

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ

ДОПУСТИТИ ДО
ЗАХИСТУ

Завідуючий кафедрою

Синеглазов В.М.

“ ____ ” _____ 2023р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)
ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ
“БАКАЛАВР”**

Тема: Навігаційно-прицільна система літака АН 32П

Виконавець: студент

Половко О.С.

Керівник: старший викладач

Кеменяш Ю.М.

Нормоконтролер: _____
(підпис)

Філяшкін М.К.

Київ 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Національний авіаційний університет

Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій
Кафедра авіаційних комп'ютерно-інтегрованих комплексів
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ В. М. Синєглазов
«__» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
на виконання дипломної роботи студента

Половко Олексія Сергійовича

1.Тема проекту (роботи): «Навігаційно-прицільна система літака АН 32П»

2. Термін виконання проекту (роботи): з _____ 2023 р. До _____ 2023 р.

3. Вихідні данні до проекту (роботи): модернізація навігаційно-прицільної системи літака АН – 32П

4.Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):

1. Загроза лісових пожеж в Україні. 2. Застосування авіації для гасіння лісових пожеж. 3. Використання лідару для виявлення лісової пожежі. 4. Автоматизована система скидання вогнегасної рідини.

5. Перелік обов'язкового графічного матеріалу:

1. Структурна схема автоматизованої системи скидання вогнегасної рідини. 2.Блок схема автоматизованої системи скидання вогнегасної рідини. 3. Прицільна схема скидання рідини з літака пожежника АН 32-П. 4. Функціональна схема автоматичного ІЧ прицілу. 5.Загальний вигляд стулок бака літака пожежника. 6.Функціональна схема роботи стулок. 7.Параметри скинутої з літака води і дисперсності водного аерозолію. 8. Характеристики наземного розподілу рідини скинутої з літака.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1	Огляд літератури за тематикою та збір даних	23.05	Виконав
2	Вступ	24.05	Виконав
3	Розділ 1. Загроза лісових пожеж в Україні	26.05 – 29.05	Виконав
4	Розділ 2. Застосування авіації для гасіння лісових пожеж	30.05 – 01.06	Виконав
5	Розділ 3. Використання лідару для виявлення лісової пожежі	02.06 – 07.06	Виконав
6	Розділ 4. Автоматизована система скидання вогнегасної рідини з літака пожежника	08.06 – 13.06	Виконав
9	Висновки	14.06	Виконав
10	Оформлення пояснювальної записки	14.06	Виконав

7. Дата видачі завдання: _____

Керівник дипломної роботи (проекту): _____ Кеменяш Ю.М.
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: _____ Половко О.С.
(підпис випускника) (П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту " Навігаційно-прицільна система літака АН 32П ": 45 сторінки, 10 рисунків, 12 використаних джерел.

Метою даної дипломної роботи є: Модернізація навігаційно-прицільної системи літака АН – 32П лідаром, задля підвищення ефективності виявлення пожежі на ранніх стадіях горіння.

Тому виникає актуальна задача вдосконалення прицільно-навігаційної системи літака пожежника АН-32П лідаром. До неї входить: Прицільно-навігаційний комплекс який забезпечує автоматичне

визначення зони пожежі. Лідар, що забезпечують точне виявлення пожежі на ранніх стадіях з великої відстані. Автоматична система скидання рідини для гасіння пожежі. Ключові слова: лідар, виявлення пожежі, пожежний літак, ІЧ приціль, стулки.

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. Загроза лісових пожеж в Україні

- 1.1 Лісові пожежі та їх класифікації
- 1.2 Стан пожежозахищеності лісів в Україні
- 1.3 Проблеми виявлення лісових пожеж
- 1.4 Технічні засоби виявлення пожеж з БПЛА

РОЗДІЛ 2. Застосування авіації для гасіння лісових пожеж

- 2.1 Основні визначення
- 2.2 Основні характеристики АН 32-П

РОЗДІЛ 3. Лідар. Основні характеристики. Використання лідару для виявлення лісової пожежі

- 3.1 Лідар. Принцип дії лідару
- 3.2 Використання лідару для виявлення лісової пожежі

РОЗДІЛ 4. Автоматизована система скидання вогнегасної рідини з літака пожежника

- 4.1 Постановка задачі
- 4.2 Пілотажно-навігаційний прицільний комплекс
- 4.3 Визначення зони пожежі за допомогою ГЧ прицілу
- 4.4. Аналіз варіантів схемо технічного виконання ГЧ прицілу
- 4.5 Автоматизована система керування стулками бака для скидання рідини в зону пожежі.

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

СКОРОЧЕННЯ

ЗШК – заданий шляховий кут

ЛА – літальний апарат

ЗШК – заданий шляховий кут

ПС – повітряне судно

МС – місцезнаходження літака

ТСВ – точку скидання води

ІЧ – інфрачервоний

ПНК - повітряний навігаційний комплекс

БК – блок схема

Вступ

Щорічно на нашій планеті спалюються сотні тисяч квадратних кілометрів лісових земель. Проблема виникнення пожеж і мінімізація їх наслідків є глобальною за своїми масштабами. В Україні щорічно в середньому стається приблизно 3,5 тисяч лісових пожеж, які знищують більше 5 тисяч гектарів лісу. Найбільш пожежонебезпечні регіони України північний і східний. На них припадає 37 і 40% усіх лісових пожеж. Серйозну небезпеку для навколишнього середовища, економіки та населення становлять пожежі в природному середовищі - так звані ландшафтні пожежі. Залежно від місця походження вони поділяються на лісові, степові, болотні, тундрові, привидні, саванні, степові, очеретяні, польові та інші.

За своєю суттю, ландшафтний вогонь спонтанно поширюється при спалюванні, що призводить до знищення лісів, чагарників, запасів торфу та різної рослинності, що знаходяться на її шляху.

Незважаючи на те, що 90% ландшафтних пожеж виникають внаслідок людської діяльності або через її небезпеку, у більшості з них вони класифікуються як природні катастрофи. Пейзажні пожежі часто зустрічаються в найбільш «сприятливих» для цього літнього сезону, що називається сезон пожежної небезпеки. Після настання пожежі починається освоєння і поширення ландшафту вогню. Безперервно прогресуючу смугу горіння, на якій відбувається згоряння основного горючого матеріалу з максимумом для цієї вогневої щільності тепла, називається краєм вогню. Він розрізняє зовнішні і внутрішні кордони. Внутрішній край кромки звернений до зони, що охоплюється горінням, а зовнішня - до зовнішньої сторони області горіння. Частина краю, що поширюється на найвищій швидкості, називається фронтом вогню, але рухається в зворотному напрямку - задній. Частини рухомого краю між фронтом і тилом вогню називаються боками. При наявності легкозаймистих горючих матеріалів (наприклад, завіси хвойного росту) окремі ділянки передньої частини вогню рухаються вперед, утворюючи виступи (мови, клини), а при наявності пожеж - стійкості секцій (штор) вогнестійкою рослинності) спостерігається утворення западин (кишень). Простір, обрамлений краєм, називається областю ландшафтного вогню. Поява ландшафтних пожеж пов'язана з такими параметрами, як температура, вологість повітря і горючих матеріалів, швидкість вітру.

Оскільки ліси часто займають велику площу, пожежогасіння використовується для оперативного фіксації пожежі та її локалізації протягом багатьох десятиліть.

Літаки АН-32П (резервуар місткістю 8 м³) якими озброєні СНБ України, які неодноразово застосовуються для боротьби з природними пожежами як в

Україні, так і за її межами.

Конструктивні особливості водовідведення АН-32П, що зводяться до формування відносно невеликих плям води, а також недостатня ефективність випадкових чиновників, не гарантують можливого формування неперехідного протистояння бар'єру між регулярними розрядами для локалізація динамічного природокористування.

Це призводить до необхідності усунення проміжків між плямами води за допомогою сухопутних сил. Таким чином, непереборний пожежний бар'єр (АБС) створюється об'єднаними зусиллями авіаційних і наземних військ.

Для розрахунку сил і засобів ліквідації природного вогню директор пожежогасіння повинен керувати значенням швидкості (продуктивності) створення НПБ (швидкості локалізації вогню). У той же час, вказана швидкість залежить від інтенсивності пожежі, продуктивності наземних бойових частин, а також від параметрів, пов'язаних з використанням пожежного - мети скидів, характеру розподілу.

Водний шар у межах окремого розпилення води, величина зазору між плямами.

Останні фактори залежать від параметрів розряду води з пожежника, а саме від висоти розряду і відстані між послідовними точками прицілювання.

Маючи ряд істотних переваг перед сухопутними силами і засобами пожежогасіння, пожежна авіація вимагає більших витрат. Тому актуальними є питання підвищення ефективності літаків АН-32П та доцільності їх залучення до локалізації природних пожеж.

Отже, існує нагальна задача розробки системи викиду вогнегасника з літака пожежного, що забезпечує точність вогнегасної рідини для створення необхідного фронту НПБ для припинення поширення вогню.

РОЗДІЛ 1. ЗАГРОЗА ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ В УКРАЇНІ

Щорічно на нашій планеті спалюються сотні тисяч квадратних кілометрів лісових земель. Проблема виникнення пожеж і мінімізація їх наслідків є глобальною за своїми масштабами. В Україні щорічно в середньому стається приблизно 3,5 тисяч лісових пожеж, які знищують більше 5 тисяч гектарів лісу. Найбільш пожежонебезпечні регіони України північний і східний. На них припадає 37 і 40% усіх лісових пожеж. Серйозну небезпеку для навколишнього середовища, економіки та населення становлять пожежі в природному середовищі - так звані ландшафтні пожежі. Залежно від місця походження вони поділяються на лісові, степові, болотні, тундрові, привидні, саванні, степові, очеретяні, польові та інші.

Лісові пожежі мають негативний вплив на всі компоненти природних екосистем: викликають забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, поверхневих і підземних вод, втрат біорізноманіття. В умовах кліматичної кризи підвищується ризик виникнення пожеж і втрати великих площ лісонасаджень, що викликає загрози негативних змін в природних екосистемах. Пожежі є причиною зниження водорегулюючої, ґрунтозахисної, санітарно – гігієнічної, кліматичної, природоохоронної та протиерозійної ролі лісу в природних екосистемах. Знищення пожежами прибережних лісів призводить до обміління річок та швидкого розмиву їх берегів.

Ось чому важливо своєчасно реагувати та локалізувати лісові пожежі.

1.1. Лісові пожежі та їх класифікації

Лісова пожежа являє собою стихійне поширення вогню ділянками лісового фонду. За площею пожежі поділяються на: – невеликі (до 5 гектарів); – великі (від 5 до 200 гектарів); – особливо великі (понад 200 гектарів).

Лісова пожежа являє собою стихійне поширення вогню ділянками лісового фонду. Існує три основних типи лісових пожеж: верхова, низова і підземна. Верхові пожежі – найбільш інтенсивні і небезпечні з температурою горіння від 900 °С до 1200 °С. Під час пожеж такого типу згорають хвоя та дрібні гілки, великі гілки, а кора дерев обвуглюється. За швидкістю поширення вони поділяються на: – «рухливі», які поширюються кронами дерев із швидкістю більше 4 кілометрів на годину, значно випереджаючи фронт низових пожеж, та спричиняють утворення нових осередків завдяки рознесенню іскор; – «стійкі», які поширюються із швидкістю до 4 кілометрів на годину кронами дерев одночасно з просуванням фронту стійкої низової пожежі.

Верхові лісові пожежі за параметрами просування фронтальної крайки лісової пожежі поділяються на слабкі (до 3 метрів на хвилину), середньої (від 3 до 100 метрів на хвилину) сили та сильні (100 метрів на хвилину).

