrukcji czujnika do panoramicznego wykrywania celów i niszczenia wroga przez modulowaną wiązkę laserową naprowadzania w przestrzeni 3D „LADOGA-1M”, zgodnie z ryc. 1 zawiera co najmniej parę półprzewodników, diod laserowych lub laserów na ciele stałym pompowanych przez dwie diody laserowe, zasilanych z dodatniego zacisku stabilizatora napięcia 12 i nieprzerwanego zasilania 13 anody, a jej katoda jest połączona bezpośrednim drutem przez łańcuch tranzystorowy typu dren-źródło kluczowe urządzenie przełączające VT1, z dwiema zmiennymi, rezystorami sterującymi, wykonanymi na podstawie potencjometru RP1 14 i RP2 15 lub ze stałymi rezystorami drutowymi, w celu ograniczenia wartości granicznej urządzenia przełączające moc - dwa tranzystory polowe VT1 i VT2 prąd. Każda z dwóch (lub kilku!) Panoram laserowych 6 i 7 ma wewnątrz swoje własne, osobne przełączające urządzenie Q1 lub Q2. Na przykład jako cel 1 wybrano samolot potencjalnego wroga. Promienie wideo 2, zakres widzialny (380...760 nm) lub zakres IR-fal elektromagnetycznych odbijanych od celu (potencjalny przeciwnik) lub zakres fal elektromagnetycznych w podczerwieni są rejestrowane i ogniskowane przez zewnętrzną, ruchomą soczewkę regulowanego kolimatora 3-4-5 w odbierającym układzie optycznym czujnika. Czujnik zgodnie z rys. 1, składa się z następujących elementów i węzłów: 3 - zewnętrzna, ruchoma soczewka optyczna regulowanego kolimatora w monokularie optycznej; 4 - główna, stacjonarna (nieruchoma) soczewka optyczna regulowanego kolimatora; 5 - wewnętrzna, ruchoma soczewka optyczna regulowanego kolimatora w monokularie optycznej; 6 - pierwsza pozytywna panorama laserowa działająca na odbiór i transmisję wiązki laserowej, w bliskich i częściowo w

środkowych, podpasmach granicznych, IR-zakres fal elektromagnetycznych, zgodnie z ruchem wskazówek zegara, na przykład przy długości fali  $\lambda = 820$  nm; 7 - druga negatywna panorama lasera działająca na odbiór i transmisję wiązki laserowej, w bliskich i częściowo w środkowych, podpasmach granicznych, IR-zakres fal elektromagnetycznych, przeciwnie do ruchu wskazówek zegara, na przykład przy długości fali  $\lambda = 955$  nm; 8 - padająca wiązka laserowa przemieszczająca się od pierwszego lasera do wykrytego (widzialnego) celu; 9 - wiązka laserowa odbita od celu i odebrana przez fotosensor (oparty na fotodiodzie lub kompozytowym, trzystopniowym fototranzystorze); 10 - incydent, wiązka lasera dochodząca z drugiego lasera do celu; 11 - wiązka laserowa odbita od celu i odebrana przez fotosensor (fotodiody lub fototranzystor); 12 - źródło blokowe stałego (prostowanego) napięcia  $U_{out.} = 24$  V; 13 - blokowy stabilizator napięcia; 14 - zmienny, rezystor regulacyjny oparty na potencjometrze RP1, w celu ograniczenia wartości granicznej prądu zasilania pierwszej, dodatniej panoramy laserowej 6; 15 - rezystor regulacji zmiennej oparty na potencjometrze RP2, w celu ograniczenia wartości granicznej prądu zasilania drugiej, negatywnej panoramy laserowej 7; 16 - blok prostownika; 17 - sieć pokładowa (na przykład samolot) o napięciu  $U = 27$  V; 18 - przycisk zwiększający panoramiczny obraz celu i wroga poprzez zwiększenie ogniskowej między kolimatorem a czujnikiem; 19 - przycisk zmniejszający panoramiczny obraz celu i wroga poprzez zmniejszenie ogniskowej między kolimatorem a czujnikiem; 20 - komputer (komputer); 21 - blok ADC-DAC; 22 - monitor (ekran). Schemat i zasada działania czujnika „LADOGA-1M” przedstawiono na ryc. 1.



