

Lietuvos  
Respublikos  
valstybinis  
patentų biuras

(11) **LT 6953 B**

(51) Int. Cl. (2022.01):

**B05C 5/00**  
**B64D 1/00**  
**B05B 12/00**  
**B05B 9/00**  
**A01K 11/00**

## (12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(21) Paraiškos numeris: **2021 511**  
(22) Paraiškos padavimo data: **2021-03-25**  
(41) Paraiškos paskelbimo data: **2022-10-10**  
(45) Patento paskelbimo data: **2022-10-25**

(73) Patento savininkas:  
**Robotopia, UAB, M. Pretorijaus g. 7-6, 06227 Vilnius, LT**

(72) Išradėjas:  
**Sergey ODINOKOV, LT**  
**Stylianos CHRISTODOULOU, GR**

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:  
**Liudmila GERASIMoviČ, 9, II „Liudmila Gerasimovič, Patentinis patikėtinis“, Vingrių g. 13-42, LT-01141 Vilnius, LT**

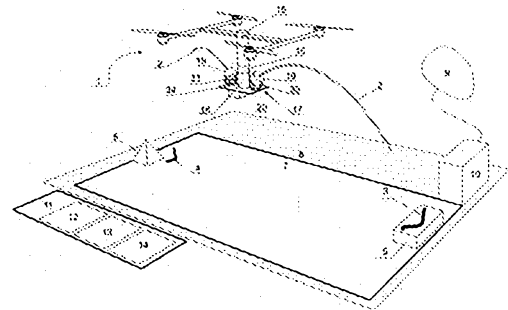
**LT 6953 B**

(54) Pavadinimas:

**Skysčio tiekimo būdas, išleidžiant ištisinę srovę, ir šio būdo įgyvendinimo sistema**

(57) Referatas:

Išradimas skirtas organizuoti cheminiam apdorojimui skirtų skystų priemonių mažų dozių tikslinį tiekimo iš bepiločio orlaivio procesą, pavyzdžiui, tiksliojoje žemdirbystėje arba gyvulininkystėje. Reikiamos skystų cheminio apdorojimo priemonių dozės tiekimas į reikiamą apdorojimo vietą serija iš vieno arba kelių tikslinių ištisinės, o optimaliai laminarinės, srovės išleidimų iš judančio bepiločio orlaivio, remiantis išradimo tiekimo būdu ir/arba sistema, vyksta be reikšmingo skysčio nunešimo į šalį ir nepatiriant nuostolių už apdorojimo vietos ribų, lyginant su žinomais purškimo būdais ir įrenginiais, taigi, tai yra labiau ekologiška ir ekonomiška; o pati apdorojimo sistema turi minimalų neigiamą poveikį apdorojimo vietoms ir užtikrina bepiločių orlaivių judėjimą optimaliais ir saugiais maršrutais.



1 pav.

## TECHNIKOS SRITIS

Išradimas priskirtinas žemės ūkio, miškų ūkio, gyvulininkystės sritims, būtent, skysčio tiekimo būdams ir sistemoms, kai skystis tiekiamas išleidžiant jį iš bepiločio aparato nukreipta srove, pasiekiančia apdorojamą objektą ištisinės skysčio srovės pavidalu arba stambių lašų, susidariusių susiskaidžius ištisinei srovei. Būdas ir sistema skirti apdoroti vaismedžius, krūmus, palmes ir kitus augalus, žemės ūkio plotus, miško naudmenas arba kitus žemės sklypus, o taip pat gydyti ir apsaugoti gyvūnus.

Išradimas gali būti naudojamas vieno ar daugelio komponentų skysčių, suspensijų, liozolių ir skystų gelių dozių tiksliniam tiekimui tiksliosios žemdirbystės ir gyvulininkystės sistemose, įskaitant kovos su kenksmingais vabzdžiais, gyvūnais-kenkėjais ir parazitinais augalais priemones, taip pat tiekti skystas gyvūnų žymėjimo arba apdorojimo priemones, bei apdoroti civilinius, infrastruktūrinius, karinius objektus, tiek stacionarius, tiek ir mobilius.

## TECHNIKOS LYGIS

Vaismedžių derlius kenčia nuo vaisinių muselių ir kitų vabzdžių, kurie ėda jų žiedynus ir vaisius, arba sudeda į juos kiaušinėlius arba lervas, pažeidžiant vaisius iš vidaus. Per pažeistas vietas į vaisius patenka bakterijos ir grybeliai, vaisiai toliau genda ir tai neigiamai veikia tiek derlių, tiek ir galutinės produkcijos kokybę. Kovai su vabzdžiais naudojami insekticidai, tiesiogiai arba masalų sudėtyje.

Erkės, musės ir kiti vabzdžiai taip pat kenkia gyvuliams –mažina primilžius, išsekina gyvulius ir perneša pavojingas ligas. Kovai su jais gyvulininkystėje aktyviai naudojami tiek insekticidai, tiek repelentai. Apipurškiama rankiniu būdu, praleidžiant gyvūnus per rėminį purkštuvą, bei purkštuvais suderintais su šėryklomis.

Tačiau nėra žinoma sprendimų, kaip laisvai judančius objektus, pavyzdžiui, besiganančius gyvulius, apdoroti repelentais ir insekticidais. Apdorojimas iš žemai skraidančių dronų yra probleminis, nes gyvūnai instinktyviai baiminasi triukšmą keliančių aparatų. Purškimas iš aukščio būtų susijęs su mažu efektyvumu ir aplinkos teršimu.

Pesticidai, insekticidai ir kitos kovos su kenksmingais vabzdžiais, grybeliais ir augalais priemonės yra pavojingos ir visai aplinkos, į kurią jie patenka, florai bei faunai. Pagrindinis apdorojimo pesticidais būdas –skystų mišinių purškimas. Tokiam būdui

būdingas purškiamų aerosolių nunešimas į šalį nuo apdorojamų augalų arba teritorijų, dalies purškiamo mišinio patekimas ant žemės, purkštukų arba kitų purškimo įtaisų elementų pratekėjimas, aerosolių lašų nusėdimas ant purškimo įtaiso elementų arba nešančio aparato (antžeminės arba oro transporto priemonės), taip pat į nuotekų vandenį iš aikštelių, kuriose purškimo įtaisai bei jų nešikliai valomi ir plaunami. Pažymėti, kad žemės ūkio sektoriui būdingas didelis personalo mirtingumas nuo pesticidų ir nuodingų medžiagų, o tai parodo turimų apsaugos priemonių nepakankamumą.

Praktika rodo, kad šiuolaikiniai insekticidai turi būti naudojami mažomis dozėmis, pavyzdžiui, apdorojant alyvmedžius vienam medžiui imama nuo kelių ar kelių dešimčių mililitrų. Atsižvelgiant į susijusią su galutine produkcija ekologiškumo tendenciją (*ecoarba organic products*), atsiranda naujos priemonės, naudotinos vis mažesnėmis dozėmis. Tokiems nedideliems kiekiams naudoti reikia kurti specialius būdus, nes standartiniai sprendimai, pagrįsti purškimo technologija, tampa nebeefektyvūs.

Pavyzdžiui, purškimas iš bepiločių orlaivių yra susijęs su neišvengiamu lašų nunešimu į šoną dėl vėjo ir dėl paties orlaivio sraigčių sukiamų oro srautų. Kadangi reikiamos dozės labai nedidelės, tai bet koks nunešimas purškimo metu lemia ženklų veikliųjų agentų netekimą ir aplinkos teršimą. Aerosolinių lašų didinimas, pavyzdžiui, nuo 60 iki 700 mikrometrų, tik iš dalies išsprendžia šią problemą, tačiau sukelia naujas – turimi purkštuvai ima lašėti (prateka), tikslus dozavimas komplikuojasi.

Apdorojimas nedidelėmis pesticidų dozėmis iš bepiločių orlaivių taip pat susiduria su kita problema – stipriu žemyn slenkančio oro srautu, kurį sukelia paties aparato besisukantys propeleriai. Šis srautas sukelia per didelę apkrovą medžio kamienui ir šakoms, gali numušti prinokusius vaisius ir praskiria medžio vainiką, dėl to padidėja tikimybė, kad darbinė medžiaga (aktyviosios kompozicijos) pateks ant žemės. Prinokę vaisiai lengvai atsiskiria nuo augalo, o kadangi aktyvi kova, pavyzdžiui, su vaisinėmis muselėmis, vyksta būtent vaisių nokimo stadijoje, tai dėl tokių srautų bus netenkama žymios derliaus dalies.

Kai kas mažina veikliųjų agentų koncentraciją, atskiedžiant juos didesniu vandens kiekiu. Tačiau masalui dažnai naudojamas melasos sirupas arba jo analogai, o jį per daug atskiedus, mažėja lipnumas, dėl to ne tik sumažėja apdorojimo efektyvumas, bet ir padidėja apdorojimų skaičius per sezoną, o tai neekologiška ir

ekonomiškai neefektyvu.

Skrydžio aukščio didinimas, siekiant sumažinti žemyn slenkančio oro srauto poveikį medžių lajai, lemia purškiamų medžiagų nunešimo padidėjimą, jų praradimą ir aplinkos taršą.

Propeleriai sukelia sūkurinius vertikalius srautus, dėl to iš dalies šie srautai įtraukia aerozolio lašus, užsiteršia dalį bepiločio orlaivio ar jį visą, be to purškiamos medžiagos yra nunešamos dar toliau.

Purkštuvai, skirti masinei žemės ūkio įrangai, yra standartizuoti pagal generuojamų lašelių dydį, priklausomai nuo skysčio darbinio slėgio. Egzistuoja purkštuvų kodavimo sistemos, atsižvelgiant į gaunamų lašelių dydį, pavyzdžiui pagal ASABE-S572.1, nuo „itin smulkių“ (*extremely fine*), kurių lašų skersmuo mažesnis kaip 60 mikrometrų, iki „itin stambių“ (*ultra coarse*), kurių lašų skersmuo didesnis kaip 665 mikrometrai. Grupės, kurios lašų dydis 4–6 mm, nėra, tačiau būtent tokio dydžio lašai yra rekomenduojami apdoroti vaismedžius apnuodytais masalais, pavyzdžiui, SUCCESS™ 0.24 CB arba GF-120™ NF, gamintojo Corteva AgriSciences, kuris ieškodamas išeities iš susidariusios padėties rekomenduoja vartotojams modifikuoti standartinius purkštuvus, kurių išleidimo angos skersmuo 1-3 mm.

Taigi, pavojingų cheminių medžiagų nuostolių mažinimas, kova su nuotėkiais ir aplinkos tarša tampa svarbiais ekologiniais ir ekonominiais iššūkiais.

Siekiant tikslaus skystų medžiagų mažų dozių tikslinio tiekimo ant stacionarių ir/arba judančių objektų iš bepiločio orlaivio, purškimo technologija yra nepriimtina, todėl atsiranda poreikis kurti skysčių tiekimo priemones, kurios nėra purškimo įtaisai.

Gera alternatyva purškimui yra ištisinių srovių naudojimas. Ištisinė srovė dėl neišvengiamai ant jos paviršiaus atsirandančios kapiliarinės bangos galiausiai susiskaido į atskirus lašus, kurių skersmuo paprastai viršija pačios srovės skersmenį. Ištisinių srovių susiskaidymo reiškinys aprašomas Plato-Reilio nestabilumo teorija. Susidarantys lašai dėl jų masyvumo mažai nešami į šoną. Dėl sąlyginai nedidelio judėjimo greičio, lyginant su purškimu, šie lašai paprastai nesusėja susiskaidyti į mažesnius, kol pasiekia apdorojimo objektą.

Atstumą nuo šaltinio, kuriame ištisinė srovė susiskaido į atskirus lašus, daugiausiai lemia srovės laminarumo kokybė. Kuo labiau laminari yra srovė, tuo ilgiau ji išlieka vientisa. Vientisos, o ypač laminarinės srovės yra atsparios nestipraus vėjo

gūsiams, pasižymi puikiai atsikartojančia forma ir trajektorija, ir užtikrintai tiekia skystį į reikiamą erdvės tašką be jokio žymesnio nunešimo į šoną. Laminarinė srovė neįsiurbia oro ir nesudaro aerozolio, tai ištisinis vienalytis kūnas. Pavyzdžiui, išleista į viršų kampu į horizontą laminarinė srovė primena viršūne į viršų išlenktą parabolinę šerdį, net gana nutolus nuo srovės išleidimo šaltinio išlaiko savo vientisumą bent iki viršutinio trajektorijos taško, o dažnai ir žemyn krentančioje jos dalyje žemiau laminarinės srovės šaltinio išleidimo angos lygio.

Laminarinė ištisinė srovė, išleista į viršų kampu į horizontą, leidžia užtikrinti skysčio tiekimą balistine trajektorija ant arba į objektą, gana nutolusį nuo srovės šaltinio horizontaliai. Ištisinės srovės nutraukimas formuoja laisvai ore skrendančios skysčio šerdies segmentą, žinomo skerspjuvio ir ilgio, ir, atitinkamai, žinomo tūrio, kuri tam tikru atstumu nuo šaltinio susiskaido į vienas po kito skrendančių stambių panašaus dydžio lašų grupę.