Такі пожежі в хвойних лісах є найбільш небезпечним через сильну горючості деревини. Особливо напруженою є ситуація у східних та південних областях, де внаслідок масштабного лісорозведення на сотнях тисяч гектарів створені штучні насадження хвойних порід.

Під час низової пожежі згорає лісова підстилка, лишайники, мох, трави, опале на землю листя та гілля. Швидкість поширення пожежі за вітром – 0,25–5 км/год. Висота полум'я – до 2,5 м. Температура горіння – близько 700 °С (іноді вище).

Низові пожежі за швидкістю руху фронтальної крайки поділяються на: – слабкі (до 1 метра на хвилину і висотою полум'я до 0,5 метра). – середньої сили (від 1 до 3 метрів на хвилину і висотою полум'я від 0,5 до 1,5 метра). – сильні (більше ніж 3 метри на хвилину і висотою полум'я більше ніж 1,5 метра).

1.2 Стан пожежозахисності лісів в Україні

До щорічного зростання пожежної небезпеки в лісах, зумовленого глобальним потеплінням, у 2022 році додалися пожежі в лісових масивах, викликані бойовими діями, обстрілами, а також наявність замінованих територій із значною кількістю вибухонебезпечних предметів, що унеможлиблює своєчасне виявлення та оперативне реагування. Менший процент пожеж пов'язаний з людським фактором: частіше це банальна безпечність, а іноді й свідомі підпали. Закарпаття потерпає від посухи – на цей фактор накладається велика кількість людей, які гуляють у лісі, – тож маємо сотні гектарів вигорілого лісу у цьому році у порівнянні з декількома гектарами у минулому.

Щоб попередити поширення нищівного вогню в лісі допомагають мінералізовані смуги. Їх штучно створюють шляхом очищення від горючих матеріалів окремої ділянки території, що межує із лісовим масивом. Ширина смуги повинна бути удвічі більше можливої висоти полум'я низової пожежі.

Для їх створення лісівники використовують механізований спосіб: на відведеній ділянці проводять оранку ґрунту, при цьому мінеральний шар ґрунту оголюється. Трава, хвоя, листя та інші матеріали, що здатні горіти, під час оранки присипаються землею. В процесі загоряння зорана смуга перешкоджає поширенню низової пожежі на інші ділянки лісового масиву. Окрема увага приділяється захисту від пожеж молодих насаджень, які обов'язково захищають мінеральними смугами. Такі комплексні заходи допомагають працівникам державної лісової охорони не допускати поширення вогняної стихії на великі території лісових масивів, а інколи й уберегти ліс від пожеж.

Але найкращим захистом буде свідомість громадян, які не будуть розпалювати багаття у місцях де це заборонено, палити сухостій з усіма правилами безпеки, не викидати недопалки та сірники не загасивши їх.

1.3 Проблеми виявлення лісових пожеж

Своєчасне виявлення пожежі відіграє велику роль у її подальшій ліквідації. Зменшення часу вільного горіння дає змогу зменшити масштаби пожежі, матеріальні збитки, кількість особового складу та одиниць техніки для її ліквідації. Для лісової пожежі, яка характеризується розмаїттям видів з відповідно, різними характерами розповсюдження, розвитку, різними тактико-технічними методами гасіння, своєчасне виявлення є актуальним завданням. Однак, на сучасному етапі технологія визначення місця лісової пожежі, її виду та масштабів є недостатньо ефективною. Не існує також єдиного стандартного обладнання для виявлення лісової пожежі, на відміну від інших видів пожеж. Проблематичним є те, що питаннями захисту лісів від пожеж займаються різні відомства, між якими взаємодія деколи недостатньо налагоджена. Для України також проблемою є відносно висока вартість засобів зв'язку, які можуть бути використані для повідомлення про пожежу. Метою роботи є аналіз існуючих засобів виявлення лісових пожеж та визначення пропозиція перспективних методів їх виявлення. Основні методи виявлення лісових пожеж базуються на наземному візуальному спостереженні, спостереженні з пожежних веж, патрулюванні з повітря, спостереженні з космосу.

Наземне спостереження здійснюється працівниками лісового господарства та місцевим населенням. Воно, як правило, вимагає від спостерігача певного досвіду, оскільки досить часто лісова пожежа виявляється через похідні фактори: дим, поведінку тварин, звукові явища тощо. Не менш важливу роль відіграє і своєчасне повідомлення про пожежу. Для цього спостерігачам необхідна наявність засобів зв'язку, особливо, бездротового (радіостанції, мобільний зв'язок тощо), оскільки у лісах дротовий зв'язок, як правило, не використовується, більш ефективним є метод спостереження з місця, розташованого на деякій висоті. Для такого методу використовують пожежні вежі, а також пункти спостереження, розміщені на природних підвищеннях. Це дає змогу оглянути більшу частину лісової місцевості та виявити пожежу на ній. Для спостереження на вежах окрім візуального спостереження неозброєним оком спостерігачами можуть бути використані оптичні прилади спостереження та вимірювання відстаней, зокрема, такі що працюють як у видимому, так і в інфрачервоному діапазоні і дають змогу достатньо точно визначити місце пожежі. Іноді застосовуються телекамери, що дає змогу вести спостереження з віддаленого місця. Для точного визначення місця пожежі необхідна інформація не з однієї, а з декількох веж. Для збільшення радіуса спостереження необхідно збільшити висоту місця спостереження. Це можна зробити з допомогою літальних

апаратів. Такий метод широко застосовується з використанням літаків та гелікоптерів. Патрулювання з рухомих літальних апаратів дає змогу також збільшити площу спостереження. У лісовому господарстві найчастіше застосовується лісопожежний літак АН-3П, який окрім патрулювання може організувати доставку особового складу для гасіння пожежі. А спеціалізований літак АН-32П може також здійснити гасіння виявленої пожежі з повітря.

Спостереження з космосу в останні роки набуває все більшої актуальності. З допомогою результатів спостережень (фотографій, відеозображень) та на основі їх аналізу можна виявити пожежі в будь-якій точці Землі. Для аналізу поверхні землі та виявлення пожеж використовуються методи розпізнавання зображень. Зйомка здійснюється як у видимому діапазоні, так і в інших діапазонах. Висока вартість такого методу зумовлює здійснення спостережень лише невелику кількість разів (3 рази на добу). З огляду на це, оперативність космічного методу виявлення лісової пожежі не вища за інші методи. Такий метод доцільний для великих за площею лісових масивів. Описані методи виявлення лісової пожежі базуються на спостереженнях в діапазонах світлових та інфрачервоних хвиль. З їх допомогою визначаються місця підвищеної температури та освітленості, що вказує на пожежу. Запропоновано ще один метод раннього виявлення пожежі за продуктами горіння (дим, сажа). На цьому базується принцип роботи такого приладу, як лідар (трасовий газоаналізатор). Такий прилад дає змогу визначити навіть концентрацію продуктів горіння над окремими ділянками лісу. Але підвищена концентрація продуктів горіння не завжди є наслідком пожежі. Це може бути результатом спалювання відходів у містах, роботи теплоелектростанцій тощо. Тому використання такого приладу вимагає додаткової перевірки інформації про пожежу.

1.4 Технічні засоби виявлення пожеж з БПЛА

У лісовому господарстві у світі більш широкого значення набуває використання дронів для патрулювання лісів у періоди високої пожежної небезпеки. Вартість такого патрулювання у п'ять і більше разів нижча у порівнянні із використанням традиційних гелікоптерів або легкомоторних літаків. Використання БПЛА повинно координуватись на рівні обласних управлінь, лісових господарств або групи лісових господарств, що межують, де встановиться висока пожежна небезпека. На даний час БПЛА для виявлення лісових пожеж уже широко використовуються у лісовому господарстві Австралії, Канади, Польщі та інших країнах. Технологія передбачає використання БПЛА та бронетехніки для захисту персоналу, безпілотних гелікоптерів виробництва США для безпечного гасіння пожеж на замінованих територіях. В Україні на даний час виробляється понад десять типів БПЛА, з яких п'ять є перспективними для використання у лісовому господарстві України, як недорогого і ефективного сучасного засобу виявлення лісових пожеж. За умов виконання безпілотним літаючим засобом авіапатрулювання території лісового фонду оператор, який буде здійснювати переглядання зображень, що передаються з безпілотника в режимі реального часу, контролюватиме параметри польоту, а помітивши дим, переведе режим польоту БПЛА до ручного чи напівавтоматичного управління, та направить його до місця виявлення диму. Документування лісових пожеж буде виконуватись за допомогою фотоапарата або відеокамери (стоп-кадр). Загальний огляд лісових пожеж доцільно виконувати з висоти польоту безпілотника 600–800 м з нанесенням на карту меж пожежі, напрямку поширення вогню, місцезнаходження людей і техніки, правильності їх розстановки на крайці пожежі тощо. Контроль за роботою лісопожежних служб краще виконувати з висоти 200–400 м, з якої будуть добре проглядатись мінералізовані смуги, квартальні просіки, лісові дороги тощо. Для виявлення прихованих осередків горіння безпілотниками, необхідно застосовувати оптичний та інфрачервоний діапазони у вранішні та вечірні години, коли вплив сонячної радіації буде мінімальним. Крім того, такі БПЛА можуть також виконувати лісопатологічний моніторинг, з використанням топо- та лісопожежних карт масштабу 1:100000 та встановленням на БПЛА відеокамер та фотоапаратів оптичного діапазону. За зміною кольору та розрідженості пологів лісу й іншими візуальними ознаками оператор може визначити ділянки лісу з пошкодженнями хвое- та листогризучими шкідниками, вітровали, сніголами, буреломи, сухостої, захаращеність тощо.

РОЗДІЛ 2. ЗАСТОСУВАННЯ АВІАЦІЇ ДЛЯ ГАСІННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ

Ліквідація природних пожеж часто ускладнює доступ до областей гасіння, їх віддаленості від джерел водопостачання, метеорологічних умов, сильного вітру, нестачі персоналу та обладнання для доставки води.

На сьогоднішній день авіаційні технології задіяні практично в будь-якому великому природному пожежі.

Для боротьби з вогнем кидаються кращі сили, технології. Існують різні способи боротьби з лісовими пожежами від підземель навколо центру до вибухів, але найбільш перспективним засобом гасіння пожеж є використання авіації, яка може значно скоротити час і заощадити кошти на ліквідацію лісових пожеж.

Незважаючи на високу вартість виконання технологічних операцій таким способом гасіння лісових пожеж, використання авіації може забезпечити збереження лісів, а захист об'єктів від лісових пожеж, зокрема, у важкодоступних місцях, динамічно змінюється.

Однією з найважливіших характеристик при гасінні авіаційних лісових пожеж є щільність іригаційної смуги, оскільки при скиданні з літака частина рідини у вигляді крапель переноситься вітром і турбулентна конвективна колона, утворена над вогнем.

Використання авіації для гасіння ландшафтних вогнів, особливо в важкодоступних місцях зі складним рельєфом, є єдиним можливим засобом.

Відомі пожежні літаки: Іл-76П (пожежник з двома танками, які видаляються загальною вагою 40 тонн), літаки-амфібії Бе-200ХСС, АН-2; АН-2В; АН-26Р (пожежний з двома зовнішніми резервуарами загальним обсягом 4 т), АН-32П;

2.1 Основні визначення

Аеронавігація - це комплекс заходів екіпажу, спрямованих на досягнення найбільшої точності, надійності і безпеки літака (ЛА) або групи на заданій траєкторії, а також доведення їх до місця і часу на заданих об'єктах (мішенях) і посадки аеродромів. Траса польоту - це лінія, яка описується центром мас літака в процесі його руху в повітряному просторі. Шлях лінії (LP) - проекція траєкторії польоту літака до земної поверхні. Фактична траєкторія руху польоту відповідає лінії фактичного шляху (OFP), заданої траєкторією - лінією зазначеного шляху (LZH). Профіль польоту - проекція траєкторії руху літака на вертикальній площині. Розташування літака (MC) - проекція його центру мас на земну поверхню в певний момент часу.