Ryc. 1

Pomiędzy ruchomymi soczewkami optycznymi 3 i 5 w regulowanym kolimatorze, komputerem 20 z monitorem 22, za pośrednictwem ADC-DAC 21 znajduje się stałe sprzężenie zwrotne, umożliwiające szybkie i skuteczne dostosowanie procesu wyrównywania wiązki laserowej do zamierzonego celu i utrzymanie potencjalnego wroga w strefie optymalne pokrycie teleskopowego kąta kierunkowego [2—4].

Okrągło-okrągła głowica do prowadzenia i przytrzymywania celu (na przykład samolotu potencjalnego przeciwnika) w obszarze teleskopowego kąta wykrywania i śledzenia zachowania wykrytego celu jest wykonana na podstawie półprzewodnika, diody laserowej, diody laserowej na podstawie podwójnej heterostruktury GaAs arsenku galu i arsenu aldehydu galu GaAlAs lub laser półprzewodnikowy pompowany przez LED-diodej dużej mocy lub półprzewodnikową diodej laserową. Laserowa głowica naprowadzająca do wykrywania i śledzenia celu jest technologicznie wykonana w postaci wielostopniowych warstw do napromieniowania laserowego o spójnym, wąsko skupionym strumieniu fotonu. Na przykład wiązka laserowa №1 synchronicznie porusza się po okręgu, promieniowo, zgodnie z ruchem wskazówek zegara, od czujnika do wykrytego celu i z powrotem do matrycy fotodetektora samego czujnika, przy długości fali równej  $\lambda_1 \approx 820$  nm. Na przykład wiązka laserowa №2 porusza się synchronicznie po okręgu, promieniowo, przeciwnie

do ruchu wskazówek zegara, od czujnika do wykrytego celu i odwrotnie, do matrycy fotodetektora samego czujnika, przy długości fali równej  $\lambda_2 \approx 955$  nm. Następujące etapy głowicy naprowadzającej napromieniowują cel, również synchronicznie poruszając się promieniowo, zgodnie z ruchem wskazówek zegara lub przeciwnie do ruchu wskazówek zegara, o długości fali odpowiednio  $\lambda_3 \approx 1250...1300$  nm,  $\lambda_4 \approx 1550$  nm i  $\lambda_5 \approx 2100...2150$  nm itp. Wszystkie częstotliwości robocze i długości fal są wybierane z podpasm bliskiego, a w rzadkich przypadkach warstwy granicznej z  $\lambda_6 \approx 3500...3885$  nm, środkowego podpasma zakresu fal elektromagnetycznych w podczerwieni, gdzie maksymalna wartość transmitancji mocy zmodulowanego sygnału w teleskopowej grubości wiązki laserowej została eksperymentalnie znaleziona [1—10].

Czujnik technologicznie obejmuje podwójny, sprzężony układ dwóch lornetek ze wzrostem lub spadkiem obrazu celu lub innego obiektu w układzie optycznym regulowanego kolimatora, na przykład od  $2 \times$  do  $100 \times$  ( $2 \times \leq \delta \leq 100 \times$ ), a także jednostkę cyfrową HD-kamery wideo, takie jak aparat cyfrowy o rozdzielczości 50...60 Megapixel i wysokiej rozdzielczości co najmniej  $3000 \times 3000$  pikseli [1—4].

Mikropanorama czujnika i wypukły, trójwymiarowy monitor wykonano na podstawie zmniejszonej kopii panoramy wizualizacji i utrwalenia

wykrywania wroga i innych celów, z ulepszonych stacji radarowych — RLS-300, RLS-500 i RLS-1500, z powodzeniem stosowanych w siłach kosmicznych, sił obrony powietrznej i rosyjskich systemów obrony przeciwrakietowej [5—10].