Laminarinių srovių šaltiniai, dažnai vadinami laminarinio srauto generatoriais, bei jų pertraukikliai yra naudojami fontanuose ir aprašyti eilėje patentų: US8177141B2; US2011073670A1; US2016121357A1; US8333331B1; US4795092A; EP1153663A2; US2003010836A1; US9744471B1; JPH09314009A; US5641120A; US5927320A; US6676031B2; US6752373B1 ir kt.

Daugelis jų yra skirti dirbti su atviromis sistemomis (atvirais rezervuarais) ir netinkami naudoti apdorojimui insekticidais ir panašiais skysčiais.

JAV patentų dokumentuose US9265204B2 ir US2017020087A1 aprašytas įrenginys, skirtas laistyti srovėmis, yra įjungtas į sistemą, apimančią vaizdo jutiklį, nuolat stebintį vejų arba augalų būseną.

Konkrečiai US2017020087A1 aprašyta laistymo sistema antžeminiu robotu (bepiločiu aparatu), kuriame sumontuotas vandens rezervuaras ir ištisinės vandens srovės generatorius; kur generatorius įrengtas su pasukamuoju įtaisu, galinčiu keisti srovės išleidimo kryptį. Sistema apima minėtą vaizdo jutiklį su linzių sistema, skirtą fiksuoti laistymo zonos vaizdus, valdymo stotį ir užpildymo stotį. Robotas turi akumuliatoriaus įkrovimo jungtį ir užpildymo jungtį, per kurią iš užpildymo stoties pripilamas skystis, taip pat turi debitomatį, skirtą matuoti srautą arba laistomo skysčio kiekį.

Tokia sistema skirta tik antžeminiam naudojimui. Robotas (bepilotis aparatas)

nėra skirtas impulsiniu būdu išleisti mažas skysčio dozes ir reikiamų parametrų srovės. Skysčio srovė nutraukiama užsklendimo vožtuvu generatoriaus įleidimo angoje, dėl ko atsiranda skysčio nuostoliai pereinamųjų procesų metu. Nėra judėjimo maršruto optimizavimo nuo objekto prie objekto, nuo taikinio prie taikinio. Laiko tarpas, reikalinga įkrauti energijos šaltinį pačiame bepiločiame aparate, užtrunka gana ilgai, o tai turi neigiamą poveikį apdorojimo tempams.

Judančių objektų apdorojimas susijęs su papildomais sunkumais – objektų erdvinių koordinatijų nežinojimu, bei problema nustatyti, kuris grupės objektas jau buvo apdorotas, o kuris ne.

Žinomi stacionarūs gyvūnų apdorojimo insekticidais ir repelentais būdai ir įrenginiai (pavyzdžiui, US3699928A, US3602199A, WO0057693A1, US3496914A, WO9006675A1, US2011120385A1, RU2558970) bei stacionarios šėryklos, suderintos su purkštuvu (pavyzdžiui, US9339009B1, JPH09107837A ir kt.), yra netinkami laisvai besiganančių gyvulių apdorojimui. Esami gyvulių apdorojimo repelentais sprendimai dažnai pagrįsti rūko generavimu naudojant dyzeliną (pav., RU2595831; RU2724462C1 ir kt.). Tokie sprendimai pavojingi ekologijai ir ekonomiškai nėra optimalūs.

#### IŠRADIMO ESMĖ

Siūlomas techninis sprendimas skirtas spręsti tokią problemą, kaip užtikrinti skystų medžiagų, pavyzdžiui, apnuodytų insekticidais skystų masalų, repelentų arba spalvotų žymeklių, mažų dozių tikslinį tiekimą ant apdorojamų objektų ar taikinių, tokių kaip vaismedžiai, palmės, krūmai arba gyvūnai, naudojant būdą, kuriuo išvengiama skysčio patekimo ant pašalinių objektų arba į tuos objektus supančią aplinką, ir dėl kurio sumažėja transportuojančio skysčių tiekimo į/ant pačių objektų ar taikinių įrenginį, bepiločio aparato poveikis. Šio išradimo techninė užduotis – sukurti patikimas priemones, kurios užtikrintų mažų skysčio dozių distancinį tikslinį tiekimą ant apdorojamų objektų iš bepiločių orlaivių būdu, skirtingu nuo žinomų purškimo sistemų ir kuris būtų pranašesnis savo ekologiškumu ir ekonominiu efektyvumu.

Siekiant įveikti minėtas problemas ir išspręsti techninę problemą, siūlomas kompleksinis techninis sprendimas, apibūdinamas požymių, išvardytų išradimo apibrėžties punktuose, visuma.

Skysčio tiekimo būdas, išleidžiant ištisinę srovę, pagal šį išradimą apima:

- informacijos apie apdorojimo teritoriją gavimą;
- apdorojimo vietų nustatymą, remiantis gauta informacija apie apdorojimo teritoriją;
- skysčio tiekimą valdomu ištisinės srovės išleidimu į nustatytas apdorojimo vietas iš į ją nukreipto bepiločio aparato;
- bepiločio aparato aptarnavimą tam skirta infrastruktūra.

Siūlomame būde:

- informacijos apie apdorojimo teritoriją gavimas apima reperinių objektų netuščios aibės, kurios atžvilgiu nustato apdorojimo vietų netuščią aibę ir, atitinkamai, apdorojimo taikinių netuščią aibę, formavimą;
- kiekvienam taikiniui nurodo apdorojimo parametrų grupę, ir, atsižvelgiant į taikinį ir nurodytus parametrus, nustato apdorojimo trajektorijų netuščią aibę su valdomų ištisinių nukreiptų skysčio srovių išleidimų serija;
- taikinių pagal nurodytus parametrus apdorojimą vykdo serija valdomų nukreiptų ištisinių srovių išleidimų iš bepiločio orlaivio, judančio pasirinkta apdorojimo trajektorija;
- bepiločio aparato aptarnavimas apima bepiločio orlaivio, laukiančio skrydžio ar jį pabaigusio eiline arba avarine tvarka, dislokavimą laukimo vietoje.

Reperiniai objektai siūlomame būde apibūdinami erdvine padėtimi ir orientacija, arba jų galimo buvimo globalios arba lokalsios navigacinės sistemos koordinačių sistemoje erdvine sritimi; kiekvienam taikiniui iš galimų apdorojimo trajektorijų aibės parenka apdorojimo trajektoriją su pastoviu bepiločio orlaivio judėjimo ja kursiniu greičiu ir, optimaliai, tiesia linija; apdorojimo parametrai apima skysčio dozę ir vieną arba abi iš priimtinių tiekti nurodytą dozę į taikinį srovės fazių iš grupės, apimančios ištisinę fazę ir fazę stambių lašų, susidariusių susiskaidžius ištisinei fazei, o nukreipta ištisinė srovė, optimaliai, yra laminarinė.

Apdorojamų vietų apdorojimą, naudojant siūlomą būdą, vykdo vienu arba keliais bepiločiais orlaiviais, kurių kiekvieną įrengia su vienu arba keletu skysčių laikymo rezervuarų ir vienu arba keletu nukreiptos skysčio srovės valdomo išleidimo generatoriumi (-iais), į kuriuos skystis yra tiekiamas iš atitinkamų rezervuarų. Be to, bepiločiam orlaiviui judant taikinio apdorojimo trajektorija, užtikrina valdomo išleidimo

generatoriaus (-ių) kampinį stabilizavimą vienoje ar keliose plokštumose, valdant juos nešančio bepiločio orlaivio orientavimą ir, nebūtinai, konfigūruojant papildomus kampinius stabilizatorius, per kuriuos valdomo išleidimo generatorių (-ius) montuoja ant bepiločio orlaivio.

Nurodyti reperiniai objektai, kurių atžvilgiu nustatyta apdorojimo vienu iš bepiločių orlaivių taikinių netuščia aibė, pavieniui arba grupėmis yra nustatomi ir, nebūtinai, toliau stebimi pagal vaizdus iš įrengto bepiločiame orlaivyje vaizdo jutiklio ir /arba nuotolinio vaizdo jutiklio (*TOF, Time-Of-Flight*), nustatant bepiločio orlaivio ir kiekvieno reperinio objekto jų santykinę padėtį ir orientaciją.

Taikinio apdorojimo parametrų grupę papildo dozės paskirstymu taikinyje taip, kad taikiniui, kuris yra bet kokio baigtinio ilgio linija, įskaitant nulinį ilgį, nurodytą skysčio dozę paskirsto per taikinio ilgį, nurodant absoliutų skysčio kiekį viename ar keliuose jo taškuose, arba bet kokio nenulinio baigtinio ilgio taikiniui nurodytą skysčio dozę paskirsto per taikinio ilgį, nurodant skysčio kiekį ilgio vienetui kiekviename taikinio taške, kur nurodytą dozę užtikrina konfigūruojant ir, optimaliai, valdant skysčio srautą, išleidžiamą į taikinį, ir valdant kiekvienos srovės iš srovių serijos išleidimo laiką.

Išradimo įgyvendinimo variante reperinius objektus ir/arba nustatytus jų atžvilgiu taikinius prieš apdorojimą paženklinama medžiagomis-žymekliais; bepilotį orlaivį įrengia su priemonėmis, nustatančiomis, ar ant reperinio objekto ir/arba taikinio esama medžiagos-žymeklio, o taikinio apdorojimo parametrų grupę papildo apdorojimo poreikio rodikliu, nustatant medžiagos-žymeklio buvimą ant taikinio ir/arba objekto, kurio atžvilgiu buvo nustatytas taikinis; be to, kaip medžiagą-žymeklį naudoja patį skystį, jeigu galima nustatyti jo buvimą ant reperinio objekto ir/arba taikinio, naudojant nurodytas medžiagos-žymeklio nustatymo priemones, arba medžiagos-žymeklio prideda į skystį.

Taikinio apdorojimo trajektoriją apibrėžia nenutrūkstančios erdvėje linijos segmentu, kurios kiekviename taške užtikrinta bepiločio orlaivio ir taikinio santykinė padėtis ir orientacija bei srovės išleidimo kryptis, kurie kartu užtikrina, kad srovė pasieks taikinį bet kurioje iš apdorojimo parametrais nurodytų srovės fazių.

Taikinio apdorojimo serijos srovių skaičių nustato atsižvelgiant į valdomo išleidimo generatoriaus (-ių) stabilaus nenutrūkstamo darbo garantuotą laiką ir į tai, ar yra kliūčių vienos apskaičiuotos ištisinės srovės, užtikrinančios taikinio apdorojimą

pagal nurodytus apdoravimo parametrus, kelyje į taikinį iš judančio taikinio apdoravimo trajektorija bepiločio orlaivio.

Bepiločio orlaivio judėjimą taikinio apdoravimo trajektorija apibrėžia kaip apdoravimo būseną; bepiločio orlaivio judėjimą tarp apdoravimo trajektorių apibrėžia kaip tranzito būseną; kitokį judėjimą apibrėžia kaip aprūpinimo būseną, o bepiločio orlaivio būseną nejudant vienoje iš aptarnavimo vietų apibrėžia kaip laukimo būseną.

Bepiločio orlaivio būsenų seka, prasidedanti ir pasibaigianti laukimo būsenomis, nustato bepiločio orlaivio judėjimo maršrutą, o pagal maršrutą sudarančias apdoravimo būsenas nustato maršrutą atitinkančių taikinių aibę, be to, kiekvienam bepiločiam orlaiviui, esančiam aprūpinimo būsenoje, kuri eina prieš pirmą apdoravimo būseną, priskiria aprūpinimą atitinkančiu maršrutą skysčio kiekiu jo skysčio laikymo rezervuare (-uose), tam nukreipiant orlaivį į vieną iš užpildymo vietų, ir maršrutą atitinkančiomis energijos atsargomis jo pakeičiamuose energijos šaltiniuose, nukreipiant jį į vieną iš energijos šaltinių keitimo vietų.

Netuščios aibės taikinių apdoravimą vykdo vienu arba keliais bepiločiais orlaiviais vienos sesijos metu, kur sesiją sudaro vienas ar daugiau maršrutų, kurių kiekvienas nustatytas apdoroti taikinių poaibį vienu iš bepiločių orlaivių, įtraukiant į jo maršrutą atitinkamas apdoravimo būsenas.

Formuojant sesijų maršrutus bepiločiam orlaiviui, kuris įrengtas su dviem ar daugiau valdomo išleidimo generatoriais, iš galimų apdoravimo trajektorių aibės parenka apdoravimo trajektorijas, kurias galima sujungti į ištisinį linijinį maršruto ruožą, kuriuo bepilotis orlaivis juda pastoviu kursiniu greičiu ir, optimaliai, tiesia linija.

Optimaliame būdo įgyvendinimo variante maršrutui su dviem ar daugiau apdoravimo būsenomis iš galimų apdoravimo trajektorių aibės parenka apdoravimo trajektorijas, kurios kartu sudaro patį trumpiausią ir tiesiausią maršrutą, optimaliai, su pastoviu bepiločio orlaivio judėjimo kursiniu greičiu maksimalia maršruto dalimi.

Bepilotį orlaivį jo sesijos paskutiniame maršrute metu aprūpinimo būsenoje, kuri seka po paskutinės apdoravimo būsenos, nukreipia į vieną iš užpildymo vietų išpilti skysčio likučius iš jo skysčio laikymo rezervuaro (-ų) ir/arba praplauti skysčio laikymo rezervuarą (-us) ir, nebūtinai, valdomo išleidimo generatorius.