Елементи навігації польоту - параметри, що характеризують стан і рух літака. До них відносяться координати НВА, висота, швидкість повітря, швидкість руху літака, швидкість вітру, напрямок вітру, кут вітру, швидкість руху, кут нахилу.

Висота польоту (H) - відстань по вертикалі від початкового рівня до літака. На початковому рівні розрізняють істинну, відносну, абсолютну висоту і висоту ешелону.

Справжня висота - висота польоту над точкою земної (водної) поверхні, яка знаходиться під ЛА. Відносна висота (N_{r}) - висота польоту над умовно вибраним рівнем (рівень аеродрому, цілі тощо). Абсолютна висота (N_{abs}) - висота польоту над рівнем моря. Висота (N_{esh}) - це висота, яка враховується від рівня, що відповідає атмосферному тиску 760 мм рт.ст., In: припускаючи, що розподіл температури з висотою відповідає стандартним умовам.

2.2 Основні характеристики АН 32-П

АН-32П - це український літальний апарат пожежогасіння, розроблений на базі АН-32. Призначений для гасіння пожеж шляхом розливу вогнегасних рідин, подачі точок спалаху і спрямованого на пожежогасіння парашутної спецтехніки, передачі пожежної техніки в райони пожеж.

У разі відсутності пожеж передбачається переобладнання літака на аеродромі на транспортний.

У варіанті пожежогасіння літак оснащений 4 зовнішніми знімними резервуарами місткістю 2000 літрів кожен. Розряд вогнегасника може бути виконаний з усіх резервуарів одночасно або по черзі на заданому інтервалі.

Основні призначення літака:

- гасіння лісових пожеж за допомогою вогнегасної рідини посадки пожежників, спеціального обладнання, обладнання та вантажів на місце пожежогасіння.

- Активний вплив на хмари з метою штучного утворення опадів у зоні горіння.

Літак може бути легко, в умовах аеропорту, перероблений у транспортний засіб.

АН-32П, який, згідно з кодифікацією НАТО, отримав назву Cline - багатоцільовий військовий радянський / український літак. Його технічні характеристики дозволяють працювати в екстремальних кліматичних умовах, включаючи гарячі температури (до 50 ° С) і великі аеродроми (до 4500 м). Літак був призначений головним чином для перевезення вантажів на середніх і коротких лініях. Літак також підходить для перевезення персоналу, проведення операцій по висадці людей і вантажних платформ, а в санітарному варіанті - для транспортування поранених.

АН – 32П Рисунок 2.1. обладнані чотирма зовнішніми знімними резервуарами на 2 т. кожної вогнегасної рідини, які можна викинути як залп і послідовно на рис. 2.2. На кожній дошці були встановлені два танка тандему, тому візуально сприймалися як єдине ціле. У випадку залпового промивання вогнегасника з 30-метрової висоти при швидкості польоту не більше 230 км / год, вода покриває ділянку площею 50x150 м, а товщина шару - всього 6 см. Крім того, ефективність літака може радикально підвищитися завдяки новій тактиці застосування.

Основні характеристики

Екіпаж: 3-4 чоловіка

Пасажиро місткість: 30 пожежників-парашутистів

Вантажопідйомність: 6700 кг

Довжина:

Висота: 8,75 м

Розмах крила: 29,20 м

Площа крила: 74,98 м²

Крило в плані: трапецієвидне

Максимальна злітна маса: 27000 кг

Маса палива у внутрішніх баках: 10080 л

Допоміжна силова установка: 1 × газотурбінний ТГ-16М

Льотні характеристики

Максимально допустима швидкість: 530 км/год

Крейсерська швидкість: 460 км/год (220 км/год при гасінні пожежі)

Бойовий радіус: 330 км

Практична дальність: 850 км

Перегінна дальність: 2000 км

Практична висота польоту: 9400 м

Довжина розгону: 1800 м.

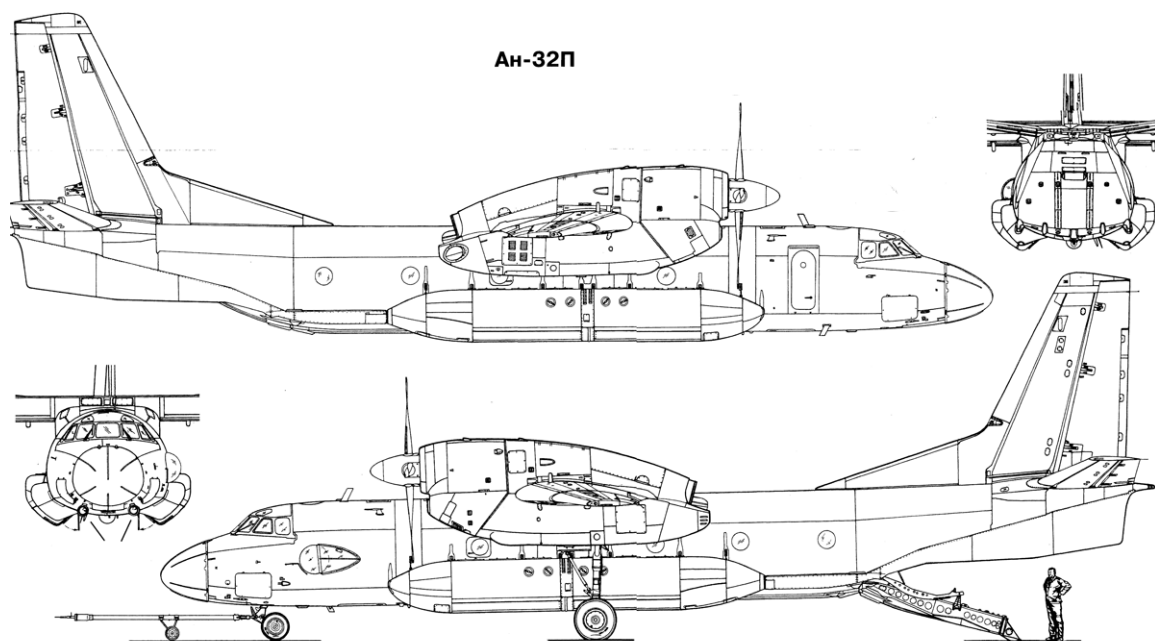


Рис 2.1. Загальний вигляд літака пожежника Ан-32П.



Рис 2.2. Ан-32П під час скидання вогнегасної рідини.

РОЗДІЛ 3. ВИКОРИСТАННЯ ЛІДАРУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ЛІСОВОЇ ПОЖЕЖІ

Лідар (LIDAR англ. Light Identification Detection and Ranging – світлове виявлення та визначення дальності) – технологія отримання та обробки інформації про віддалені об'єкти за допомогою активних оптичних систем, що використовують явища відображення світла та його розсіювання у прозорих та напівпрозорих середовищах. Лідар як прилад є активним далекоміром оптичного діапазону. Лідери, що сканують, в системах машинного зору формують двовимірну або тривимірну картину навколишнього простору. «Атмосферні» лідари здатні не тільки визначати відстані до непрозорих цілей, що відбивають, а й аналізувати властивості прозорого середовища, що розсіює світло.

3.1 Принцип дії лідара

Принцип дії лідара немає великих відмінностей від радара: спрямований промінь джерела випромінювання відбивається від цілей, повертається до джерела і вловлюється високочутливим приймачем (у разі лідара — світлочутливим напівпровідниковим приладом); час відгуку прямо пропорційно відстані до мети.

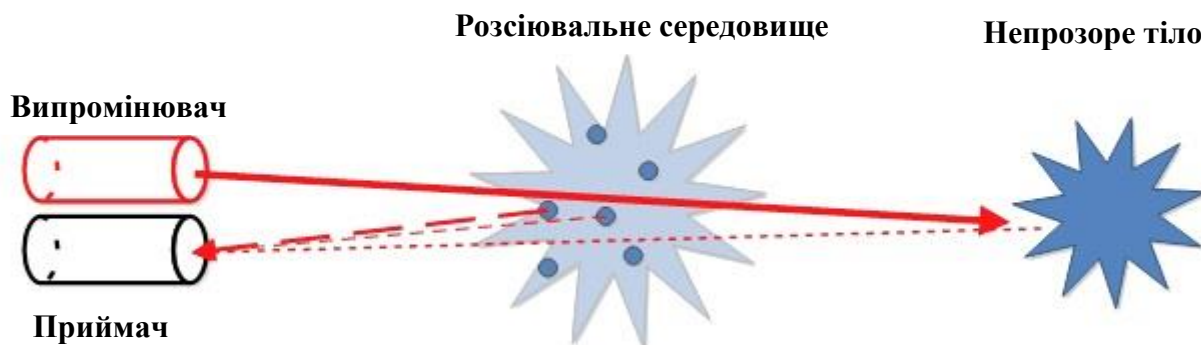


Рис. 3.1 Принцип дії лідара

Принцип дії лідара простий. Об'єкт (поверхня) висвітлюється коротким світловим імпульсом і вимірюється час, через який сигнал повернеться до джерела. Світло поширюється дуже швидко – $3 \cdot 10^8$ м/с. Однак він повертається із деякою затримкою, яка залежить від відстані до об'єкта. Відстань, яку пройшов фотон на шляху до об'єкта і назад, можна розрахувати за такою формулою:

$$L = \frac{c * t_{\text{прольоту}}}{2}$$

Обладнання, необхідне вимірювання цього малого проміжку часу, має

працювати надзвичайно швидко.

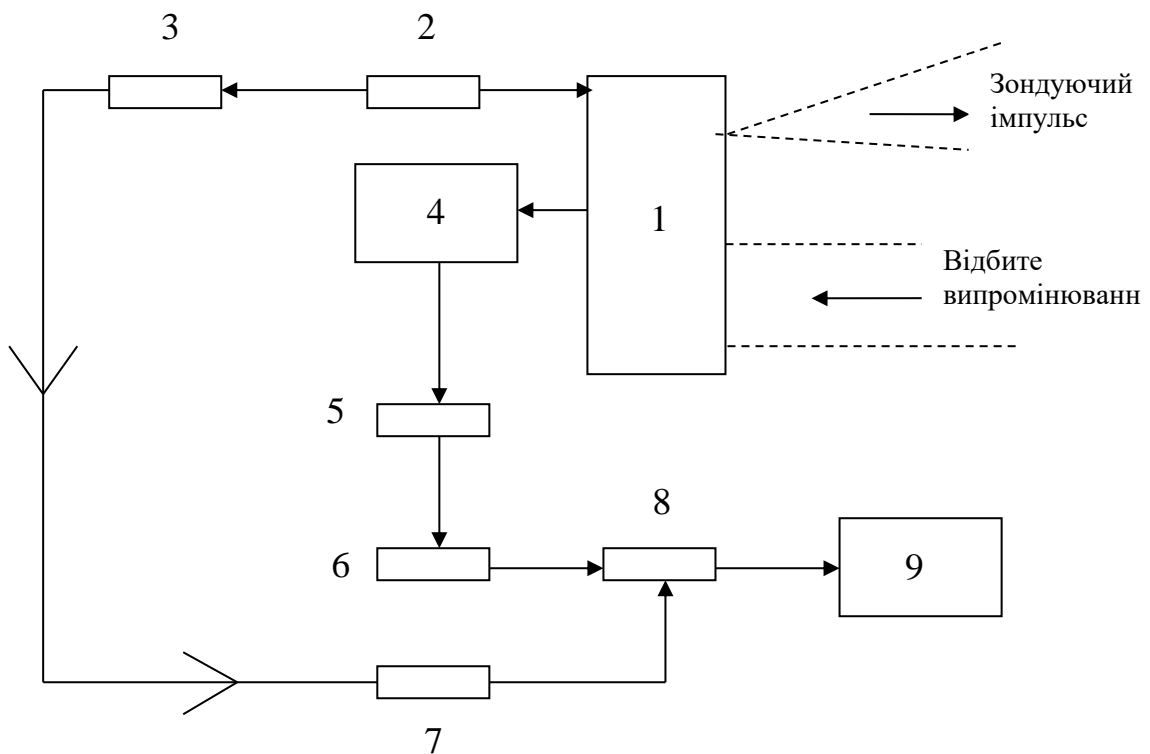


Рис. 3.2 Схема найпростішої лідарної системи

1. Блок розгортки; 2. Передавальна оптична система; 3. Лазер; 4. Приймальна оптична система; 5. Спектроаналізатор; 6. Фотодетектор; 7. Блок контролю параметрів вихідного випромінювання; 8. Блок обробки сигналів; 9. Блок збору і зберігання інформації.