Blok optycznego stabilizatora o precyzyjnym prowadzeniu i położeniu poziomo-pionowym w przestrzeni jest wykonany w oparciu o technologię żyroskopową [2—4].

Pomiędzy komputerem 20 a modułem ADC-DAC 21 zastosowano sprzężenie zwrotne do analizy i korekcji amplitudowo-częstotliwościowej wyjściowych impulsów sterujących, co pozwala oprogramowaniu na szybką kontrolę częstotliwości taktowania impulsów sterujących pochodzących z modułu ADC-DAC 21 do bram urządzeń przełączających - klucze VT1 i / lub VT2 umieszczone w każdej z pierwszych, dodatnich i drugich, negatywnych panoram laserowych 6 i 7 [2—4].

Proponowany czujnik działa w następujący sposób. Sesja radiowego znalezienia celu i wykrycia potencjalnego wroga odbywa się tylko w warunkach bezpośredniej widoczności elektromagnetycznej, w niewidzialnej części spektrum poprzecznych fal elektromagnetycznych (najczęściej w zakresie podczerwieni). Z rzadkimi wyjątkami możliwy jest zakres promieniowania ultrafioletowego, który nie ma zastosowania w środowisku warstwy ozonowej atmosfery ziemskiej, ze względu na silne pochłanianie fal przez środowisko ozonowe. Sygnał informacyjny jest kodowany przez program w pakiecie oprogramowania do wyciszania radia **Ladoga-1M**, organizacyjnie zmontowany z komputera 20 i monitora 22, za pomocą specjalnego wojskowego kodera-ekodera i przesłany do jednostki wejściowej, trzystopniowy wzmacniacz niskiej częstotliwości (umieszczony wewnątrz panoram laserowych 6 i 7), w którym może być również dostępny wejściowy, przedwzmacniacz sygnałów wideo, a także jednostka specjalnego kodera obrazów kolorowych. Ponadto sygnał radiowy z bloku wstępnego wejściowego wzmacniacza niskiej częstotliwości jest ostatecznie przesyłany do bloku końcowego wzmacniacza mocy typu push-pull (blok wzmacniacza mocy znajduje się również wewnątrz panoram laserowych 6 i 7!). Gdzie jest wzmacniany, podobnie jak sygnał analogowy, do jego maksymalnej wartości nominalnej w wielokanałową jednostkę ADC-DAC 21, do konwersji tego ostatniego na format cyfrowy niezbędny do generowania impulsów sterujących i ich późniejszej transmisji do elektrody sterującej - bramki urządzeń przełączających - VT1 i VT2 klawisz [2—4].

Blok ADC-DAC 21 to wielokanałowy konwerter (tłumacz, translator) sygnałów przychodzących z formatu analogowego na cyfrowy i odwrotnie, a następnie przesyłany do komputera 20, gdzie analizowane są programy do przetwarzania danych wejściowych w formacie cyfrowym, oprogramowanie „Ladoga”, porównywane oraz korekcja amplitudowo-

częstotliwościowa impulsów sterujących w celu późniejszego przesłania niezbędnych poleceń do trzeciego kanału (ryc. 1) [2—4].

Sygnał analogowy pochodzi z czujnika optycznego regulowanego kolimatora 3—4—5 do jednostki bazującej i trzymającej cel za pośrednictwem modulowanej, teleskopowej wiązki laserowej w zakresie fal elektromagnetycznych w podczerwieni, a jednocześnie odbiera polecenia z zewnętrznego systemu wykrywania i wyznaczania celu, korekcji za pomocą impulsów kontrolnych pochodzących z jednostki ADC-DAC 21 [2—4].

#### Lista bibliograficzna

1. 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, 10 stycznia 2006 r.

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

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

4. Grigoryev-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.

5. 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.

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

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

8. Grigoryan V.A., Yudin E.G., Terekhin I.I. i inni. Ochrona zbiornika. / pod redakcją V.A. Grigorijan. Moskwa: Moskiewski Państwowy Uniwersytet Techniczny im. Mikołaja Ernestowicza Baumana, 2007, 327 stron.

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

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