Siūlomo būdo galimame įgyvendinimo variante sesijai, skirtai apdoroti stacionarių reperinių objektų atžvilgiu nurodytų taikinių netuščią aibę vienu ar daugiau

bepiločiais orlaiviais, nustato:

- bepiločio orlaivio buvimo kiekvienoje bepiločio orlaivio būsenoje per pasirinktą laiko vienetą svorio koeficientus;
- stiprinančius daugiklius judėjimo su pagreičiu intervalams;
- silpninantį daugiklį, atvirkščiai proporcingą likusiam nepanaudoto skysčio kiekiui;

ir nustato tiekimo trajektorijas, kurias kartu grupuoja į maršrutų aibę, apibūdinamą maršrutų integralių per tam tikrą laiką verčių svorio koeficientų sandaugos iš stiprinančių ir silpninančių daugiklių atskirais maršrutais minimalia suma.

Taikinio apdorojimo parametrų grupę pasirinktinai papildo vienu arba daugiau apribojimais iš grupės, apimančios:

- azimuto diapazoną ir/arba kampo tarp horizonto ir skysčio tiekimo į taikinį krypties diapazoną;
  - zoną reperinio objekto atžvilgiu, kurioje draudžiama būti bepiločiam orlaiviui;
- ir
- zoną reperinio objekto atžvilgiu, kurioje rekomenduojama būti bepiločiam orlaiviui.

Bepiločio orlaivio ir apdorojimo vietos santykinę padėtį apibūdina aukščių skirtumu ir horizontaliu atstumu tarp jų, o srovės išleidimo kryptį apibūdina kampu tarp srovės išleidimo krypties ir horizonto, bei apdorojimo vietos azimutu bepiločio orlaivio atžvilgiu, ir, naudojant bepiločio orlaivio ir apdorojimo vietos santykinę padėtį, viso taikinio apdorojimo laiko metu nustato korekciją dėl bepiločio orlaivio greičio vektoriaus apdorojimo vietos atžvilgiu ir, nebūtinai, dėl nurodyto arba matuojamo vėjo greičio vektoriaus.

Sesijos nurodytų taikinių apdorojimą vykdo, paskirstant maršrutus tarp veikiančių bepiločių orlaivių tokiu būdu, kad suminis laikas, kurį visi bepiločiai orlaiviai praleidžia laukimo būsenoje, būtų minimalus.

Neeilinės avarinės situacijos susidarymo bepiločiame orlaivyje atveju nutraukia jo vykdomą maršrutą ir nukreipia jį į artimiausią laukimo vietą arba, alternatyviai, pagal galimybę saugiai nuleidžia jį už aptarnavimo ar laukimo vietų ribų.

Kitas esminis siūlomo išradimo objektas yra skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, aprašyto būdo įgyvendinimui, apimanti:

- informacijos apie apdorojimo vietas šaltinį;
- bepilotį aparatą, įrengtą su valdymo kontrolieriu ir nešantį skysčio tiekimo nukreipta srove įrenginį, apimantį skysčio laikymo rezervuarą ir nukreiptos skysčio srovės valdomo išleidimo generatorių;
- bepiločio aparato aptarnavimo infrastruktūrą;
- valdymo stotį, susietą su informacijos apie apdorojimo vietas šaltiniu, valdymo kontrolieriu ir bepiločio aparato aptarnavimo infrastruktūra.

Siūlomoje sistemoje:

- informacijos apie apdorojimo vietas šaltinis apima informaciją apie nurodytų taikinių netuščią aibę, nustatytą reperinių objektų, esančių apdorojimo teritorijoje, kurią apima lokalsios arba globalios navigacinės sistemos veikimo zona, netuščios aibės atžvilgiu;
- bepilotis aparatas yra vienas ar daugiau bepiločių orlaivių, kurių kiekvienas yra priemonė, užtikrinanti aukštį ir kampinį stabilizavimą vienoje ar daugiau plokštumose vieno ar daugiau ant jo sumontuotų skysčio tiekimo nukreipta srove įrenginių generatoriaus srovės išleidimo metu;
- bepiločio orlaivio valdymo kontrolieris yra įrengtas su lokalsios arba globalios navigacijos sistemos tikslios navigacijos priemonėmis ir orientavimo ir kurso nustatymo priemonėmis, apimančiomis kompasą arba magnetometrą;
- skysčio tiekimo įrenginys yra konfigūruotas serijai iš vieno ar kelių nukreiptų į taikinį ištisinių, optimaliai, laminarinių skysčio srovių išleidimų, ir
- yra įrengtas su nuosavu valdymo kontrolieriu, susietu su bepiločio orlaivio valdymo kontrolieriu ir valdymo stotimi; ir
- yra įrengtas su vienu arba daugiau skysčio srovės valdomo išleidimo generatoriais, kurių kiekvienas prijungtas prie skysčio rezervuaro per valdomą skysčio posistemę;
- valdymo stotis apima:
- bepiločių orlaivių maršrutų, einančių per kiekvieno iš nurodytų taikinių

apdoravimo trajektorijas, formavimo priemonės;

- nurodytų bepiločių orlaivių judėjimo maršrutais valdymo priemonės, susijusias su maršrutų formavimo priemonėmis;

- su judėjimo valdymo priemonėmis susijusias ryšio priemonės su bepiločių aparatų valdymo kontrolieriais, su skysčio tiekimo įrenginių valdymo kontrolieriais ir, nebūtinai, su užpildymo vietomis ir/arba energijos šaltinių keitimo vietomis;

- aptarnavimo infrastruktūra yra sudaryta iš vienos arba daugiau aptarnavimo vietų, apimančių vieną arba daugiau energijos šaltinių keitimo vietas, vieną arba daugiau užpildymo skysčiu vietas, vieną arba daugiau laukimo vietas, esančias bendroje aikštelėje arba paskirstytas pavieniui arba grupėmis, įskaitant, nebūtinai, įrengtas kaip daugiavercės aptarnavimo vietas, konfigūruotos kaip stacionarinė ir/arba mobili antžeminė stotis.

Siūlomos sistemos variante keli srovės išleidimo generatoriai gali būti prijungti prie rezervuaro per vieną valdomą skysčio posistemę.

Minėtas tiekimo įrenginys yra konfigūruotas serijai iš vieno arba daugiau ištinės skysčio srovės išleidimų į taikinį, esantį bepiločio orlaivio maršruto atitinkamoje taikinio apdoravimo trajektorijoje, kur, nebūtinai, tiekimo įrenginio valdymo kontrolieris yra konfigūruotas, kad užduotų arba, optimaliai, koreguotų kryptį, o taip pat, nebūtinai, srovės išleidimo greitį ir srovės išleidimo trukmę.

Taikinio apdoravimo skystis apima veiklųj apdoravimo agentą ir, nebūtinai, medžiagą-žymeklį, patvirtinantį skysčio patekimo ant taikinio faktą, o bepilotis orlaivis yra įrengtas su susieta su valdymo kontrolieriu priemone, nustatančia ar esama medžiagos-žymeklio ant reperinių objektų ir/arba ant jų atžvilgiu nustatytų taikinių.

Siūlomos sistemos tikslios navigacijos ir orientavimo bei kurso nustatymo priemonės be nurodytų kompasu arba magnetometro apima dar akselerometrą, giroskopą, GNSS imtuvą, su išoriniu šaltiniu susietas GNSS korekcijos priemonės ir/arba priemonės objektams nustatyti ir stebėti, taip pat priemonės aukščiui nustatyti.

Siūlomos sistemos įgyvendinimo variantuose kiekvienas iš srovės generatorių yra sumontuotas ant skysčio tiekimo nukreipta srove įrenginio per antivibracinį slopintuvą ir/arba kampinį stabilizatorių vienam ar daugiau kampų, susiejant nurodyto kampinio stabilizatoriaus orientavimo jutiklių bloką su generatoriaus orientacija.

Taip pat išradimo įgyvendinimo optimaliuose variantuose generatoriaus išvadas įrengtas su srovės išleidimo valdymo priemone, nukreipiančia nepanaudotą išleidimui į taikinį skystį į atitinkamą skysčio laikymo rezervuarą. Siekiant išvengti nuosėdų susidarymo arba sluoksniavimosi, minėtas rezervuaras papildomai įrengtas su skysčio maišymo priemone.

Siūlomos skysčio tiekimo sistemos, išleidžiant nukreiptą srovę, valdoma skysčio posistemė yra įrengta su skysčio siurbliu ir, nebūtinai, su siurblio sukeltų slėgio pulsavimų slopintuvu.

Be to, valdoma skysčio posistemė papildomai turi skysčio debitomatį, kuris yra grįžtamojo ryšio jutiklis skysčio tiekimo, išleidžiant nukreiptą srovę, įrenginio valdymo kontrolieriui.

Išradimo įgyvendinimo variante rezervuaras ir prijungta (-os) prie jo valdoma (-os) skysčio posistemė (-ės) gali būti apjungti į vieną bendrą lengvai pakeičiamą ir pilnumoje utilizuojamą bloką.

Minėtas tiekimo įrenginys yra įrengtas su drenažo ir skysčio likučių nuvedimo iš rezervuaro priemonėmis, su galimybe praplauti rezervuarą, skysčio posistemę ir, nebūtinai, srovės išleidimo generatorių.

Skysčio tiekimo, išleidžiant nukreiptą srovę, įrenginys yra įrengtas su užpildymo vožtuvu, nebūtinai sujungtu su drenažo ir skysčio likučių nuvedimo iš rezervuaro priemonėmis, kur užpildymo vožtuvas gali būti automatinis.

Užpildymo vietoje yra numatyta talpa apdorojimo skysčiui, kuri nurodyto skysčio gavimui betarpiškai užpildymo vietoje gali būti įrengta su reaktoriais-maišytuvais.

Siūlomos sistemos bepilotis orlaivis padarytas kaip kelių rotorių orlaivis su vertikaliu kilimu ir konfigūruotas tokiu būdu, kad bepiločio orlaivio rotorių skrydžio metu sukeliama oro srautai neinterferuotų su generatoriaus išleidžiama srove.

Siūlomos sistemos viename variante skysčio tiekimo, išleidžiant nukreiptą srovę, įrenginys padarytas kaip nuimamas naudingos apkrovos modulis, montuojamas ant bepiločio orlaivio.

Kitame variante minėtas tiekimo įrenginys yra integruotas į bepilotį orlaivį ir, nebūtinai, bepiločio orlaivio valdymo kontrolieris ir kontrolieris, valdantis skysčio tiekimo,

išleidžiant nukreiptą srovę, įrenginį, yra suvienyti.

Minėtame skysčio tiekimo įrenginio valdymo kontroleryje gali būti numatytas draudimas išleisti srovę aukščiau nei nurodytas saugus bepiločio orlaivio judėjimo aukštis.

Siūlomos sistemos valdymo stotis gali būti išskirstyta, kur bepiločių orlaivių maršrutų formavimo priemonės yra už apdorojimo teritorijos ribų, o judėjimo valdymo priemonės ir ryšio priemonės yra apdorojimo teritorijos ribose.

Bepiločių orlaivių maršrutų formavimo priemonės apima aparatinius ir programinius skaičiavimo išteklius, skirtus formuoti maršrutus, optimaliai, debesų arba nuotolinį apdorojimo zonos atžvilgiu fizinį arba virtualų serverį su tinklo adapteriu, palaikančiu žinomus interneto protokolus ir prijungtą prie interneto.

Judėjimo valdymo priemonės apima aparatinius ir programinius skaičiavimo išteklius, skirtus judėjimo valdymui, optimaliai, pramoninį kompiuterį arba kontrolerį, optimaliai, ARM mikrokontrolerio (-ių) pagrindu, su tinklo adapteriu, palaikančiu žinomus interneto protokolus ir prijungtą prie interneto.

Valdymo stotis gali būti taip pat ir lokali, kur visi jos komponentai sujungti į vieną funkcinį įrenginį, esantį apdorojimo teritorijoje ir, optimaliai, yra padaryta kaip modulis, skirtas užpildymo vietai arba įkrautų energijos šaltinių keitimo vietai.

Bepilotis orlaivis yra įrengtas su vaizdo jutikliu ir/arba nuotolinio (*TOF, Time-Of-Flight*) vaizdo jutikliu, skirtu nustatyti, o vėliau stebėti reperinius objektus, su galimybe nustatyti bepiločio orlaivio ir reperinio objekto santykinę padėtį ir orientaciją.

Aprašyti būdas ir sistema –tai kompleksinis sprendimas, susietas vieningu išradybiniu sumanymu, kuris apima tikslinio dozuoto skysčio tiekimo ištisine srove priemonių kūrimą, kad pakeistų insekticidų ir panašių kenksmingų aplinkai medžiagų purškimą, o tai ypač aktualu šiuolaikinėse tiksliosios žemdirbystės sistemose.

#### TRUMPAS BRĖŽINIŲ APRAŠYMAS

Siūlomas techninis sprendimas paaiškinamas brėžiniais, kurie iliustruoja esmę, tačiau neapriboja išradimo apsaugos apimties.

1 pav. vaizduoja pagrindinius sistemos komponentus.

2 pav. pavaizduotas laisvos ištisinės srovės 2 išleidimas iš generatoriaus 19

balistine trajektorija kampu 24 į horizontą 25 ir srovės fazių seka: nuo ištisinės fazės 21 iki stambių lašų fazės 22.