Лідар запускає швидко короткі імпульси лазерного випромінювання на об'єкт (поверхню) із частотою до 150000 імпульсів на секунду. Датчик на приладі вимірює проміжок часу, необхідний повернення імпульсу. Світло рухається з постійною швидкістю, тому лідер може обчислити відстань між ним та цілі з високою точністю.

3.1.1 Когерентне та некогерентне виявлення сигналів

В усіх випадках радіотехнічна система виявляє сигнали і натомість перешкод. Вважається, що корисний сигнал має частоту, що дорівнює резонансній частоті налаштування системи $\omega_c = \omega_0$.

Початкова фаза дорівнює нулю:

$$u_{ct} = U_{cm} \sin \omega_0 t$$

Сума сигналу та перешкоди:

$U_{cnt} = u_{ct} + u_{nt} = U_{cm} + U_{n1} \sin \omega_0 t + U_{n2} \cos \omega_0 t$, де U_{n1} і U_{n2} – амплітуди перешкод.

Некогерентне детектування (прямий метод виміру): Реагування відбувається на амплітуду сумарного коливання та перешкоди U_{cmm} .

Перевищенням сигналу над перешкодою називається таке відношення:

$$m_{\text{НКГ}}^2 = \frac{U_{cm}^2}{U_{n1}^2 + U_{n2}^2} = \frac{U_{cm}^2}{2\sigma^2},$$

де σ^2 – дисперсія кожної з амплітуд перешкоди U_{n1} і U_{n2} .

Когерентне детектування: Повністю виключає ортогональну до сигналу складову перешкод. Воно передбачає реагування лише на коливання, що дорівнює сумі амплітуди сигналу U_{cm} і синфазної складової перешкоди U_{n1} .

Перевищенням сигналу над перешкодою при когерентному виявленні називається ставлення $m_{\text{НКГ}}^2 = \frac{U_{cm}^2}{U_{n1}^{-2}}$, де U_{n1}^{-2} - дисперсія амплітуди синфазної складової. Когерентні системи найкраще підходять для доплерівських або фазочутливих вимірів і зазвичай використовують оптичне гетеродинне детектування. Це дозволяє їм працювати при набагато меншій потужності, але при цьому конструкція фотоприймальної схеми набагато складніша.

Існують дві основні категорії імпульсних лідарів: мікроімпульсні та високоенергетичні системи.

- Мікроімпульсні лідари працюють на більш потужній комп'ютерній техніці з великими обчислювальними можливостями. Ці лазери меншої потужності і класифікуються як "безпечні для очей", що дозволяє використовувати їх практично без особливих запобіжних заходів.

- Лідари з великою енергією імпульсу в основному застосовуються для дослідження атмосфери, де вони часто використовуються для вимірювання різних параметрів атмосфери, таких як висота, нашарування та щільність хмар, властивості частинок хмари, температуру, тиск, вітер, вологість та концентрацію газів в атмосфері.

На відміну від радіохвиль, що ефективно відбиваються тільки від досить великих металевих цілей, світлові хвилі схильні до розсіювання в будь-яких середовищах, у тому числі в повітрі, тому можливо не тільки визначати відстань до непрозорих (відбивають світло) дискретних цілей, а й фіксувати інтенсивність розсіювання світла в прозорі середовища. Відбитий сигнал, що повертається, проходить через те ж розсіююче середовище, що і промінь від джерела, піддається вторинному розсіюванню, тому відновлення дійсних параметрів розподіленого оптичного середовища - досить складне завдання, розв'язуване як аналітичними, так і евристичними методами.

3.1.2 Випромінювач

В більшості конструкцій випромінювачем служить лазер, що формує короткі імпульси світла високої миттєвої потужності. Періодичність проходження імпульсів або модулююча частота вибираються так, щоб пауза між двома послідовними імпульсами була не меншою, ніж час відгуку від цілей (які можуть фізично перебувати далі, ніж розрахунковий радіус дії

приладу). Вибір довжини хвилі залежить від функції лазера та вимог до безпеки та скритності приладу; найчастіше застосовуються Nd:YAG-лазери і такі довжини хвиль (в нанометрах):

* 1550 нм – інфрачервоне випромінювання, невидиме ні оку людини, ні типовим приладам нічного бачення. Око не здатне сфокусувати ці хвилі на поверхні сітківки, тому травматичний поріг для хвилі 1550 істотно вищий, ніж для більш коротких хвиль.

* 1064 нм — ближнє інфрачервоне випромінювання неодимових та ітербієвих лазерів, невидиме для ока, але виявлене приладами нічного бачення.

* 532 нм - зелене випромінювання неодимового лазера, що ефективно «пробиває» маси води.

* 355 нм - ближнє ультрафіолетове випромінювання.

Також можливе використання замість коротких імпульсів безперервної амплітудної модуляції випромінювання змінною напругою.

3.1.3 Скануюча оптика

Найпростіші атмосферні лідарні системи немає засобів наведення і направлені вертикально в зеніт. Для сканування горизонту в одній площині застосовуються прості головки, що сканують. Вони нерухомі випромінювач і приймач також направлені в зеніт; під кутом 45° до горизонту та лінії випромінювання встановлено дзеркало, що обертається навколо осі випромінювання. В авіаційних установках, де треба сканувати смугу, перпендикулярну до напрямку польоту літака-носія, вісь випромінювання — горизонтальна. Для синхронізації мотора, що обертає дзеркало, і засобів обробки сигналу, що приймається, використовуються точні датчики положення ротора, а також нерухомі реперні ризики, що наносяться на прозорий кожух скануючої головки. Сканування у двох площинах додає до цієї схеми механізм, що повертає дзеркало на фіксований кут з кожним оборотом головки – так формується циліндрична розгортка навколишнього світу. За наявності достатньої обчислювальної потужності можна використовувати жорстко закріплене дзеркало і пучок променів, що розходяться — в такій конструкції один «кадр» формується за один оберт головки.

3.1.4 Прийом та обробка сигналу

Важливу роль грає динамічний діапазон приймального тракту. Щоб уникнути перевантаження приймача інтенсивним засвіченням від розсіювання в «ближній зоні», в системах далекого радіусу дії застосовують високошвидкісні механічні затвори, що фізично блокують приймальний оптичний канал. У пристроях ближнього радіусу з часом відгуку менше мікросекунди такої можливості немає.

3.2 Використання лідару для виявлення лісової пожежі

На сьогоднішній день, для раннього виявлення пожежі, найбільш актуальним буде лідар з двоосьовою оптичною системою. Цей лідар використовує процедуру сканування, оптимізовану з урахуванням особливостей навколишнього ландшафту. Без необхідності поляризації випромінювання ця система більш ефективна, простіша у виготовленні та експлуатації і дозволяє виявляти пожежі на більш ранній стадії та на більш віддалених відстанях.

Лідар з двоосьовою оптичною системою має наступні переваги:

1) Лідарна станція має біаксіальну оптичну схему, в якій спрямоване і зворотне випромінювання проходять по різних оптичних траєкторіях. За рахунок цього лазерний промінь може бути неполяризованим, що усуває втрати на поділ спрямованого та уловленого випромінювання за допомогою поляризації.

2) Комп'ютерне керування лідарною станцією дозволяє оптимізувати процедуру сканування певної топографії та інших характеристик площі спостереження. Так, наприклад, висока щільність дискретизації може використовуватися в лісах або безлюдних районах. З іншого боку, великі площі зі скелями та озерами можуть перекриватися зі значно нижчою щільністю дискретизації. Облік статистичних даних щодо попередніх випадків пожеж створює можливість подальшої оптимізації процедури сканування.

3) Використання нейронної мережі знижує можливість помилкових сигналів тривоги. Так, наприклад, сигнали через близькість пічного диму можуть бути включені в частину «відсутність тривоги» тієї мережі, за допомогою якої навчається нейронна мережа. Завдяки природі алгоритмів нейронної мережі не потрібна попередня обробка сигналу, така як згладжування, налаштування діапазону та логарифмічне уявлення, що значно спрощує обробку сигналу та підвищує швидкість реагування.

У найпростішому вигляді лідарна станція містить лазер, оптичну систему з приймачем для уловлювання зворотного випромінювання та детектором, блок збору даних та попередньої обробки сигналу, а також комп'ютер для обробки сигналу та аналізу, що керує всією лідарною станцією та здійснює зв'язок із зовнішніми пристроями за допомогою спеціального програмного забезпечення. Оптичний приймач містить телескоп, відповідний фільтр для лазерного випромінювання і одну або більше діафрагм. Детектор може бути фотоелектронним помножувачем, фотопровідним елементом або лавинним фотодіодом.

Лазер періодично випромінює імпульси фіксованої довжини хвилі діапазоні 0,2-12 мкм. Довжина хвилі випромінювання має бути обрана в межах одного із спектральних вікон високого атмосферного пропускання. Смуга пропускання фільтра приймача повинна бути центрована по довжині хвилі лазерного випромінювання та мати ширину від 0,1 до 10 нм.

Імпульси можуть мати енергію від 1 мкДж до 1 Дж і частоту проходження від 0,5 Гц до 20 кГц. За потреби довжина хвилі лазерного випромінювання може бути змінена за допомогою оптичного параметричного генератора, нелінійного кристала або комірки Рамана. Якщо енергія на квадратний метр перевищує 5×10^{-3} Дж/м², а довжина хвилі знаходиться в смузі високої чутливості ока (0,4-1,4 мкм), слід використовувати розширювач променя лазера. Блок збору даних та попередньої обробки сигналу містить аналогово-цифровий перетворювач (АЦП) та інші апаратні засоби, необхідні для обробки сигналу. Для підвищення співвідношення сигнал/шум накопичують сигнали від послідовних лазерних імпульсів. Конкретне число сигналів, що накопичуються, залежить від енергії імпульсів лазера, частоти слідування і довжини хвилі. Після накопичення сумарний сигнал аналізується нейронною мережею. Необхідний алгоритм розпізнавання лідарного сигналу виводиться найбільш нейронною мережею з прикладів, які формують навчальну мережу. Для ситуації «відсутність тривоги» мережа, що навчає, містить реальну картину площі спостереження з усіма її особливостями (пагорби, рослинність, димлячі труби та інші об'єкти) для різних погодних умов. Для умов «включення тривоги» мережа, що навчає, може комбінувати комп'ютерні картини з сигналами реального полум'я. Коли лідарна станція виявляє дим, блок обробки даних повідомляє про параметри полум'я, а саме про відстань та кутові координати, і включає сигнал тривоги. Якщо використовується лідар (DIAL) диференціального поглинання з тією ж біаксіальною конфігурацією, можливе також отримання інформації про хімічний склад диму. Коли система спостереження містить лише одну лідарну станцію, вона безперервно сканує ландшафт шляхом зміни азимуту та кутової висоти за допомогою керованих комп'ютером крокових двигунів. Якщо виявлено сигнал від будь-якого об'єкта, схожого на дим, система може повторно сканувати підозрілу площу ретельніше для підтвердження наявності хмари диму. Для охоплення великої площі спостереження кілька лідарних станцій може бути об'єднані в мережу. У цій ситуації, якщо одна станція виявляє хмару диму, цей факт повідомляється в автоматичний центр спостереження, який передає вказівки сусіднім лідарним станціям тимчасово припинити звичайні процедури сканування і перевірити підозрілу площу для підтвердження тривоги. Потім центр спостереження аналізує сигнали від різних станцій і за потреби видає сигнал тривоги. Для перевірки працездатності було спроектовано, побудовано і випробувано лідарну станцію, характеристики якої представлені в Таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Параметри лідарної станції, використаної експериментах.

Параметри	Одиниці виміру	Величини	
Неодимовий ІАГ-лазер з накачуванням імпульсною лампою, водяним охолодженням та модуляцією добротності			
Частота послідовності імпульсів	Гц	12	
Тривалість імпульсу	нс	10	
Розходження променя	мрад	<0,5	
Робоча довжина хвилі	мкм	0,5	1,0
		32	64
Енергія в імпульсі	мДж	30	90
Загальна ефективність передатчика	%	90	90
Приймач: Телескоп Кассегрена, діаметр лінзи 30 см, фокусна відстань 156,2 см			
Робоча поверхня	м ²	0,0678	
Повний кут поля зору	мрад	0,9	
Ефективність	%	64	70
Полоса пропускання (частот)	нм	4,8	5

Фотоелектронний помножувач FEU-83 з термоелектричним охолодженням		
Темновий струм	А	$4 \cdot 10^{-1}$
Коефіцієнт підсилення		$\sim 10^5$

Чутливість фотокатода	МАW-1	0,7	0,3
Система збору даних: ІВМ сумісний персональний комп'ютер із АЦП платою для шини ISA			
Робочий діапазон	км	1-30	
Відстань виборки даних (6,25МГц)	м	24	
Вбудований буфер даних	кбайт	64	

Таблиця 3.2 Комплекс умов експерименту

Дата	Паливо	Діаметр ділянки загорання	Інтенсивність горіння
	Деревина	м	кг/с
А 04.10 ніч	Оливкове дерево	0,8	0,018
Б 05.10 день	Кедр	1,0	0,028
В 05.10 ніч	Оливкове дерево	0,8	0,025
Г 06.10 день	Кедр	1,2	0,025
Д 06.10 ніч	Оливкове дерево	0,9	0,023
Е 07.10 день	Кедр	1,2	0,033

Протягом цього періоду було одержано понад 400 лідарних сигналів. Деякі їх представлені на фіг.2. У ході кожного експерименту спалено близько 100 кг деревини протягом 50-90 хвилин. Деякі експерименти були проведені в умовах денного світла (А, Г та Е), а інші в нічний період у менш сприятливих умовах, що характеризувалися більш високою вологістю та наявністю легкого туману.

Таблиця 3.3

Співвідношення сигнал/шум, виміряне в різних умовах експериментів

Умови експерименту	Число накопичених лідарних сигналів	Довжина хвилі	Відстань до хмари диму	Співвідношення сигнал/шум
		Мкм	км	
А	128	1,064	3,90	90
А	128	0,532	3,90	70
Б	128	0,532	3,90	130
В	4	0,532	4,66	23
В	8	0,532	4,66	32
В	16	1,064	4,66	8,2
В	256	0,532	4,66	89
Г	128	0,532	6,45	49
Д	256	0,532	6,45	160

У всіх ситуаціях сигнал був настільки сильним, що не потрібно подальшої обробки сигналу для підтвердження наявності хмари диму. Польові випробування наочно продемонстрували можливість виявлення хмар диму лісових пожеж на ранніх стадіях, навіть коли інтенсивність горіння мала таку низьку величину, як 0,2 кг/с на відстані понад 6,5 км. Обчислення на основі лідарного моделювання та експериментальних перевірок, показали, що у разі задовільних атмосферних умов та при співвідношенні сигнал/шум більше 5 дальність дії системи перевищує 20 км.

РОЗДІЛ 4. АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА СКИДАННЯ ВОГЕГАСНОЇ РІДИНИ З ЛІТАКА ПОЖЕЖНИКА

4.1 Пілотажно-навігаційний прицільний комплекс

Пілотний комплекс навігаторів ПНК. Він призначений для напівавтоматичних або ручних літаків в прямих і складних кліматичних умовах від хвильової фази (в машині з висоти 200 метрів). До речі, він може потрапити в певну точку (під час горіння) між висадкою або скиданням рідини та компенсацією. Його також можна автоматично повернути в аеропорт і посадити (до 60 метрів) або перевести в режим сушіння.

- 1) власна система пожежогасіння літака;
- 2) Оптимізація системи розробки та іншої системи. Функція ПНК:

Існує безліч незалежних каналів для отримання навігаційних даних.

- 3) складність навігаційної системи, заснованої на використанні плати цифрових комп'ютерів ;

- 4) Використовуйте алгоритм обробки інформації в Блок схему для чудової точності та надійності навігації, а також для чудової точності та надійності навігації.

Тісний зв'язок між САУ і навігаційною системою дає можливість визначити управління літаком на відносно складних і дуже просунутих фазах польоту (політ на дорозі, призначення бухти).

Структурна схема автоматизованої системи скидання вогнегасної рідини рис 4.1.

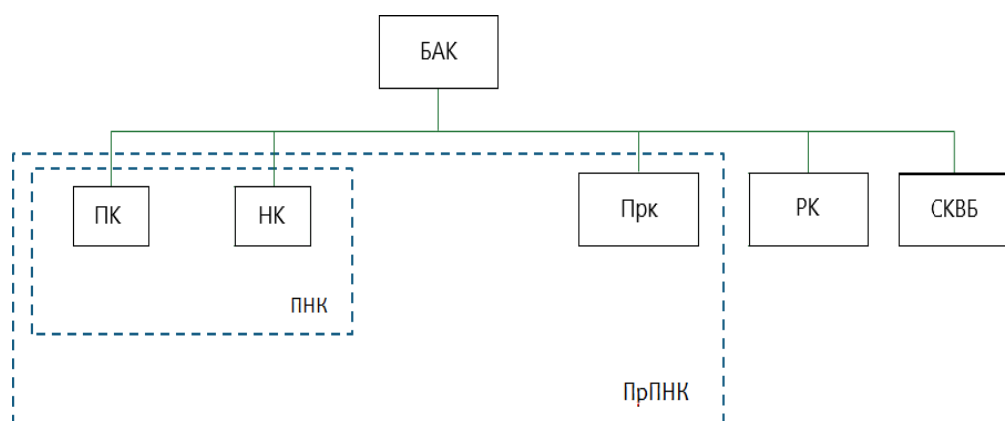


Рис 4.1. Структурна схема автоматизованої системи скидання вогнегасної рідини

ПНК-пілотажно-навігаційний комплекс. ПрПНК – прицільний пілотажно-навігаційний комплекс. БАК – бортовий автоматизований комплекс. ПК–пілотажний комплекс; НК–навігаційний комплекс; ПрК – прицільний комплекс; РК – розвідувальний комплекс; СКВБ – система керування відкриття баків;

Структурна схема системи скидання вогнегасної рідини показана на малюнку 4.2.

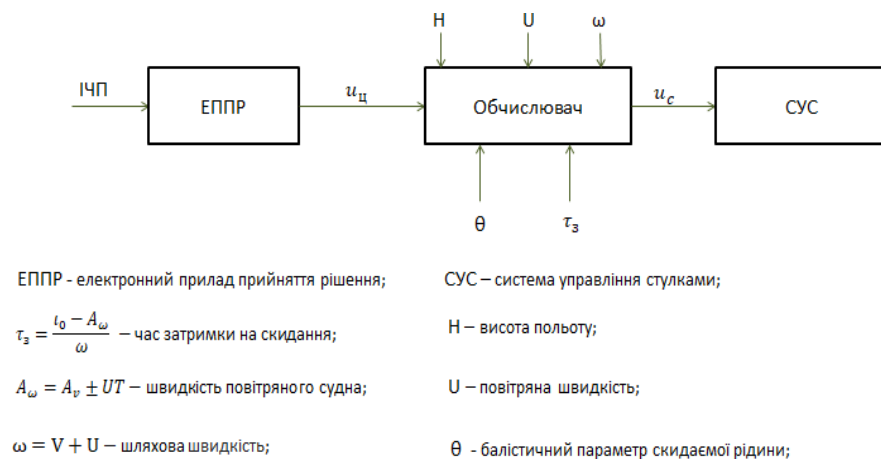


Рис 4.2. Структурна схема системи скидання вогнегасної рідини

Тут швидкість повітряного судна визначається як алгебраїчна сума її швидкості повітря V і швидкості вітру U , і

$$A_{\omega} = A_v \pm UT,$$

де A - поздовжні включають рідини при відсутності вітру, а T - час падіння рідини з висоти H польоту танкера літака.

Так як зустрічний потік зменшує значення A_{ω} , тоді з такою подією літак на вогневому центрі є часом затримки з збільшитися, що полегшує роботу екіпажу на етапі виведення літаків у бойовий курс.

Крім того, для виключення поздовжньої прицільної помилки $\pm \Delta X$ через випадкові коливання тіла корпусу танка навколо осі Z на кутах тангажа \pm , Прицільна лінія огляду ОС повинна бути стабілізована в просторі.

4.3 Аналіз варіантів схеми технічного виконання ІЧ прицілу

ІЧ-приціл складається з оптико-механічного сканера, фотоприймача, електроніки і пульта управління.

Скануючим пристроєм є восьмикутна дзеркальна призма з діаметром 60 мм, яка обертається з постійною швидкістю.

Система прийому фотографій включає дві лінзи лінзи освітленого кремнію (діаметр вхідної зіниці 15,3 мм, відносний отвір 0,5) і не охолоджений детектор випромінювання на основі комбінації PbSe з піком спектральної чутливості на довжині хвилі 3,3 мкм.

Кут огляду (робоча довжина одного сканування) вибирається рівним 24° , що на похилій відстані від вогняного центру на 140 м (кут нахилу) ϕ_0 лінія прицілу, прийнята рівною 78° , забезпечувала ревізію смуги області, перпендикулярної напрямку польоту, довжиною 69 м і шириною 1 м з геометричним дозволом 1 м в площині на поверхні землі.

На панелі управління виводиться індикатор виявлення (захоплення прицілу) вогню, стоку і перемикання системи.

Кут нахилу осі пристрою $\phi_0 =$ був обраний таким чином, щоб при заданій швидкості і висоті польоту танкера, було ще час для функціонування виконавчих механізмів зливу з урахуванням балістики текучого середовища.

Час початку затримки дренування визначається для кожного типу літака в умовах посадки (тобто експериментально) по відношенню до конкретних значень швидкості і висоти його польоту.

Такий приціл, коли з'являється поле зору (в межах лінії сканування), точка пожежі виробляє електричний сигнал присутності мішені, який через

попередньо введеного оператором в панелі керування часу затримки, видає розпорядження виконавчим органам про скидання рідини без участі оператора.

Полігонові випробування прицілу показали, що з його допомогою забезпечена ймовірність покриття єдиного вогнища розміром $1,5 \times 3$ м десь 80 ... 100%, в залежності від напрямку наближення літака до мішені.

Основним недоліком розробленого прицілу має бути те, що час затримки визначається заздалегідь на полігоні по відношенню до конкретного типу літака як функція його швидкості і висоти польоту, а потім вручну вводиться в пристрій в процесі наближення \ t вогонь.