3 pav. schematiškai pavaizduotas tiekimo įrenginys 17 su detalizuota skysčio posisteme 26 ir rezervuaru 18.

4 pav. pavaizduotas generatorių 19 montavimo ant tiekimo įrenginio 17 per kampinius stabilizatorius 32 ir vibracijos slopintuvus 34 pavyzdys. Kampinių stabilizatorių orientavimo jutiklių blokai 33 sumontuoti ant atitinkamų generatorių 19.

5 pav. iliustruoja apdorojimo trajektorijos 44 ir ne nulinio ilgio taikinio 3 atitikimą.

6 pav. iliustruoja apdorojimo trajektorijos 44 ir nulinio ilgio taikinio 3 atitikimą.

7 pav. Taikinio 3b ant judančio reperinio objekto apdorojimo vaizdas.

8-11 pav. schematiškai pavaizduoti apdorojimo trajektorijos ir bepiločio orlaivio judėjimo maršrutai.

12 pav. Skysčio tiekimo į taikinį 4, esantį tarp reperinių objektų 6, vaizdas.

#### DETALUS APRAŠYMAS IR IŠRADIMO ĮGYVENDINIMO VARIANTAI

Išradimo įgyvendinimo variantai yra pavyzdžiai, iliustruojantys šį išradimą, tačiau neapribojantys jo apsaugos apimties.

Skysčio tiekimo, išleidžiant ištisinę srovę, sistemos aprašymas

1 pav. schematiškai pavaizduota skysčio tiekimo sistema iš bepiločio orlaivio 1, išleidžiant nukreiptas sroves 2 į apdorojimo vietas 3 ir 4, nustatytas, atitinkamai, 5 ir 6 objektų atžvilgiu, išdėstytų apdorojimo teritorijoje 7, kurią apima lokalios arba globalios navigacinės sistemos veikimo zona 8.

Bendru atveju skystis tiekiamas iš vieno arba daugiau bepiločių orlaivių. Apdorojimo vietomis laikomi taikiniai, kurių erdvinė padėtis ir orientacija, nors ir nustatomos reperinių objektų atžvilgiu, tačiau taikiniai nebūtinai turi būti išdėstyti ant jų arba juose.

Informacijos apie apdorojimo vietas šaltinis 9 formuoja netuščią apdorojimo taikinių aibę ir perduoda ją valdymo stočiai 10.

Taikiniai apdorojami sesijomis, kurios apima visus būtinus etapus nuo apdorojimo taikinių nustatymo iki orlaivių nusileidimo ir jų galutinio aptarnavimo po

apdoravimo. Sesijoje gali dalyvauti vienas ir daugiau bepiločių orlaivių, kurių aptarnavimui sesijos metu nustato aptarnavimo infrastruktūrą 11, kurią sudaro aptarnavimo vietos, o būtent, viena arba daugiau laukimo vietų 12, viena arba daugiau užpildymo vietų 13 ir viena arba daugiau energijos šaltinių keitimo vietų 14, kurios išdėstytos bendroje aikštelėje arba paskirstytos atskirai arba grupėmis, įskaitant, nebūtinai, įrengtas kaip daugiafunkcės aptarnavimo vietos, konfigūruotos kaip stacionarios ir/arba mobilios antžeminės stotys. Aptarnavimo vietos gali būti tiek apdoravimo zonoje, tiek ir už jos ribų.

Atsižvelgiant į dalyvaujančius bepiločius orlaivius 1, nurodytas aptarnavimo vietas ir informaciją apie netuščią taikinių aibę, ir panaudojant joje numatytas bepiločių orlaivių maršrutų formavimo priemones, valdymo stotis 10 formuoja judėjimo maršrutus dalyvaujantiems bepiločiams orlaiviams 1, taip pat naudojant joje numatytas bepiločių orlaivių judėjimo valdymo priemones, dispečerizuoja jų judėjimą maršrutais, bei judėjimą kritinių situacijų atvejais. Bepiločių orlaivių judėjimo valdymo priemonės turi ryšio su bepiločiais orlaiviais priemones, o kadangi aptarnavimo infrastruktūra 11 gali būti iš dalies arba visiškai konfigūruojama ir/arba automatizuota, tai yra užtikrinamas sujungimas ir su aptarnavimo infrastruktūros 11 aptarnavimo vietomis. Valdymo stotis 10 gali būti išskirstyta, kur bepiločių orlaivių maršrutų formavimo priemonės yra už apdoravimo teritorijos 7 ribų, o judėjimo valdymo priemonės ir ryšio priemonės yra apdoravimo teritorijoje 7.

Standartinėje versijoje bepiločių orlaivių maršrutų formavimo priemonės apima aparatinius ir programinius skaičiavimo išteklius, skirtus formuoti maršrutus, optimaliai, debesų arba nuotolinį apdoravimo zonos 7 atžvilgiu fizinį arba virtualų serverį su tinklo adapteriu, palaikančiu žinomus interneto protokolus ir prijungtą prie interneto.

Standartinėje versijoje judėjimo valdymo priemonės apima aparatinius ir programinius skaičiavimo išteklius, skirtus judėjimo valdymui, optimaliai, pramoninį kompiuterį arba kontrolerį, optimaliai, ARM mikrokontrolerio (-ių) pagrindu, su tinklo adapteriu, palaikančiu žinomus interneto protokolus ir prijungtą prie interneto.

Viename iš minimalių įgyvendinimo variantų valdymo stotis 10 yra lokali, kur visi jos komponentai sujungti į vieną funkcinį įrenginį, esantį apdoravimo teritorijoje ir, optimaliai, padarytą kaip modulis, skirtas užpildymo vietai arba įkrautų energijos šaltinių keitimo vietai.

Optimalus įgyvendinimo variantas paremtas belaidžiu ryšiu ISM radijo diapazone arba mobiliojo ryšio tinklais, optimaliai, 5G ir/arba 4G tinklais. Atitinkamai, valdymo stoties ryšio priemonės apima atitinkamus modemus ir/arba ryšio modulius.

Bepilotis orlaivis 1 apima varymo sistemą 15 ir valdymo kontrolierį 16 ir neša vieną ar kelis skysčio tiekimo, išleidžiant nukreiptas sroves 2, įrenginius 17. Kiekvienas tiekimo įrenginys 17 apima skysčio laikymo rezervuarą 18 ir skysčio posisteme 26 su juo sujungtus vieną arba kelis nukreiptos skysčio srovės valdomo išleidimo generatorius 19.

Bepilotis orlaivis 1 gauna energiją iš vieno ar kelių keičiamų energijos šaltinių 20, kurių įrengimas bepiločiuose orlaiviuose 1, o taip pat iš dalies ar visiškai išsikrovusių energijos šaltinių keitimas į įkrautus energijos šaltinius atliekamas energijos šaltinių keitimo vietose 14. Bepiločio orlaivio 1 valdymo kontrolieris yra susietas su valdymo stotimi 10 ir, nebūtinai, su informacijos apie taikinius (apdoravimo vietas) šaltiniu 9. Optimalus ryšio realizavimas paremtas belaidžiu ryšiu ISM radijo diapazone arba mobiliojo ryšio tinklais, optimaliai, 5G ir/arba 4G tinklais. Atitinkamai, bepiločio orlaivio 1 valdymo kontrolieris apima atitinkamus modemus ir/arba ryšio modulius.

Valdomo išleidimo generatorius 19 formuoja ir atitinkamą laiką išleidžia laisvą ištisinę, optimaliai, laminarinę, skysčio srovę 2, kuri, paleista iš generatoriaus 19, iš ištisinės fazės 21 pereina į fazę stambių lašų 22, susidarančių susiskaidžius srovės ištisinei fazei 21, šis procesas schematiškai pavaizduotas 2 pav. Laisvos srovės 2 balistinė trajektorija nustatoma pagal erdvinę generatoriaus 19 padėtį ir skysčio išleidimo iš generatoriaus 19 greičio vektorių 23, ypač šio vektoriaus nuolydžio į horizontą 25 kampą 24.

Vientisų srovių susiskaidymo reiškinys aprašomas Plato-Reilio nestabilumo teorija, pagal kurią susidaro panašaus dydžio lašai, kurių būdingas skersmuo viršija srovės skersmenį. Pavyzdžiui, srovė, kurios skersmuo 7mm, susiskaido į lašus, kurių skersmuo apie 9 mm. Lašų nunešimą į šoną daugiausiai lemia lašų masė – kuo sunkesnis lašas, tuo jis mažiau nešamas į šoną. Standartiniai purškimo sistemų purkštuvai skirti formuoti lašus iki 0,7mm skersmens kurių masė iki 0,18 mg, o galimas generatoriaus 19 įgyvendinimo variantas gali išleisti sroves, susiskaidančias į vienodus lašus, kurių dydis yra nuo 7 mm, o masė nuo 180 mg, arba 1000 kartų sunkesnius.

Valdant taikinių 3, 4 ir generatoriaus 19 santykinę padėtį, taip pat srovės išleidimo greičio vektorių 23 užtikrinama, kad skystis pasiektų taikinius 3, 4 atitinkamoje srovės fazėje – arba ištisinėje fazėje 21, arba stambių lašų fazėje 22.

3 pav. detaliau atskleidžia tiekimo įrenginio 17 galimą įgyvendinimo variantą. Generatorius 19 sujungtas su rezervuaru 18 per skysčio posistemę 26. Taip pat egzistuoja tiekimo įrenginio 17 įgyvendinimo variantai, kuriuose per vieną skysčio posistemę 26 prie rezervuaro 18 prijungiami du ar daugiau generatorių 19.

Tiekimo įrenginys 17 taip pat apima nuosavą valdymo kontrolierį 27, susietą su bepiločio orlaivio 1 valdymo kontrolieriu 16, valdymo stotimi 10 ir, nebūtinai, su informacijos apie apdorojimo objektus (taikinius) šaltiniu 9. Siekiant užtikrinti aukštą ekologinės saugos lygį, tiekimo įrenginio 17 valdymo kontrolieris 27 gali neleisti išleisti srovę iš aukščio, viršijančio ribą, nustatytą bepiločių orlaivių, tiekiančių skysčius, naudojimo reglamente, pavyzdžiui, „Acceptable Means of Compliance (AMC) and Guidance Material (GM) to Commission Implementing Regulation (EU) 2019/947“ ir „DIRECTIVE 2009/128/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL“.

Optimaliuose tiekimo įrenginio 17 įgyvendinimo variantuose generatoriai 19 turi srovės išleidimo valdymo priemonę 28 su nepanaudoto išleidimui į taikinį skysčio nukreipimu atgal į rezervuarą 18, naudojant atitinkamą skysčio posistemę 26 (žr. 3 pav.).

Srovės išleidimo valdymo priemonė 28 leidžia pašalinti orą iš skysčio posistemės 26 ir generatoriaus 19, taip pat stabilizuoti skysčio srautą reikiamoje vertėje prieš pat išleidžiant srovę 2, tai ženkliai sumažina skysčio nuostolius už taikinio 3, 4 ribų, ir padidina skysčio tiekimo į taikinį 3, 4 tikslumą.

Laminarinės srovės 2 generatoriuje 19, taip pat, nebūtinai, ir nelaminarinės srovės 2 generatoriuje 19, patalpina skysčio turbulencijos sumažinimo ir/arba jo srauto išlyginimo priemones 29, kurios gali būti bet kokio (žinomo) tipo, pavyzdžiui, pusapvalių tinklinių filtrų serija.

Skysčio posistemėje 26 įrengia skysčio tiekimo į generatorių priemonę, pavyzdžiui, siurbį 30. Siurblys 30 gali būti bet kokio tipo, bet, optimaliai, pasižymintis minimaliais slėgio pulsavimais savo išvade, nes šie neigiamai veikia formuojamos ištisinės srovės 2 kokybę. Optimalūs siurblio 30 tipai yra išcentrinis su dideliu sukimosi

greičiu, stūmoklinis ir švirškštinis siurblys. Siekiant sumažinti slėgio pulsavimą, tarp skysčio tiekimo priemonės 30 ir generatoriaus 19 gali būti montuojamas slėgio pulsavimo slopintuvas 31. Kaip slėgio pulsavimo slopintuvo 31 alternatyva arba jo priedas taip pat gali būti naudojama tam tikro nustatyto arba kontroliuojamo tūrio oro ertmė generatoriaus 19 viduje.

Ištisinės srovės 2 formavimo kokybę įtakoja ir veikiančys generatorių 19 mechaniniai vibravimai, todėl bepilotis orlaivis 1 užtikrina ne tik tolygų generatoriaus 19 judėjimą srovės 2 išleidimo metu, bet ir stabilizuoja bent vieną srovės 2 išleidimo vektoriaus 23 kampą. Optimaliuose tiekimo įrenginio 17 variantuose generatorius 19 montuoja ant tiekimo įrenginio 17 per papildomus kampinius stabilizatorius 32 vienam arba daugiau kampų, susiejant nurodyto kampinio stabilizatoriaus 32 orientavimo jutiklių bloką 33 su atitinkamų generatorių 19 orientavimu, kaip pavaizduota 4 pav. Taip pat numato mechaninių antivibracinių slopintuvų 34 įrengimą tarp generatoriaus ir tiekimo įrenginio.