ГЧ - приціл, нерухомо закріплений відносно корпусу бака-резервуара, має ряд структурних дефектів і низький імпеданс, в першу чергу, від сонячних відблисків у вигляді відбитого від країв хмари і поверхні Водні об'єкти випромінювання.

Щоб усунути ці недоліки, можна рекомендувати наступну версію ГЧ-прицілу, в якій вносяться наступні зміни при збереженні обраного принципу роботи.

По-перше, оптико-механічний сканер замінюється електронним, реалізованим лінією приймачів випромінювання, що значно спрощує конструкцію фотоприймача системи прицілу, зменшує його габаритні розміри і масу.

По-друге, фотоприймач системи пристрою або підвішений до корпусу літака як маятник, або встановлений у зовнішній рамі гіростабілізатора. Це забезпечує просторову стабілізацію лінії візування від випадкової вібрації носія на висоті, що виключає виникнення поздовжніх похибок ΔH рідинного розряду.

По-третє, процес ліквідації повністю автоматизований за рахунок реалізації алгоритму управління оперативного розрахунку часу затримки видачі команди до стоків у функції поточного значення висоти, повітря і швидкості польоту. пожежника, а також балістики розряду рідини, з урахуванням технічних особливостей процесу її зливу і установки прицілу на площині.

Оперативний розрахунок часу затримки може бути виконаний або аналоговим розв'язувачем, або спеціалізованим мікропроцесором. На вході відповідних датчиків постійно подаються поточні параметри управління польотом літака (H, v, w), а вручну - балістичний параметр θ скидання рідини і постійна часу системи її зливу у загальному випадку, враховуючи лінійний паралакс прицілювання на площині.

По-четверте, імпеданс, необхідний для такого прицілу, можна забезпечити введенням у його структуру допоміжного приймального каналу, чутливого до спектральної області 2 ... 3 мкм, де переважає відбите сонячне випромінювання від джерел світлового впливу.

Оскільки випромінювання лісових пожеж зосереджено переважно в спектральному діапазоні 3 ... 4 мкм, можливість спільного аналізу реакції допоміжних і магістральних каналів дає можливість ефективно розрізнити вогневий центр від перешкоди шляхом впровадження така робоча спектральна смуга в основному видовому каналі.

У діапазоні спектру 3 ... 4 мкм хмари висвітлюються сонцем, а поверхня води має контраст негативної енергії з поверхнею підкладки, а в області 2 ... 3 мікрон позитивний.

Як показали попередні розрахунки, фотоелектричний відгук основного каналу, що виникає в процесі "перегляду" простору в момент падіння в його миттєве поле освітленого Сонця, краю хмари або поверхні води, буде більш ніж в 3 рази менше, ніж відгук на виході допоміжного каналу (В.К.) з того ж світлового бар'єру.

У той же час сигнал від центру пожежного виходу на виході головного каналу майже в 2 рази перевищує рівень сигналу в допоміжному каналі. Потім, шляхом введення в електронний шлях видовища деякого особи, що приймає рішення (наприклад, за критерієм K_p , де p - Поріг для прийняття правильного рішення - в кутку пристрою епожежа вогню), можна значно збільшити імпеданс прицілу. Функціональна схема автоматичного ІЧ-прицілу, що реалізує цей алгоритм, представлена на рис. 4.4.

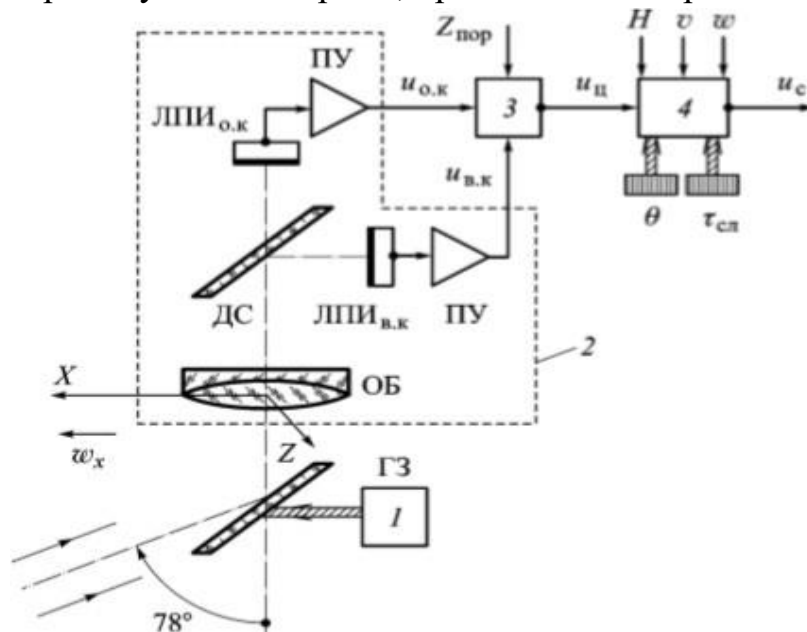


Рис 4.4 Функціональна схема автоматичного ІЧ-прицілу.

На схемі показано: 1 - гіро-колесо, яке забезпечує просторову стабілізацію кута поля зору за рахунок відповідного включення кут $\theta/2$ головного дзеркала (ГЗ); 2 - Фото приймальний система основного і допоміжного каналів, що включає об'єктив (ОБ), діахронічний світло дільник (ДС), лінійки приймачів випромінювання (ЛПП) і їх попередні підсилювачі (ПУ); 3 - електронний пристрій прийняття рішення про наявність кутовому полі приладу вогнища пожежі; 4 - обчислювач часу затримки і формування сигналу скидання, вхід якого пов'язаний з автоматичними датчиками висоти, повітря і відношення швидкостей носіїв, а також важелями введення балістичних властивостей рідини θ і постійний час його розвантажувальної системи.

Таким чином, приціл при пожежі в області огляду вогнища пожежі виробляє електричний сигнал присутності мішені, який, внаслідок попередньо введеного оператором в панелі управління часу затримки, видає команду Виконавчі органи системи управління резервуаром-резервуаром до відводу рідини без участі оператора.

4.4 Автоматизована система керування стулками бака для скидання рідини в зону пожежі

Система управління клапаном призначена для скидання вогнегасної рідини на вогні або в зоні пожежі, а також інших засобів, скидання насипних вантажів через люки в дні гідролітака, або люки фюзеляжу наземних літаків, вертольотів і інших літаків.

Система виконана у вигляді виконавчо-замикаючих механізмів силових циліндрів 6 і циліндрів замка 7, всередині яких у їхніх верхніх частинах розташовані малопотужні приводи 19 замків 22 фіксації стрижнів 15 з приводами синхронізації роботи 30 У нижніх частинах замків циліндрів 7 електромагніти 33 встановлені для впливу на феромагнітну рідину, частково заповнюють порожнини замків циліндрів 7. Стрижні 15 всіх циліндрів 6 і 7 оснащені піротехнічними роз'ємами.

Система керування клапанами скидання рідини з літака, містить приводи відкриття-закривання клапанів, шарнірно з'єднані з верхньою частиною з конструкцією резервуарів, а нижня частина з клапанами, запірними елементами і керуючі ними виконавчі механізми, запірна частина системи виконана у вигляді комбінації виконавчих-замків силових і замкових циліндрів, а кожен із замикаючих замків закритого положення дверей з малопотужним приводом і синхронізацією

Датчик розташований всередині кожного з циліндрів у своїй верхній частині, задирається на конструкцію резервуара, а нижній стрижень з піротехнічних циліндрів обладнаний роз'ємами і шарнірно з'єднані з дверима, кожен з блокуючих циліндрів частково заповнений феррожидкістю.

У механічному керуванні замками замикаючого закритого положення дверей, запірна частина системи виконана у вигляді комбінації виконавчо-замикаючої силової і замкової циліндрів, а кожен із замикаючих замків закритого типу Положення крил включає поворотний елемент, регульований тяговий або кабельний розвод, що з'єднує замки між собою і з органами управління, при цьому замки, розташовані всередині кожного з циліндрів, і поворотний елемент ззовні, у своїй верхній частині, прикріплені шарнірно \ t До конструкції резервуара, нижній частині стовбура і всі циліндри оснащені піротехнічними роз'ємами і з'єднані шарнірно з клапанами, і кожен з циліндрів замка частково заповнений феромагнітною рідиною.

Ці ознаки є істотними, оскільки їх наявність забезпечує закриття дверей резервуарів механічними замками, ізольованими від вмісту резервуарів, гасить вплив дверей на їх отвір, закриває їх у відкритому положенні, зменшує масу системи, підвищує його надійність і аварійний захист.

На рис. 4.5. Наведено загальний вигляд системи управління розвантажувальними клапанами.

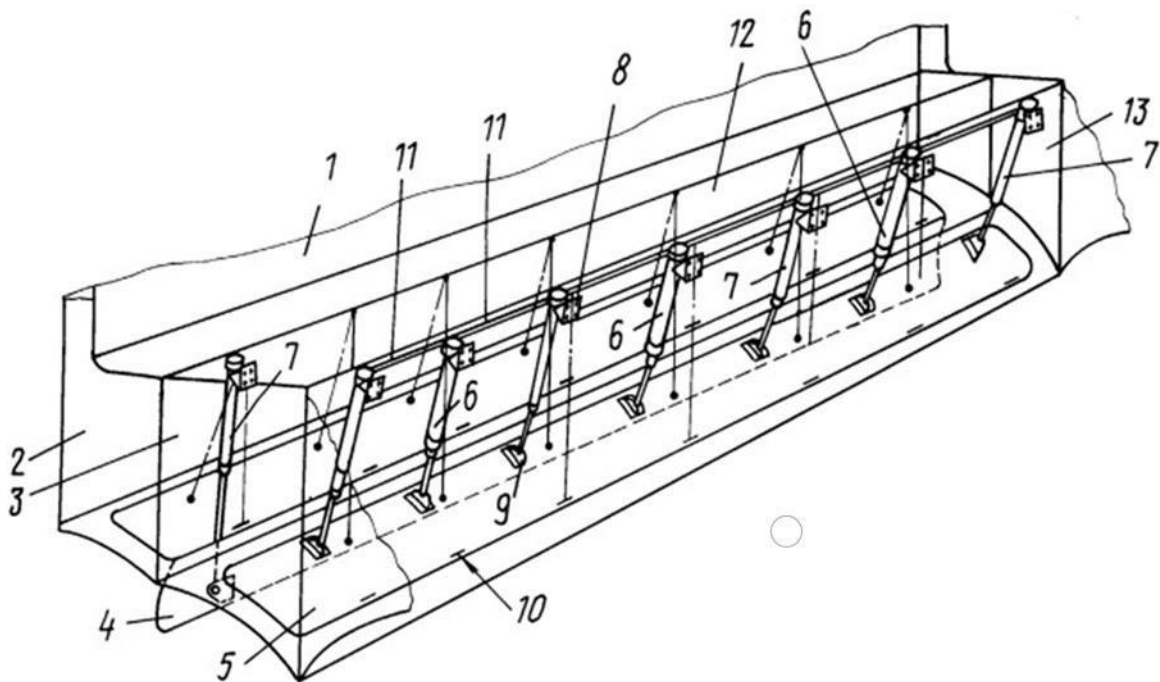


Рис 4.5 Загальний вигляд системи управління стулками.

Система для управління закрилками вогнегасної рідинної рідини містить фюзеляж або фюзеляж човна 1, залежно від конструкції пожежного або реактивного літака, конструкція якого є стінками резервуарів 2, 3, а нижня частина фюзеляжу має рухливий двері 4, 5.

Рухомі складки 4, 5 з'єднані шарнірно з приводами відкриття-закривання, що представляють собою комбінацію виконавчо-замикаючих силових циліндрів 6 і циліндрів замка 7. Верхні частини циліндрів 6, 7 прикріплені до конструкції резервуарів 2, 3 кронштейни 8. Нижні частини циліндра (Stocks) прикріплені до рухомих тулок 4, 5 за допомогою шарнірних вузлів 9. Крила 4, 5 підвішені на дні човна - фюзеляжу 1 шарніром 10 з можливість відкриття і закривання клапанів.

Комбінація виконавчого блокуючого силового циліндра 6 і замка циліндрів 7 з'єднана доріжкою 11 механічної або гідравлічної синхронізації відкриття замків закриття дверей 4, 5. Резервуари 2, 3 з гасять Рідину розділяють поздовжніми перегородками 12, 13, до яких прикріплені конструкції шарнірних верхніх частин виконавчо-замкнутих силових циліндрів 6 і замкових циліндрів 7. Кожен з литих гідроциліндрів 6 складається з кожуха, штока 15, що плаває поршень 16.

Шток 15 забезпечений хомутом, в якому протистоїть плаваючому поршню 16 при витягуванні штока 15. Верхня частина литого замка

гідроциліндрів 6 забезпечена малопотужним приводом, наприклад, поворотним циліндри 19, в яких роторні поршні 18 мають можливість повернення при 900 подачі рідини (робочого органу) через фітинги 20, 21.

Верхня частина стрижня 15 виконавчого ливарного силового циліндра 6 має замки 22 утворюють пелюстки, які укладені в закриті положення рухомими частками. У відкритому положенні рухомі пелюстки займають положення переплетеного простору, дозволяючи стрижням 15 вільно переміщатися від замку і т.п. Щоб дати можливість складок 4, 5, з'єднаних зі штоком 15 шарнірів, відкрити. З метою зменшення тертя при роботі сільфони замків на поверхнях рухомих пелюсток закріплені, з можливістю їх обертання кулі, тобто ковзання тертя замінено на тертя кочення.

Рухомі частини замків з пелюстками засновані на кінцевих частинах корпусу циліндрів 6 через кулі.

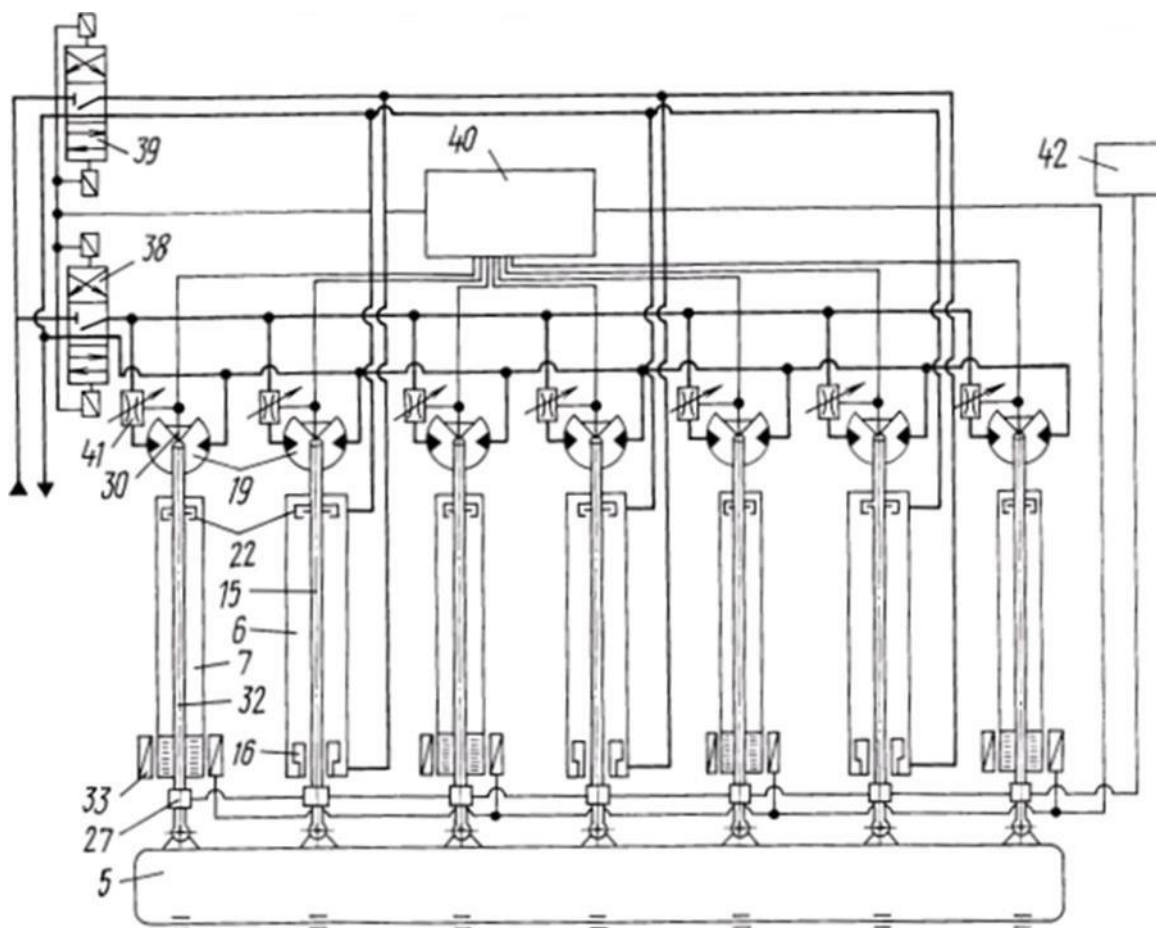


Рис 4.6. Функціональна схема

На рис. 4.6. наведено основну схему гідросистеми та схему електричних з'єднань.

Кожен з запасів 15 виконавчо-замкових силових циліндрів 6 і замків

циліндрів 7 забезпечений піротехнічним з'єднувачем 27, який дозволяє в разі аварії, у разі виходу з ладу системи управління крилами 4, 5 на У той же час вирізати всі запаси 15 циліндрів 6, 7 і звільнити двері 4, 5 для їх відкриття. Робочий орган подається в порожнину циліндрів 6 через фітинги.

Верхня частина силових циліндрів виконавчого блокування 6 оснащена датчиками кута повороту замків 30, аналогічними датчикам, що працюють в кодовій системі, що передає інформацію про кут повороту замка в цифровому коді, що дозволяє синхронізувати обертання всіх замків на один і той же кут з досить великою точністю. Кожен з циліндрів замка 7 складається з легкого тіла, стрижня, у верхній частині якого виконані пелюстки замку, за аналогією з гніздами 15 виконавчо-замкових силових циліндрів 6.

Верхня частина циліндри фіксаторів 7 мають ті ж поворотні гідроциліндри 19, конструкція яких описана вище, і однакова конструкція поворотних замків 22.

Нижні частини циліндрів замка 7 покриті обмотками електромагнітів 33. Внутрішні порожнини Нижньої частини замка циліндрів 7 заповнені феромагнітною рідиною 34, наприклад, маслом з дрібними сталевими ильками Для нафти і феритового порошку.

Це дозволяє створювати у внутрішніх порожнинах нижніх частин замків циліндри 7 електромагнітних заслінок, які одночасно стають електромагнітними замками.

Ефект досягається розміщенням деякого обсягу феромагнітної рідини всередині електромагнітного поля, напруга якого змінюється в залежності від зміщення штока 32, викликає зміну щільності феромагнітної рідини 34. Щільність феромагнітної рідини 34, коли стебло головка 32 вивільняється з замка 22, є мінімальною, потім в тій мірі, як переміщення штока 32 вниз збільшується до значення, яке може пом'якшити вплив головки стрижня 32 на поверхню феромагнітної рідини 34, а потім, зростаючи, гальмує запас, остаточно фіксуючи його в самому низькому положенні. Петлі 4, 5 знаходяться у відкритому положенні з необхідною фіксацією.

Таким чином, замикаючі циліндри 7, крім блокування дверей 4, 5 в закритому положенні, з поворотними замками 22, діють як пом'якшення впливу при розкритті дверей 4, 5 під час вивантаження вогнегасної рідини і замка. двері у відкритому положенні. Циліндри замка 7 можуть бути виготовлені з немагнітних матеріалів, таких як високоміцні алюмінієві сплави, композиційні матеріали, титан і т.д. з відносно низькими вимогами до чистоти їх обробки, з тонкими стінками, які працюють на розтягуванні механічної синхронізації. управління поворотними засувками замикання закритого положення дверей 4, 5, кожен з виконавчо-замкових силових

циліндрів 6 і замків циліндрів 7 забезпечений поворотним елементом 35, а при їх установці в резервуарах 2, 3 \ t , з'єднані регульованими стрижнями або кабельними проводками з керуванням замками.

У цьому варіанті здійснення поворотні гідравлічні циліндри 19 замків 22 відсутні, і вісь обертання замків 22 з'єднана з поворотними елементами. Таким чином, обертання замків у цьому варіанті здійснюється за допомогою гідравлічного, пневматичного або ручного приводу управління.

В основному варіанті здійснення подача робочого органу на поворотні гідроциліндри 19 механічної синхронізації керування в приводах здійснюється електромагнітним гідрокраном 38. Підведення робочого органу до виконавчої блокуючої потужності Циліндри 6 виконуються електромагнітним гідрокраном 39.

Електричне управління роботою системи, послідовність роботи її елементів і т. п. забезпечується інтенсивно трансформованим керуючим пристроєм 40. Гідравлічна синхронізація одночасної роботи (обертання)) поршнів гідроциліндрів 19 забезпечуються дозаторами 41.

Управління піротехнічною аварійною системою для відкриття дверей 4, 5 з використанням піроразмеров 27 забезпечується блоком 42 з панеллю управління в кабіні екіпажу.

Система працює наступним чином.

При закритих закрилках 4, 5, резервуарах 2, 3 заповнених вогнегасною рідиною, утримуваними замками 22 виконавчо-блокуючої потужності 6 і циліндрами замка 7, циліндри 15, 32 видаляються всередині циліндрів 6 і 7 і герметизуються. плавучі поршні 16 силових циліндрів виконавчого замка 6 знаходяться в нижньому положенні.

За допомогою команди для розвантаження рідини через кран 38 робочий орган подається в обертіві циліндри 19 через фітинги. Поршні циліндрів 6 повертаються на 90о і пелюстки замків, ковзають по кульках, займають міжклітинний простір, таким чином відхиляючи штоки 15 і 32 від циліндрів 6 і 7. Петлі 4, 5, з'єднані зі штоками вузли 9, випущені для переміщення по отвору. Одночасно, через кран 39 і арматуру, робочий орган надходить у порожнину виконавчо-замикаючих силових циліндрів 6. Під дією ваги гасять рідина і тиск робочого органу на штоку 15, двері 4, 5 відкрито.

На кінці отвору клапанів 4, 5 штоки 32 циліндрів 7 (фіг. 5) контактують з феромагнітною рідиною 34, що міститься в циліндрах замка 7. Феромагнітна рідина 34 піддається впливу електромагнітних полів генерується електромагнітами 33, підвищує його в'язкість і гасить хід в кінці ходу 32, і так як напруга в обмотках електромагнітів 33 збільшується, він надійно фіксує штоки 32 у звільненому положенні. Шарніри 4, 5, з'єднані шарнірно зі

штоками 32 силами 9, закріплені у відкритому положенні. Крани 38, 39 встановлені в нейтральному положенні.

Синхронне обертання поршнів поворотних циліндрів 19 забезпечується електричними імпульсами через підсилювач і перетворювач 40 датчиків 30, з'єднаних з поворотними валами гідроциліндрів 19, що подаються в дозатор 41. Дозатори 41 забезпечують подачу робочий орган до поворотних циліндрів 19 пропорційної куту повороту з високою точністю. Командою для закриття дверей 4, 5 через кран 39 і арматури робочий орган подається в порожнину силових циліндрів Executive-Lock 6. Плаваючі поршні 16 циліндрів 6 під дією тиску робочого органу рухаються вгору, опір комірцям, видалення стебел 15.