Skystis gali būti vienkomponentės medžiagos taki fazė, tirpalas, vien- arba daugkomponentis tirpalas, liazolis arba suspensija. Siekiant užtikrinti skysčio homogeniškumą bei išvengti jo sluoksniavimosi ir nuosėdų susidarymo rezervuare 18 numato skysčio maišymo priemonę 35.

Numato skysčio srauto iš rezervuaro 18 į generatorių 19 pertraukimą valdomu vožtuvu 36 su pavara 37. Alternatyviai arba papildomai šį vožtuvą 36 naudoja skysčio srautui reguliuoti. Vožtuvas 36 yra skysčio posistemės komponentas, žr. 3 pav.

Skysčio posistemėje 26 įrengia skysčio debitomatį 38, sujungtą su tiekimo įrenginio 17 valdymo kontrolieriu 27. Debitomačio rodmenys naudojami grįžtamajam ryšiui skysčio sąnaudų reguliavimo procese. Vykdomuoju reguliavimo proceso įrenginiu yra skysčio tiekimo priemonė, pavyzdžiui siurblys 30 ir/arba valdomas vožtuvas 36 su pavara 37.

Rezervuare 18 arba generatoriuje 19 įrengia skysčio temperatūros jutiklį 39, prijungtą prie tiekimo įrenginio 17 valdymo kontrolierio 27, tai leidžia teisingai parinkti tiekimo įrenginio 17 valdymo parametrus, pavyzdžiui, atsižvelgiant į nuo temperatūros kintantį skysčio klampumą.

Kai kuriuose įgyvendinimo variantuose rezervuarą 18 užpildo užpildymo vietoje 13 per įleidimo angą 40, o drenuoja per drenažo vožtuvą 41. Kituose

variantuose užpildo ir drenuoja per universalų drenažo-užpildymo vožtuvą 41.

Taip pat numato rezervuaro 18, o optimaliai, ir skysčio posistemės 26 su visais prijungtais per ją generatoriais 19 praplovimą. Praplovimo skystį taip pat drenuoja per vožtuvą 41. Vožtuvas 41 gali būti automatinis.

Optimaliuose įgyvendinimo variantuose rezervuaras 18 turi skysčio lygio jutiklį 42, sujungtą su tiekimo įrenginio 17 valdymo kontrolieriu 27, žr. pav. 3.

Tiekimo įrenginio 17 hidraulinės jungtys sujungtos jungiamaisiais vamzdeliais 43.

Maksimaliai saugiuose įgyvendinimo variantuose rezervuarą 12 ir su juo sujungtas skysčio posistemės 26 apjungia į vieną bendrą lengvai pakeičiamą ir pilnumoje utilizuojamą vienkartinio montavimo mazgą, pavyzdžiui, kaip aprašyta publikacijoje WO2019/073314. Aprašytas lengvai pakeičiamas ir pilnumoje utilizuojamas vienkartinio montavimo mazgas kartu su galimybe automatiškai užpildyti ir praplauti tiekimo įrenginį 17 yra gerai suderinamas su „DIRECTIVE 2009/128/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL“ reikalavimais. Tokiuose įgyvendinimo variantuose drenažo, užpildymo arba drenažo-užpildymo vožtuvas 41 gali būti arba keičiamo mazgo dalimi, arba būti likusios tiekimo įrenginio 17 dalies komponentu.

Tiekimo įrenginį 17 konfigūruoja serijai iš vieno ar daugiau skysčio srovių 2 išleidimų iš generatoriaus 19 į taikinį 3 (4), esantį bepiločio orlaivio 1 apdorojimo trajektorijoje 44, atitinkančioje taikinį 3 (4), kai, nebūtinai, tiekimo įrenginio 17 valdymo kontrolieris 27 konfigūruotas užduoti arba, optimaliai, koreguoti kryptį, taip pat, nebūtinai, srovės išleidimo greitį ir trukmę. 5 pav. schematiškai pavaizduotas bepiločio orlaivio 1, parodyto paveiksle tik su vienu generatoriumi 1, judėjimas apdorojimo trajektorija 44, atitinkančia taikinį 3. Generatorius juda iš pradinės padėties 19a į galutinę padėtį 19b per tarpinę padėtį 19c. Šio judėjimo metu palaikomas toks srovės 2 išleidimo greičio vektorius 23, kuris užtikrina skysčio išleidimą į taikinio 3 liniją reikiamoje skysčio fazėje. 5 pav. skystis patiekiamas į taikinį 3 stambių lašų fazėje 22. 6 pav. pavaizduotas analogiškas procesas, tačiau šiuo atveju skystis tiekiamas ištisine faze 21 į nulinio ilgio taikinį 3a.

Bepiločio orlaivio 1 valdymo kontrolieris 16 valdo varymo sistemą 15, kuri užtikrina bepiločio orlaivio pakilimą, skrydį ir nusileidimą. Siekiant tiksliai patiekti skystį

į taikinį 3 (4), išleidžiant nukreiptą srovę 2, valdymo kontrolieris 16 turi užtikrinti bepiločio orlaivio 1 tikslią padėtį ir orientavimą reperinių objektų 5 (6) atžvilgiu. Tam tikslui kontrolieris 16 yra įrengtas su tikslios navigacijos ir orientavimo bei krypties nustatymo priemonėmis. Daugelyje įgyvendinimo variantų tikslios navigacijos priemonės – tai GNSS imtuvas su atitinkama antena. Siekiant didesnio tikslumo nustatant erdvinę padėtį, bepilotį orlaivį 1 įrengia su GNSS koreguojančios informacijos imtuvu, pavyzdžiui, RTK imtuvu. Apdorojant taikinius 3 (4) už globalių palydovinių navigacijos sistemų stabilaus signalų priėmimo zonos ribų, pavyzdžiui, angaruose, šiltnamiuose ar pramoninėse patalpose, naudoja vietinės navigacijos sistemas, pavyzdžiui, sistemas, pagrįstas garso arba ultragarso bangų sklidimo laiku, sistemas, pagrįstas ultraplačiajuosčiu radijo signalu, arba vaizdinės navigacijos sistemas. Bepiločiame orlaivyje 1 įrengiama atitinkama navigacinė priemonė. Žemės ūkio reikmėms erdvių koordinatų nustatymas iki 5 cm tikslumu yra optimalus.

7 pav. Kalbant apie išradimo įgyvendinimą yra reikalinga nustatyti ir pagal galimybę toliau stebėti reperinius objektus 5. Pavyzdžiui, apdorojant judančius taikinius 3b, tokius kaip stambieji besiganantys galvijai 5a. Tokių reperinių objektų 5a padėtis apribota iš anksto nustatyta judančio reperinio objekto 5a buvimo zona 46, pavyzdžiui, ganykla, nustatyta globalios arba lokalsios navigacinės sistemos veikimo zonos 8 atžvilgiu, tačiau tiksli objekto padėtis zonos 46 viduje yra nežinoma. Tokiems realizavimo atvejams bepilotį orlaivį 1 įrengia su reperinių objektų nustatymo ir galimo papildomo tolesnio stebėjimo priemonėmis 47. Tokių sistemų pavyzdžiai –objektų vizualinio aptikimo ir klasifikavimo sistemos, naudojant vaizdo jutiklį viename ar daugiau šviesos diapazonų, arba nuotolinio (*Time-Of-Flight*) vaizdo jutiklius. Nustatymo priemonės 47 aptinka objektą 5a, esantį nustatymo priemonės 47 matymo zonoje, ir leidžia nustatyti ir toliau stebėti padėtį ir orientavimą tiek taikinio 3b, tiek ir bepiločio orlaivio 1, reperinio objekto 5a atžvilgiu, pavyzdžiui, jo lokaloje koordinatų sistemoje 49.

Bepiločio orlaivio 1 kontrolieris 16 turi kurso vertikalės įtaisą arba kaip užbaigtą įrenginį, prijungiamą prie kontrolierio, arba kaip atskirus jutiklius, tokius kaip kompasai arba magnetometrai, girokopai, akselerometrai ir, nebūtinai, barometrai ir su įdiegtu atitinkamu skaičiavimo procesu, kurį atlieka bepiločio orlaivio 1 kontrolieris 16. Bet kuriuo atveju privaloma turėti kompasą arba magnetometrą, skirtus orientuotis planetos magnetiniame lauke. Standartinėje versijoje visi kurso vertikalės jutikliai yra

triašiai.

Standartinėje versijoje bepiločio orlaivio 1 kontroleris 16 taip pat įrengtas su aktualaus aukščio virš apdorojimo teritorijos 7 paviršiaus lygio jutikliais. Optimalu naudoti aukščio matuoklius, informuojančius ne tik apie atstumą iki paviršiaus, bet dar ir atstumą iki išdėstytų ant objektų 5 (6) paviršių viršutinės ribos, pavyzdžiui, iki medžių viršūnių. Judant virš paviršiaus su iš anksto suskaitmenintu reljefu, kaip aukščio matuoklis gali būti naudojamos tiksliosios navigacijos priemonės.

Bepilotis orlaivis 1 su aukščio matuokliu ir kurso vertikalės įtaisu yra priemonė užtikrinti aukštį ir kampinį stabilizavimą vienoje ar daugiau plokštumų vienam ar daugiau skysčio nukreiptos srovės 2 tiekimo įrenginiui (-iams) 17 per laiko tarpą, kol generatorius 19 išleidžia srovę.

Optimalus bepiločio orlaivio 1 įgyvendinimo variantas yra kelių rotorių skraidantis aparatas su vertikaliu pakilimu ir nusileidimu, kurio varymo sistema 15 kartu su ant jos sumontuotais tiekimo įrenginiais 17, sukonfigūruota taip, kad oro srautai, kuriuos sukuria bepiločio orlaivio 1 rotoriai skrydžio metu, neinterferuoja su generatorių 19 išleidžiamomis srovėmis 2.

Skysčio tiekimo, išleidžiant nukreiptą srovę 2, įrenginys 17 kai kuriuose įgyvendinimo variantuose padarytas kaip nuimamas naudingos apkrovos modulis, montuojamas ant bepiločio orlaivio 1. Tokie moduliai optimaliai tinka bepiločių orlaivių automatizuotoms pramoninėms sistemoms. Kituose variantuose pristatymo įrenginys 17 yra integruotas į bepilotį orlaivį 1 ir, nebūtinai, bepiločio orlaivio valdymo kontroleris 16 ir skysčio tiekimo, išleidžiant nukreiptą srovę, įrenginio 17 valdymo kontroleris 27 sujungti į vieną bendrą kontrolerį.

Užpildymo vietoje 13 yra įrengta talpa skysčiui. Kai kuriuose įgyvendinimo variantuose užpildymo vieta 13 gali būti įrengta su reaktoriais-maišytuvais, skirtais gauti nurodytą skystį betarpiškai užpildymo vietoje. Tokiuose variantuose veikliusius skysčio komponentus laiko kompaktiniuose konteineriuose, o komponentų sumaišymą vykdo prieš apdorojimo sesiją arba betarpiškai bepiločio orlaivio 1 užpildymo metu. Tais atvejais, kai skysčio aktyvumas greitai mažėja per tam tikrą laiką, skystį sintetina, vykdant cheminę reakciją, sumaišant reagentus prieš sesijos pradžią arba betarpiškai bepiločio orlaivio 1 užpildymo metu. Įgyvendinimo variantuose, skirtuose judantiems mažai besiskiriantiems reperiniams objektams 5a, būtina užkirsti kelią pakartotiniam

taikinių 3b apdorėjimui. Tokiais atvejais į skystį pridedama medžiagos-žymeklio, kad patvirtintų, jog skystis pasiekė taikinį arba reperinį objektą, kurio atžvilgiu nustatytas taikinytis, o bepilotį orlaivį 1 įrengia su priemone, skirta nustatyti, ar ant taikinio arba reperinio objekto esama medžiagos-žymeklio, ir ši priemonė susieta su valdymo kontrolieriu 27 ir/arba kontrolieriu 16. Į skystį galima nedėti medžiagos-žymeklio, jeigu ir be jos nurodytomis priemonėmis galima nustatyti, kad ant taikinio ar objekto pateko apdorėjimo skysčio. Optimali priemonė, kuria nustatoma medžiaga-žymeklis, yra kompiuterinio matymo sistemos viename ar daugiau šviesos spektro diapazonų, įskaitant ultravioletinius spindulius ir visą infraraudonųjų spindulių zoną. Optimalu yra derinti arba jungti priemones, skirtas nustatyti ar esama medžiagos-žymeklio, su reperinių objektų nustatymo ir galimo papildomo tolesnio sekimo priemonėmis 47.

Aptarnavimo infrastruktūros 11 laukimo vietos 12 naudojamos ir bepiločių orlaivių 1 nusileidimui ant jų avarinių situacijų atveju, pavyzdžiui, kai nėra ryšio tarp bepiločio orlaivio 1 ir valdymo stoties 10.

Standartinėje tiekimo įrenginio 17 versijoje rezervuarą 18 įrengia su skysčio lygio jutikliu 42, sujungtu su tiekimo įrenginio 17 kontrolieriu 27.

Skysčio tiekimo, išleidžiant ištisinę srovę, būdo ir sistemos darbo aprašymas

Taikinių 3 (4) apdorėjimas vykdomas sesijomis, apimančiomis šiuos etapus:

- netuščios apdorėjimo taikinių aibės nustatymas;
- šios taikinių aibės perdavimas į valdymo stotį 10;
- vieno ar daugiau bepiločių orlaivių 1 paskyrimas atlikti apdorėjimą;
- aptarnavimo infrastruktūros 11 išskyrimas;
- bepiločių orlaivių 1 maršrutų formavimas;
- bepiločių orlaivių 1 judėjimo dispečirizavimas.

Netuščios apdorėjimo taikinių 3 (4) aibės nustatymas pradedamas nuo informacijos apie apdorėjimo teritoriją 7 gavimo, įskaitant apdorėjimo teritorijos ribų nustatymą globalios arba lokalsios navigacinės sistemos koordinatėse, duomenų apie suskaitmenintą apdorėjimo teritorijos reljefą 7 gavimą, taip pat duomenų apie reperinių objektų 5(6) padėtį apdorėjimo teritorijoje 7 gavimą, žr. pavyzdžiui, 1 pav. Mobiliems reperiniams objektams 5a nustato arba nurodo jų galimo buvimo zonas 46, žr.

pavyzdžiui, 7 pav. Kaip reperinius objektus 5 (6) naudoja realius objektus, pavyzdžiui, medžius, pastatus, miestų arba pramoninės infrastruktūros elementus, taip pat mobilius objektus, pavyzdžiui, traukinio vagonus, automobilius, žemės ūkio techniką. Reperinių objektų 5 (6) atžvilgiu nustato netuščią taikinių 3 (4) aibę, kurių kiekvieną apibrėžia baigtinio ilgio erdvėje linija kurio nors reperinio objekto 5 (6) atžvilgiu. Toks sąlyginis taikinių nustatymas yra svarbus, nes ne visus taikinius galima nustatyti kokiu nors fiziniu būdu iš bepiločio orlaivio 1. Pavyzdžiui, taikinyms gali būti objekto viduje arba už jo ribų ir už bepiločio aparato matymo zonos ribų. Taikinio ilgis gali būti nulinis, tai yra, taikinyms gali būti apibrėžtas vieninteliu tašku.

Kiekvienam taikiniui 3 (4) nustato apdorojimo parametrų grupę, apimančią skysčio dozę ir vieną arba dvi srovės fazes, 21 ir/arba 22, kuriose skystis gali pasiekti taikinius 3 (4). Taip pat nurodo skysčio dozės paskirstymą išilgai taikinio linijos arba nurodant absoliutų skysčio kiekį viename ar keliuose jo taškuose, arba, bet kokio nenulinio baigtinio ilgio taikiniui, nurodytą skysčio dozę paskirsto išilgai taikinio ilgio, nurodant skysčio kiekį ilgio vienetui kiekvienam taikinio taškui. Be to, taikinio apdorojimo parametrų grupę papildo apdorojimo būtinumo rodikliu, nustatant medžiagą-žymeklį arba nustatant patį skystį ant taikinio ir/arba ant objekto. Pavyzdžiui, medžiagos-žymeklio aptikimas ant reperinio objekto gali atšaukti apdorojimą kiekvienam taikiniui, nustatytam šio reperinio objekto atžvilgiu. Kai kuriuose specifiniuose įgyvendinimuose taikinio apdorojimo parametrų grupę papildo ir kitais parametrais, pavyzdžiui:

- azimuto diapazonu ir/arba kampo 45 tarp horizonto 25 ir skysčio tiekimo į taikinį krypties 3 diapazonu, 5 pav.;
- zona reperinio objekto 5(6) atžvilgiu, kurioje draudžiama būti bepiločiam orlaiviui 1;
- zona reperinio objekto 5(6) atžvilgiu, kurioje rekomenduojama būti bepiločiam orlaiviui 1.

Kiekvienam taikiniui 3 (4) iš apdorojimo taikinių aibės ir su juo susijusiai apdorojimo parametrų grupei nustato apdorojimų valdomų nukreiptų ištisinių skysčio srovių 2 išleidimų serija trajektorijų 44 aibę, tokią, kad taikinių 3 (4) apdorojimą pagal nurodytus parametrus užtikrina ir įgyvendina serija valdomų nukreiptų ištisinių srovių išleidimų iš bepiločio orlaivio 1, judančio parinkta apdorojimo trajektorija 44, kuri

suprantama kaip vientisos linijos erdvėje segmentas, kurio kiekviename taške užtikrinama santykinė bepiločio orlaivio 1 ir taikinio 3 (4) padėtis ir orientavimas, ir srovės 2 išleidimo greičio vektoriaus 23 kryptis, kurie kartu užtikrina, kad srovė 2 pasieks taikinį 3 (4) bet kurioje iš apdorojimo parametrais nurodytų srovės fazių 21 ir/arba 22. Apdorojimo pavyzdžiai iliustruoti 5, 6, 7 ir 12 pav., o schematiškai pavaizduoti 8, 9, 10 ir 11 pav.

8 pav. pavaizduotos neoptimalios apdorojimo trajektorijos 44, nes jos yra arba kreivinės, arba taškinės. Tokios apdorojimo trajektorijos lemia papildomas energijos sąnaudas pagreičiui (bepiločio orlaivio greičio vektoriaus keitimui). 9 pav. pavaizduotos optimalesnės apdorojimo trajektorijos – dvi iš jų 44a yra tiesios. Tačiau, poroje jų, o būtent, apdorojimo trajektorijose 44, bepilotis orlaivis 1 turi nulinį kursinį greitį, kas nėra optimalu. 10 pav. pavaizduotas optimalus apdorojimo trajektorijų 44a variantas – visos jos yra tiesios, ir bepiločio orlaivio kursinis greitis, judant jomis, yra pastovus.

Optimaliai, kiekvienam taikiniui 3 (4) parenka apdorojimo trajektorijas 44 su pastoviu bepiločio orlaivio 1 judėjimo ja kursiniu greičiu, ir optimaliai, tiesia linija 44a, žr. 10 pav.

Srovių skaičių taikinio 3(4) apdorojimo serijoje nustato, atsižvelgiant į valdomo išleidimo generatoriaus (-ių) 19 stabilaus nenutrūkstamo darbo garantuotą laiką ir į galimas kliūtis vienos apskaičiuotos ištisinės srovės 2, užtikrinančios taikinio 3 (4) apdorojimą pagal nurodytus apdorojimo parametrus iš judančio taikinio apdorojimo trajektorija 44 bepiločio orlaivio 1, judėjimo link taikinio 3 (4) kelyje. Bendras apdorojimo trajektorijos 44 ilgis nustatomas remiantis taikiniui 3 (4) nurodomą doze, jos paskirstymu išilgai taikinio, bepiločio orlaivio 1 judėjimo kursiniu greičiu ir skysčio sąnaudomis, išleidžiant srovę (-es) 2.

Net taikinio 3(4) optimalių apdorojimo trajektorijų parinktis gali apimti didelį variantų skaičių.

Po to pereina prie judėjimo maršrutų 50 formavimo; 8, 9, 10 ir 11 pav. Bepiločio orlaivio 1 judėjimą taikinio 3 (4) apdorojimo trajektorija 44 apibrėžia kaip apdorojimo būseną 44; bepiločio orlaivio buvimą nejudant vienoje iš aptarnavimo vietų 12, 13 arba 14 apibrėžia kaip laukimo būseną 51 ir 52; bepiločio orlaivio 1 judėjimą tarp apdorojimo trajektorijų 44 apibrėžia kaip tranzito būseną 54; kitus veiksmus apibrėžia kaip aprūpinimo būseną 53. Bepiločio orlaivio 1 būsenų seka, prasidedanti laukimo būsena

51 ir pasibaigianti laukimo būseną 52, apibrėžia bepiločio orlaivio 1 judėjimo maršrutą 50, o pagal maršrutą sudarančias apdoravimo būsenas 44 nustato atitinkančią maršrutą taikinių aibę, kur kiekvienam bepiločiam orlaiviui 1 aprūpinimo būsenoje 53, einančioje prieš pirmą apdoravimo būseną 44, priskiria aprūpinimą maršrutą 50 atitinkančiu skysčio kiekiu jo skysčio laikymo rezervuare (-uose) 18, nukreipiant jį į vieną iš užpildymo vietų 13, ir atitinkančiomis maršrutą energijos atsargomis jo pakeičiamuose energijos šaltiniuose 20, nukreipiant bepilotį orlaivį 1 į vieną iš energijos šaltinių keitimo vietų 14.

Taikinių 3 (4) aibės apdoravimą planuoja atlikti vienu ar daugiau bepiločiais orlaiviais 1 per vieną sesiją, susidedančią iš vieno ar daugiau maršrutų 50, kurių kiekvieną skiria apdoroti taikinių pogrupį vienu iš bepiločių orlaivių 1, įtraukiant į jo maršrutą 50 atitinkamas apdoravimo būsenas 44.

Kiekvieną bepilotį orlaivį 1 įrengia su vienu ar keliais skysčio laikymo rezervuarais 18 ir vienu arba keliais nukreiptos skysčio srovės 2 valdomo išleidimo generatoriais 19, kuriuos aprūpina skysčiu iš atitinkamų rezervuarų 18, be to, bepiločiam orlaiviui 1 judant taikinio 3 (4) apdoravimo trajektorija 44, valdomo išleidimo generatoriui (-iams) 19 užtikrina kampinį stabilizavimą vienoje ar daugiau plokštumų, valdant juos nešančio bepiločio orlaivio 1 orientavimą ir, nebūtinai, konfigūruojant papildomus kampinius stabilizatorius 33, per kuriuos montuoja valdomo išleidimo generatorių (-ius) ant bepiločio orlaivio 1.

Formuojant sesijų maršrutus 50 bepiločiam orlaiviui 1, įrengtam su dviem ar daugiau valdomo išleidimo generatoriais, kaip 1 ir 4 pav., iš galimų apdoravimo trajektorijų 44 aibės parenka apdoravimo trajektorijas, kurios susijungia į nenutrūkstamą linijinį maršruto ruožą, kuriame bepiločio orlaivio judėjimo kursinis greitis yra pastovus, optimaliai, vyksta tiesiąja linija, žr. 11 pav. Maršrutui 50 su dviem arba daugiau apdoravimo būsenomis 44, iš galimų apdoravimo trajektorijų aibės parenka apdoravimo trajektorijas 44a, kurios sudaro patį trumpiausią ir tiesiausią maršrutą, optimaliai, su pastoviu bepiločio orlaivio 1 judėjimo kursiniu greičiu maksimaliaja jo dalimi, žr. 10 ir 11 pav. Bepiločiam orlaiviui 1 jo paskutiniame maršrute 50 sesijoje aprūpinimo būsenoje 53, sekancioje po paskutinės apdoravimo būsenos 44, nurodo bepiločio orlaivio 1 nukreipimą į vieną iš užpildymo vietų 13, kurioje iš jo skysčio laikymo rezervuaro (-ų) 18 išpilami skysčio likučiai ir /arba praplaunamas (-i) skysčio laikymo rezervuaras (-ai) ir, nebūtinai, valdomo išleidimo generatorius 19 kartu

su atitinkamomis skysčio posistemėmis 26. Vienas iš galimų sesijos maršrutų 50 formavimo variantų gali būti pagrįstas svorio koeficientais. Pavyzdžiui, taikinių 3(4) aibės, apibrėžtos stacionarių reperinių objektų 5(6) atžvilgiu, apdorojimo sesijai, vykdomai vienu arba keliais bepiločiais orlaiviais 1, nustato:

- bepiločio orlaivio 1 buvimo kiekvienoje bepiločio orlaivio būsenoje 51, 52, 53 ir 54 per pasirinktą laiko vienetą svorio koeficientus;

- stiprinančius daugiklius judėjimo su pagreičiu intervalams;

- silpninantį daugiklį, atvirkščiai proporcingą likusiam nepanaudoto skysčio kiekiui;

ir nustato tiekimo trajektorijas 44a, kurias kartu grupuoja į maršrutų aibę, apibūdinamą maršrutų integralių per tam tikrą laiką verčių svorio koeficientų sandaugos iš stiprinančių ir silpninančių daugiklių atskirais maršrutais minimalia suma.

Suformavus sesiją, būtent, maršrutų aibę, vykdo paskirtą vykdyti sesijos maršrutus bepiločių orlaivių judėjimo dispečerizavimą iš valdymo stoties 10 ir jų aptarnavimą aptarnavimo infrastruktūros 11 aptarnavimo vietose 12, 13 ir 14. Paskirsto maršrutus tarp veikiančių bepiločių orlaivių 1 tokiu būdu, kad suminis laikas, kurį visi bepiločiai orlaiviai 1 praleidžia laukimo būsenoje 51 ir 52, būtų minimalus. Bepiločių aparatų 1 aptarnavimas apima bepiločio orlaivio 1, laukiančio skrydžio ar jį pabaigusio eiline arba avarine tvarka, dislokavimą laukimo vietoje 12. Neeilinės avarinės situacijos susidarymo bepiločiame orlaivyje 1 atveju nutraukia jo vykdomą maršrutą 50 ir jį nukreipia į artimiausią laukimo vietą 12 arba, alternatyviai, pagal galimybę saugiai nuleidžia jį už aptarnavimo arba laukimo vietų 12, 13 ar 14 ribų.