Робоче тіло з порожнин через фітинги засунуто в систему. У той же час напруга на обмотках електромагнітів 33 замків циліндрів 7 зменшується, феромагнітна рідина 34 зменшує його щільність, тим самим відхиляючи головки 22 запасів 32 в зануреному стані в феромагнітну рідину, і лист 4, 5, що передає силу від виконавчо-замикає силових циліндрів 6, вільно переміщує запас 32 замків циліндрів 7 до упору.

У цьому випадку пілот- сигнал відображається на дисплеї в кабіні екіпажу і на підсилювальне- перетворюючому блоці 40. Після переміщення гнізд 15 виконавчого- фіксує циліндрів 6 і запасів 32 циліндрів блокування 7 \ t у верхнє верхнє положення головки гнізд 22 виконані у вигляді пелюсток, що знаходяться в міжшаровому просторі, при цьому двері 4, 5 закриті з необхідним затягуванням.

Це положення клапанів управляється сигналом і автоматично, з деякою затримкою часу, сигнал подається на кран 38 поворотних гідроциліндрів 19. Робочий орган через кран 38 через арматуру 21 поворотних циліндрів 19 надходить їх порожнини і переміщують поршні 18 в "закрите" положення, витісняючи через арматуру 20 робочий орган в систему порожнин. У цьому випадку рухливі пелюстки, пов'язані з осями поршнів 18 в площинах нижче площин фіксованих пелюсток 22 запасів 15 і 32, виходять за межі контурів фіксованих пелюсток 22 замків, забезпечуючи надійне закріплення штоки 15 і 32. Кран 39 перемикається і подає робочий орган через отвори в порожнині виконавчого блоку силових циліндрів 6, плаваючі поршні 16 переміщуються в крайнє нижнє положення. Кран 39, після цього, встановлюється в нейтральний. Система готується до наступного циклу розряду вогнегасної рідини.

У аварійній ситуації, наприклад, коли зліт відмовився від двигуна, у разі виходу з ладу описаної системи управління клапанами і розвантаження в штатному режимі, можна використовувати аварійну систему примусового

відкриття клапанів розряду рідини. З цією метою кожен із стрижнів 15, 32 силових циліндрів 6 виконавчого замикання і циліндрів блокування 7 оснащений піротехнічним з'єднувачем 27, який дозволяє при подачі на нього сигналу тривоги від аварійного блоку 42 управління, миттєво розріз змінних твердих з'єднаних між собою катушок двох частин кожного з запасів 15, 32 в нормальному (звичайному) режимі роботи системи. Виризання високоміцної оболонки пірозеду відбувається шляхом підриву спеціальної вибухової речовини, що міститься всередині піротехнічного з'єднувача 27. Амортизатор і його вплив на конструкцію резервуарів 2, 3 виключаються. Вали 15, 32 всіх циліндрів 6, 7 системи також миттєво розриваються в місцях установки піророз'ємів. Отвори 4, 5 отримують здатність під дією ваги, розташованої в резервуарах 2, 3 рідини відкриватися, тим самим забезпечуючи її аварійний сток.

При механічному керуванні замикаючими засувками закриті положення системи працює таким чином.

При закритих шторках 4, 5, заблокованих замками 22 виконавчо-блокуючої потужності 6 і циліндрами фіксатора 7, циліндри 15, 32 видаляються всередині циліндрів 6 і 7, а герметичні плавучі поршні 16 силових циліндрів виконавчого блокування 6 знаходяться в найнижчому положенні.

Вогнегасна рідина знаходиться в резервуарах 2 і 3.

І команду видачі рідини, через кран 38, робоча рідина подається в циліндр через штуцер. Поршень циліндра переміщується вліво і впливає на силу на штоку, через поворотний елемент, систему з'єднань або кабель проводки, з'єднуючи послідовно поворотні елементи кожної виконавчо-замикаючої потужності 6 і замкові циліндри 7, повертаючи елементи під кутом 90°. Пелюстки замків 22 кожного з циліндрів 6 і 7, ковзають по кульках, займають міжклітинний простір, таким чином відхиляючи штоки 15 і 32 від циліндрів 6 і 7. Петлі 4, 5 з'єднані зі штоками 15, 32 вузли 9 відпускаються для переміщення по отвору. Під дією ваги вогнегасної рідини і тиску робочого органу на стрижні 15 двері 4, 5 відкриті. На кінці отвору закріпків 4, 5, а також у першому варіанті здійснення системи, стебла 32 циліндрів 7 стикаються з феромагнітною рідиною 34, що міститься всередині замків циліндрів 7. Феромагнітна рідина 34, яка піддається впливу магнітних полів, що генеруються електромагнітами 33, гасить удар в кінці ходу 32 і в якості напруги в обмотках електромагнітів 33 міцно замикає штоки 32 у звільненому положенні, тим самим дозволяючи клапани 4, 5 бути у фіксованій відкритій позиції. Крани 38, 39 встановлені в нейтральному положенні.

При команді на закриття клапанів 4, 5 через 39 і дросельний клапан

робоча рідина подається в порожнину виконавчої і замикає силовий циліндр 6. Плаваючий поршень 16 циліндра 6 під тиском робочої рідини рухається вгору, спираючись на фланець 15 стрижнів \ t їх видалили. Робочий орган порожнини через фітинги зміщується в систему. У той же час електрична напруга на обмотках електромагнітів 33 замків циліндрів 7 знижується, феромагнітна рідина 34 знижує його щільність, таким чином відхиляючи головку 27 запасу 32, яка занурена в феромагнітну рідину. Крила 4, 5, шарнірно з'єднані зі штангою 15, 32, під зусиллями виконавчих силових блокуючих циліндрів 6, вільні для переміщення стрижнів 32 фіксуючих циліндрів 7 для зупинки того, що з'являється на дисплеї контрольного кокпіта і інтенсивно-перетворювального пристрою 40

Після переміщення стрижнів 15 виконавчо-блокуючого силового циліндра 6 і 32 штока фіксує циліндр 7 в крайньому верхньому положенні головки 22 стрижнів 15, 32, у вигляді пелюсток 23, є межлепестковим простором 24. Цей лист 4, 5 закритий підтягом необхідно.

Це положення дверей 4, 5 автоматично з деякою затримкою часу подається як електричний сигнал на кран 38 управління циліндрами 37. Робочий орган через кран 38 вздовж сопла 44 (фіг. 8) входить в порожнину 4 циліндр 37 і переміщує поршень 45 циліндра 37 в положення "закритий", витісняючи порожнину через штуцер 43 робочого органу в систему. Брус 46 циліндра 37, що діє через поворотні елементи 35, систему канавок 36 або кабельна проводка, яка послідовно з'єднує поворотні елементи 35 кожного з виконавчих блокуючих силових циліндрів 6 і замків циліндрів 7, обертає \ t елементи 35 під кутом 90 °.

Рухомі частки 23 замків пов'язані з поворотними осями елементів 35, все ще нижче площини 22 пелюсткових стрижнів 15 і 32, що викликають для контурів фіксованого частки 22 замки, що забезпечують надійну фіксацію стрижнів 15 і 32.

Клапан 39 перемикає і подає робоча рідина через отвори в порожнині 7 виконавчо-замикають силових циліндрів 6, плавучі поршні 16 переміщуються в крайнє нижнє положення. Потім кран 39 встановлюють у нейтральне положення. Система готується до наступного циклу розряду вогнегасної рідини.

Таким чином, надійність системи шляхом виключення контакту з важкими елементами замків вогнегасної середовища, спрощення конструкції за рахунок виключення трудомісткого управління елементами дорожніх затворів розрядів рідини дозволяє однолисту піротехнічну систему аварійного скидання рідини в аварійних ситуаціях і знизити вагу конструкції.

При механічному керуванні замками замикання закритого положення

закрилків, їх принцип роботи і заміни дозволяє використовувати малогабаритні поворотні елементи, регульовані по довжині тягової або кабельної проводки, з'єднуючи їх між собою і з органами управління і дозволяє керувати замками вручну.

Низьконавантажене керування замками близьке до нейтральної осі (осі жорсткості) літака і відчуває менші напруги від впливу аеродинамічних сил. З точки зору енергії, цей варіант управління замком є найбільш вигідним.

Висновки

Використання лідару в прицільно-навігаційній системі літака АН – 32П дозволить виявляти пожежу на ранніх стадіях горіння, та вчасно реагувати і локалізувати осередок займання.

Нові можливості виявлення осередків лісової пожежі, дозволять підвищити пожежну безпеку лісових масивів, а також захист стратегічно-важливих об'єктів, великих підприємств і поблизу знаходяться населених пунктів і населення від природних катаклізмів.

Використання лідару на літаках АН - 32П дозволить локалізувати пожежі на ранніх стадіях і не допускати розповсюдження вогню. Це збереже більше лісів і життів лісних звірів та людей.

Список використаних джерел

1. https://stud.com.ua/71745/bzhd/prirodni_pozhezhi
2. <https://studfiles.net/preview/5226319/page:7/>
3. https://pidruchniki.com/16330826/bzhd/lisovi_torfovi_pozhezhi
4. https://stud.com.ua/28369/bzhd/pozhezhi_stepovih_hlibnih_masiviv
5. Комяк В.А. Радиотепловая сканирующая система для пожарных служб авиационной охраны лесов / В.А. Комяк, С.А. Шило // Харьков: Институт радиопизики и электроники им. А.Я. Усикова 2003.- 25 с. 2. Отчет ГУ МЧС в Харьковской области по результатам ликвидации последствий лесных пожаров на «ГП Изюмское лесное хозяйство» (14-21 августа 2008 года).
6. Antonov.com. АНТК им. О.К.Антонова. Самолет для тушения лесных пожаров Ан-32П 4. Plucinski MP, Gould JS, McCarthy GJ (2004) Scientific approach in assessing aerial suppression. Bushfire Cooperative Research Centre Inaugural Conference, Perth, 7-9 October 2004, pp 19-24. 5. Robertson K, Fogarty L, Webb S (1997b) Guidelines for determining aerial drop patterns in open areas. New Zealand Forest Research Institute, Rotorua, NZ. 6. Suter A (2000) Drop testing airtankers: a discussion of the cupand-grid method. Technology & Development Program, USDA Forest Service, Missoula, Montana.
7. M. Plucinski, J. Gould, G. McCarthy, J. Hollis (2007) The effectiveness and efficiency of aerial firefighting in Australia.
8. Хргиан А.Х. Физика атмосферы. Л., Гидрометеиздат, 1969. 647с.
9. Мелещенко Р.Г. Моделирование параметров сброса воды с пожарного самолета Ан-32П на основании данных полученных Cupand-grid методом/ Р.Г. Мелещенко, В.К. Мунтян, И.К. Кириченко// Проблемы пожарной безопасности: Сб.научн.тр.-Вып. 28. – Харьков: НУГЗУ, 2010. – С.86-92.
10. Мелещенко Р.Г. Формирование водяного пятна при сбросе воды с пожарного самолета Ан-32П/ Р.Г. Мелещенко, В.К. Мунтян, И.С. Агапова// Проблемы пожарной безопасности: Сб.научн.тр.-Вып. 26. – Харьков: УГЗУ, 2009. – С.79-84.
11. Шашков В.Б. Обработка экспериментальных данных и построение эмпирических формул. Курс лекций. : Учебное пособие.- Оренбург: ОГУ, 2005. – 150 с.
12. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие для вузов/ В. Е. Гмурман. – 9-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2003. – 479 с.