Taikiniui 3 (4) nurodomą skysčio dozę užtikrina konfigūruojant ir, optimaliai, valdant skysčio srautą, išleidžiamą į taikinį 3(4), ir valdant kiekvienos srovės iš srovių serijos išleidimo laiką. Optimalus srauto valdymo įgyvendinimo variantas yra skysčio srauto valdymas kontrolieriu 27, valdant siurblių 30 pagal grįžtamąjį ryšį su debitomačiu 38. Optimalus išleidžiamos srovės laiko valdymo įgyvendinimo variantas yra srovės išleidimo valdymo priemonės 28 kontrolierio 27 valdymas.

Bepiločio orlaivio 1 ir apdorojimo vietos 3 (4) santykinę padėtį apibūdina aukščių skirtumu ir horizontaliu atstumu tarp jų, o srovės išleidimo kryptį apibūdina kampas tarp srovės išleidimo krypties 24 ir horizonto 25, kaip pavaizduota 5 pav., bei apdorojimo vietos azimutu bepiločio orlaivio atžvilgiu. Be to, naudojant bepiločio

orlaivio 1 ir apdorojimo vietos 3 (4) santykinę padėtį, viso taikinio apdorojimo metu nustato korekciją dėl bepiločio orlaivio greičio vektoriaus apdorojimo vietos atžvilgiu ir, nebūtinai, dėl nurodyto arba matuojamo vėjo greičio vektoriaus. Apdorojant taikinius 3b, nustatytus mobilių reperinių objektų 5a atžvilgiu, bepiločio orlaivio 1 ir reperinio objekto 5a santykinę padėtis užtikrinama naudojant informaciją, gaunamą iš objektų nustatymo ir sekimo priemonės 47, 7 pav.

Verta pažymėti, kad siūlomas techninis sprendimas parengtas gerai suderintas ir galintis būti naudojamas su išradimu „Skysčio srovės formavimo ir išleidimo būdas ir įrenginiai būdo įgyvendinimui“, esančiu atskiros to paties pareiškėjo lygiagrečiai pateikiamos paraiškos dalyku.

Konkretūs aprašyto būdo ir sistemos pavyzdžiai paaiškina išradimą, tačiau neapriboja jo apsaugos apimties.

#### 1 pavyzdys

Viename iš principinių variantų išradimo sistema naudojama kovai su vaisinėmis muselėmis vaismedžių giriose, apdorojant medžius arba tarp jų įrengtas specialias gaudykles apnuodytais insekticidais masalais. Taikiniai yra arba medžių kamienai, arba stambios šakos, arba specialios gaudyklės, aprašytos medžių atžvilgiu arba -gaudyklių atveju – girios atžvilgiu. Kiekvienam medžiui apdorojimo parametų grupė apima neskraidymo zoną aplink reperinio medžio lają, taip pat rekomenduojamus skrydžiui koridorius bepiločių orlaivių skrydžiams. Koridorius paprastai skiria tarpueilyje, kur bepiločiai aparatai neturi poveikio medžių lajoms savo žemyn einančiais oro srautais, nelaužo šakų ir nenumuša vaisių. Skrydžiai išskirtuose koridoriuose taip pat padeda išvengti medžių pažeidimų avarinėse situacijose. Apdorojimas vykdomas serija srovių, išleidžiamų į medžių kamienus balistine trajektorija. Skysčio srovė gerai prasiskverbia į lajos vidų stambiais lašais, kurie prilimpa prie medžio kamieno ir stambių šakų. Alternatyviai, srovės nukreipia į specialias gaudykles, įrengtas tarp medžių. Įprasta skysčio dozė – 20-25 ml/medžiui. Taip pat pristatymo įrenginius, sumontuotus ant bepiločio orlaivio, įrengia su keliais generatoriais, nukreiptais į įvairias maršruto puses, kuris formuojamas taip, kad vieno skrydžio per tarpueilį metu būtų apdoroti abiejose pusėse esantys medžiai. Kadangi maršrutai nustatomi optimaliai, bepiločiai orlaiviai didžiąją maršruto dalį juda tiesiai pastoviu kursiniu greičiu ir, atitinkamai, optimaliai naudoja energiją ir užbaigia sesiją maksimaliai greitai.

Šiame pavyzdyje tiekimo įrenginio 17 valdymo kontroleris 27 numato srovių išleidimo blokavimą aukščiau normatyviniuose aktuose nustatyto bepiločių orlaivių judėjimo aukščio, o tai iš tikro užtikrina aukštą apdorojimo saugumo lygį.

Be to, išleidžiant srovę yra išvengiama skysčio nunešimo į šalį kelyje nuo bepiločio orlaivio iki taikinio, taip sumažėja skysčio sąnaudos ir neužteršiama aplinka. Ekonominis efektas taip pat akivaizdus. Pavyzdžiui, vaisinės muselės tam tikrais metais pakenkia iki 100 % alyvuogių derliaus, tai kasmet lemia daugiau kaip 30 % vertės nuostolius dėl iš jų spaudžiamo aliejaus klasės sumažėjimo arba daugiau kaip 20 % valgomų alyvuogių vertės nuostolius.

## 2 pavyzdys

Kitame principiniame variante siūlomas sprendimas naudojamas išleisti repelentus ant jaučių, laisvai besiganančių didelėse ganyklose. Taikiniai yra linijos išilgai gyvulių nugarų, apibūdinamos pačių gyvulių kūnų atžvilgiu. Kadangi gyvulys yra judrus, bepilotį orlaivį įrengia priemonėmis, aptinkančiomis medžiaga-žymeklį, ir priemonėmis, galinčiomis papildomai sekti atskirus gyvulius. Repelentas tiekiamas stambių lašų faze mažomis dozėmis ant gyvulių iš viršaus ir šono, taip negąsdinant jų. Į repelentą pridedama medžiaga-žymeklis, pavyzdžiui, oksibenzonas (benzofenonas-3, BP-3), kuris sugeria ultravioletinę šviesą ir atitinkamose medžiagos-žymeklio nustatymo priemonių spektrinėse nuotraukose yra gerai matomos. Kaip nustatymo ir galimo papildomo atskirų gyvulių sekimo priemonė yra naudojamas termovizorius – specialus vaizdo jutiklis ilgųjų bangų infraraudonųjų spindulių diapazone. Bepilotis orlaivis pasiekia pagal globalios navigacinės sistemos koordinates nustatytą ganyklą ir ieško artimiausio jaučio, kuriam nėra nustatyta medžiagos-žymeklio kiekio ant jo nugaros ar šonų. Tada, sekdamas gyvulio padėtį, bepilotis orlaivis užima teisingą sąlyginę padėtį, išleidžia vieną skysčio srovę ir patikrina, ar skystis pateko ant gyvulio kūno. Po to pereina prie kito gyvulio apdorojimo. Banda yra apdorojama keliais nedideliais bepiločiais orlaiviais vienu metu visiškai autonominiu režimu. Bepiločio orlaivio dydis ir rezervuaro talpa parenkami taip, kad jo varymo sistemos keliamas triukšmas negąsdintų gyvulių ir netrauktų jų dėmesio. Šiuo metu tai yra aktuali problema, pavyzdžiui, Brazilijoje dėl vabzdžių netenkama 183 litrų pieno iš karvės ir 41 kg jaučio masės.

Aprašyto būdo ir sistemos privalumai:

- praktiškai nėra skysčio nunešimo į šalį kelyje link taikinio;
- tikslus mažų skysčio dozių tiekimas;
- didelis kelių taikinių apdorojimo per vieną sesiją proceso optimizavimo lygis;
- minimalus poveikis apdorojimo objektams, nes apdorojimas vykdomas iš objektui saugaus atstumo, paprastai iš viršaus ir šono;
- racionalus energijos panaudojimas, daugiausia judant pastoviu greičiu tiesiais maršruto ruožais;
- galimas taikymas taikinių, nustatytų tiek stacionarių, tiek judančių reperinių objektų atžvilgiu, apdorojimui;
- naudojamas skysčio tiekimo įrenginys yra paprastas, jį galima automatiškai užpildyti ir praplauti, taip pat galima visiškai pakeisti ir utilizuoti rezervuarą su visomis su juo sujungtomis skysčio posistemėmis, užtikrinant patikimą, patogų ir itin ekologišką visos sistemos aptarnavimą.

#### PRAMONINIS PRITAIKOMUMAS

Siūlomas kompleksinis techninis sprendimas gali būti taikomas žemės ūkyje, gyvulininkystėje ir kitose pramonės srityse, kuriose yra poreikis iš tam tikro atstumo tiksliai pateikti iš bepiločių orlaivių nedideles bet kokių skysčių dozes pagal apibrėžtą programą.

Pagrindinis pritaikymas – vaismedžių apdorojimas apnuodytais masalais, kovojant su vabzdžiais žemės ūkyje, tiksliai tiekiant nedideles atitinkamų skysčių dozes iš tam tikro atstumo.

Įrenginiai ir sistemos aprašyto būdo pagrindu, gali būti naudojami gyvūnų apdorojimui repelentais, feromonais, norint pritraukti gyvūnus į reikiamą vietą, apdoroti saugomų zonų perimetrą atbaidymo priemonėmis, ženklinti teritorijas arba judančius arba nejudančius objektus, pavyzdžiui, transporto priemones.

Pozicijų sąrašas:

- 1 - Bepilotis orlaivis
- 2 - Skysčio srovė

- 3 - Apdorojimo vieta, taikinyš ant reperinio objekto ar jame
- 3a – nulinio ilgio taikinyš
- 3b – taikinyš ant judančio reperinio objekto arba jame
- 4 - Apdorojimo vieta, taikinyš už reperinio objekto ribų
- 5 - Reperinis objektas su nustatytu jo atžvilgiu taikiniu, esančiu ant jo arba jame
- 5a – mobilus reperinis objektas
- 6 - Reperinis objektas, kurio atžvilgiu nustatytas taikinyš yra už objekto ribų
- 7 - Apdorojimo teritorija
- 8 - Globalios arba lokalsios navigacinės sistemos veikimo zona
- 9 - Informacijos apie apdorojimo vietas šaltinis
- 10 - Valdymo stotis
- 11 - Aptarnavimo infrastruktūra
- 12 - Laukimo vieta
- 13 - Užpildymo vieta
- 14 - Energijos šaltinių keitimo vieta
- 15 - Bepiločio orlaivio varymo sistema
- 16 - Bepiločio orlaivio valdymo kontroleris
- 17 - Skysčio tiekimo, išleidžiant nukreiptą srovę, įrenginys
- 18 - Skysčio laikymo rezervuaras
- 19 - Valdomas generatorius
- 19a, 19b, 19c – generatorius, bepiločiam orlaiviui judant apdorojimo trajektorija
- 20 - Keičiamas energijos šaltinis
- 21 - Srovės ištinė fazė
- 22 - Stambių lašų fazė
- 23 - Generatoriaus išleidžiamos skysčio srovės greičio vektorius

- 24 - Kampas tarp horizonto ir išleidžiamos srovės greičio vektoriaus
- 25 - Horizontas
- 26 - Skysčio posistemė
- 27 - Tiekimo įrenginio valdymo kontroleris
- 28 - Srovės išleidimo valdymo priemonė
- 29 - Skysčio turbulencijos sumažinimo ir/arba jo srauto išlyginimo priemonės
- 30 - Skysčio tiekimo į generatorių priemonė, pavyzdžiui, siurblys
- 31 - Slėgio pulsavimo slopintuvas
- 32 - Kampinis stabilizatorius vienam ar daugiau kampų
- 33 - Kampinio stabilizatoriaus orientavimo jutiklių blokas
- 34 - Antivibracinis slopintuvas
- 35 - Skysčio maišymo rezervuare priemonė
- 36 - Valdomas vožtuvas
- 37 - Valdomo vožtuvo pavara
- 38 - Debitomatis
- 39 - Temperatūros jutiklis
- 40 - Rezervuaro įleidimo anga
- 41 - Drenažo, užpildymo arba drenažo-užpildymo vožtuvas
- 42 - Skysčio lygio rezervuare jutiklis
- 43 - Jungiamieji vamzdeliai
- 44 - Apdorojimo trajektorija bei apdorojimo būseną
- 44a – tiesi apdorojimo trajektorija
- 45 - Skysčio tiekimo į taikinį kampas
- 46 - Judančio reperiinio objekto buvimo zona
- 47 - Reperinių objektų nustatymo ir galimo papildomo tolesnio sekimo priemonės

- 48 - Nustatymo priemonių matymo laukas
- 49 - Judančio reperinio objekto koordinacijų sistema
- 50 - Bepiločio orlaivio maršrutas
- 51 - Pradinė laukimo būseną
- 52 - Galutinė laukimo būseną
- 53 - Aprūpinimo būseną
- 54 - Tranzito būseną

## IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Skysčio tiekimo būdas, išleidžiant ištisinę srovę, apimantis:

- informacijos apie apdorojimo teritoriją gavimą;
  - apdorojimo vietų nustatymą, remiantis gauta informacija apie apdorojimo teritoriją;
  - skysčio tiekimą valdomu ištisinės srovės išleidimu į nustatytas apdorojimo vietas iš į jas nukreipto bepiločio aparato;
  - bepiločio aparato aptarnavimą tam skirta infrastruktūra;
- b e s i s k i r i a n t i s t u o , k a d :
- informacijos apie apdorojimo teritoriją gavimas apima reperinių objektų aibės, kurios atžvilgiu nustato apdorojimo vietų aibę ir, atitinkamai, apdorojimo taikinių aibę, formavimą;
  - kiekvienam taikiniui nurodo apdorojimo parametrų grupę, ir, atsižvelgiant į taikinį ir nurodytus parametrus, nustato apdorojimo trajektorijų aibę su valdomų ištisinių nukreiptų skysčio srovių išleidimų serija;
  - taikinių pagal nurodytus parametrus apdorojimą vykdo serija valdomų nukreiptų ištisinių srovių išleidimų iš bepiločio orlaivio, judančio pasirinkta apdorojimo trajektorija;
  - bepiločio aparato aptarnavimas apima bepiločio orlaivio, laukiančio skrydžio ar jį pabaigusio, dislokavimą laukimo vietoje.

2. Skysčio tiekimo būdas, išleidžiant ištisinę srovę, pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s t u o , k a d reperinius objektus apibūdina erdvine padėtimi ir orientacija, arba jų galimo buvimo globalios arba lokalsios navigacinės sistemos koordinatinių sistemoje erdvine sritimi; kiekvienam taikiniui iš galimų apdorojimo trajektorijų aibės parenka apdorojimo trajektoriją su pastoviu bepiločio orlaivio judėjimo ja kursiniu greičiu ir, optimaliai, tiesia linija; apdorojimo parametrai apima skysčio dozę ir vieną arba abi iš priimtinių tiekti nurodytą dozę į taikinį srovės fazių iš grupės, apimančios ištisinę fazę ir fazę stambių lašų, susidariusių susiskaidžius ištisinei fazei, o nukreipta ištisinė srovė, optimaliai, yra laminarinė.

3. Skysčio tiekimo būdas, išleidžiant ištisinę srovę, pagal 1 arba 2 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad apdorojimo vietų apdorojimą vykdo vienu arba keliais bepiločiais orlaiviais, kurių kiekvieną įrengia su vienu arba keletu skysčių laikymo rezervuarų ir vienu arba keletu nukreiptos skysčio srovės valdomo išleidimo generatoriumi, į kuriuos skystis yra tiekiamas iš atitinkamų rezervuarų, be to, bepiločiam orlaiviui judant taikinio apdorojimo trajektorija, užtikrina valdomo išleidimo generatoriaus (-ių) kampinį stabilizavimą vienoje ar keliose plokštumose, valdant juos nešančio bepiločio orlaivio orientavimu ir, nebūtinai, konfigūruojant papildomus kampinius stabilizatorius, per kuriuos valdomo išleidimo generatorių (-ius) montuoja ant bepiločio orlaivio.

4. Skysčio tiekimo būdas, išleidžiant ištisinę srovę, pagal bet kurį ankstesnį punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad reperiniai objektai, kurių atžvilgiu nustatyta apdorojimo vienu iš bepiločių orlaivių taikinių aibė, pavieniui arba grupėmis, yra nustatomi ir, nebūtinai, toliau stebimi pagal vaizdus iš įrengto bepiločiame orlaivyje vaizdo jutiklio ir/arba nuotolinio vaizdo jutiklio (*TOF, Time-Of-Flight*), nustatant bepiločio orlaivio ir kiekvieno reperinio objekto jų santykinę padėtį ir orientaciją.

5. Skysčio tiekimo būdas, išleidžiant ištisinę srovę, pagal bet kurį ankstesnį punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad taikinio apdorojimo parametrų grupę papildo dozės paskirstymu taikinyje taip, kad taikiniui, kuris yra bet kokio baigtinio ilgio linija, įskaitant nulinį ilgį, nurodytą skysčio dozę paskirsto per taikinio ilgį, nurodant absoliutų skysčio kiekį viename ar keliuose jo taškuose, arba bet kokio nenulinio baigtinio ilgio taikiniui nurodytą skysčio dozę paskirsto per taikinio ilgį, nurodant skysčio kiekį ilgio vienetui kiekviename taikinio taške, kur nurodytą dozę užtikrina konfigūruojant ir, optimaliai, valdant skysčio srautą, išleidžiamą į taikinį, ir valdant kiekvienos srovės iš srovių serijos išleidimo laiką.

6. Skysčio tiekimo būdas, išleidžiant ištisinę srovę, pagal bet kurį ankstesnį punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad reperinius objektus ir/arba nustatytus jų atžvilgiu taikinius prieš apdorojimą paženkлина medžiagomis-žymekliais; bepilotį orlaivį įrengia

su priemonėmis, nustatančiomis, ar ant reperinio objekto ir/arba taikinio esama medžiagos-žymeklio, o taikinio apdorojimo parametrų grupę papildo apdorojimo poreikio rodikliu, nustatant medžiagos-žymeklio buvimą ant taikinio ir/arba reperinio objekto, kurio atžvilgiu buvo nustatytas taikiny, be to, kaip medžiagą-žymeklį naudoja patį skystį, jeigu galima nustatyti jo buvimą ant reperinio objekto ir/arba taikinio, naudojant nurodytas medžiagos-žymeklio nustatymo priemones, arba medžiagos-žymeklio prideda į skystį.

7. Skysčio tiekimo būdas, išleidžiant ištisinę srovę, pagal bet kurį ankstesnį punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad taikinio apdorojimo trajektoriją apibrėžia nenutrūkstamos erdvėje linijos segmentu, kurios kiekviename taške užtikrinta bepiločio orlaivio ir taikinio santykinė padėtis ir orientacija bei srovės išleidimo kryptis, kurie kartu užtikrina, kad srovė pasieks taikinį bet kurioje iš apdorojimo parametrais nurodytų srovės fazių.

8. Skysčio tiekimo būdas, išleidžiant ištisinę srovę, pagal bet kurį ankstesnį punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad taikinio apdorojimo serijos srovių skaičių nustato atsižvelgiant į valdomo išleidimo generatoriaus (-ių) stabilaus nenutrūkstamo darbo garantuotą laiką ir į tai, ar yra kliūčių vienos apskaičiuotos ištisinės srovės, užtikrinančios taikinio apdorojimą pagal nurodytus apdorojimo parametrus kelyje į taikinį iš judančio taikinio apdorojimo trajektorija bepiločio orlaivio.

9. Skysčio tiekimo būdas, išleidžiant ištisinę srovę, pagal bet kurį ankstesnį punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad bepiločio orlaivio judėjimą taikinio apdorojimo trajektorija apibrėžia kaip apdorojimo būseną; bepiločio orlaivio judėjimą tarp apdorojimo trajektorijų apibrėžia kaip tranzito būseną; kitokį judėjimą apibrėžia kaip aprūpinimo būseną, o bepiločio orlaivio būseną nejudant vienoje iš aptarnavimo vietų apibrėžia kaip laukimo būseną.

10. Skysčio tiekimo būdas, išleidžiant ištisinę srovę, pagal 9 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad bepiločio orlaivio būsenų seka, prasidedanti ir pasibaigianti

laukimo būsenomis, nustato bepiločio orlaivio judėjimo maršrutą, o pagal maršrutą sudarančias apdorojimo būsenas nustato maršrutą atitinkančių taikinių aibę, be to, kiekvienam bepiločiam orlaiviui, esančiam aprūpinimo būsenoje, kuri eina prieš pirmą apdorojimo būseną, priskiria aprūpinimą atitinkančiu maršrutą skysčio kiekiu jo skysčio laikymo rezervuare (-uose), tam nukreipiant orlaivį į vieną iš užpildymo vietų, ir maršrutą atitinkančiomis energijos atsargomis jo pakeičiamuose energijos šaltiniuose, nukreipiant jį į vieną iš energijos šaltinių keitimo vietų.

11. Skysčio tiekimo būdas, išleidžiant ištisinę srovę, pagal 10 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad taikinių aibės apdorojimą vykdo vienu arba keliais bepiločiais orlaiviais vienos sesijos metu, kur sesiją sudaro vienas ar daugiau maršrutų, kurių kiekvienas nustatytas apdoroti taikinių poaibį vienu iš bepiločių orlaivių, įtraukiant į jo maršrutą atitinkamas apdorojimo būsenas.

12. Skysčio tiekimo būdas, išleidžiant ištisinę srovę, pagal 11 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad formuojant sesijų maršrutus bepiločiam orlaiviui, kuris įrengtas su dviem ar daugiau valdomo išleidimo generatoriais, iš galimų apdorojimo trajektorijų aibės parenka apdorojimo trajektorijas, kurias galima sujungti į ištisinį linijinį maršruto ruožą, kuriuo bepilotis orlaivis juda pastoviu kursiniu greičiu ir, optimaliai, tiesia linija.

13. Skysčio tiekimo būdas, išleidžiant ištisinę srovę, pagal 11 arba 12 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad maršrutui su dviem ar daugiau apdorojimo būsenomis iš galimų apdorojimo trajektorijų aibės parenka apdorojimo trajektorijas, kurios kartu sudaro patį trumpiausią ir tiesiausią maršrutą, optimaliai, su pastoviu bepiločio orlaivio judėjimo kursiniu greičiu maksimalia maršruto dalimi.

14. Skysčio tiekimo būdas, išleidžiant ištisinę srovę, pagal bet kurį iš 11-13 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad bepilotį orlaivį jo sesijos paskutiniame maršrute metu aprūpinimo būsenoje, kuri seka po paskutinės apdorojimo būsenos, nukreipia į vieną iš užpildymo vietų išpilti skysčio likučius iš jo skysčio laikymo rezervuaro (-ų) ir/arba praplauti skysčio laikymo rezervuarą (-us) ir, nebūtinai, valdomo išleidimo

generatorius.

15. Skysčio tiekimo būdas, išleidžiant ištisinę srovę, pagal bet kurį iš 11-14 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad sesijai, skirtai apdoroti stacionarių reperinių objektų atžvilgiu nurodytų taikinių aibę vienu ar daugiau bepiločiais orlaiviais, nustato:

- bepiločio orlaivio buvimo kiekvienoje bepiločio orlaivio būsenoje per pasirinktą laiko vienetą svorio koeficientus;
- stiprinančius daugiklius judėjimo su pagreičiu intervalams;
- silpninantį daugiklį, atvirkščiai proporcingą likusiam nepanaudoto skysčio kiekiui;

ir nustato tiekimo trajektorijas, kurias kartu grupuoja į maršrutų aibę, apibūdinamą maršrutų integralių per tam tikrą laiką verčių svorio koeficientų sandaugų iš stiprinančių ir silpninančių daugiklių atskirais maršrutais minimalia suma.

16. Skysčio tiekimo būdas, išleidžiant ištisinę srovę, pagal bet kurį ankstesnį punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad taikinių apdorojimo parametrų grupę pasirinktinai papildo vienu arba daugiau apribojimais iš grupės, apimančios:

- azimuto diapazoną ir/arba kampo tarp horizonto ir skysčio tiekimo į taikinį krypties diapazoną;
  - zoną reperinio objekto atžvilgiu, kurioje draudžiama būti bepiločiam orlaiviui;
- ir
- zoną reperinio objekto atžvilgiu, kurioje rekomenduojama būti bepiločiam orlaiviui.

17. Skysčio tiekimo būdas, išleidžiant ištisinę srovę, pagal bet kurį ankstesnį punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad bepiločio orlaivio ir apdorojimo vietos santykinę padėtį apibūdina aukščių skirtumu ir horizontaliu atstumu tarp jų, o srovės išleidimo kryptį apibūdina kampu tarp srovės išleidimo krypties ir horizonto, ir apdorojimo vietos azimutu bepiločio orlaivio atžvilgiu, ir, naudojant bepiločio orlaivio ir apdorojimo vietos santykinę padėtį, viso taikinio apdorojimo laiko metu nustato korekciją dėl bepiločio

orlaivio greičio vektoriaus apdorojimo vietos atžvilgiu ir, nebūtinai, dėl nurodyto arba matuojamo vėjo greičio vektoriaus.

18. Skysčio tiekimo būdas, išleidžiant ištisinę srovę, pagal bet kurį ankstesnį punktą, *b e s i s k i r i a n t i s* tuo, kad sesijos nurodytų taikinių apdorojimą vykdo, paskirstant maršrutus tarp veikiančių bepiločių orlaivių tokiu būdu, kad suminis laikas, kurį visi bepiločiai orlaiviai praleidžia laukimo būsenoje, būtų minimalus.

19. Skysčio tiekimo būdas, išleidžiant ištisinę srovę, pagal bet kurį ankstesnį punktą, *b e s i s k i r i a n t i s* tuo, kad neeilinės avarinės situacijos susidarymo bepiločiame orlaivyje atveju nutraukia jo vykdomą maršrutą ir jį nukreipia į artimiausią laukimo vietą arba, alternatyviai, pagal galimybę saugiai nuleidžia jį už aptarnavimo ar laukimo vietų ribų.

20. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, būdo pagal bet kurį iš 1-19 punktų įgyvendinimui, apimanti:

- informacijos apie apdorojimo vietas šaltinį;
- bepilotį aparatą, įrengtą su valdymo kontrolieriu ir nešantį skysčio tiekimo nukreipta srove įrenginį, apimantį skysčio laikymo rezervuarą ir nukreiptos skysčio srovės valdomo išleidimo generatorių;
- bepiločio aparato aptarnavimo infrastruktūrą;
- valdymo stotį, susietą su informacijos apie apdorojimo vietas šaltiniu, valdymo kontrolieriu ir bepiločio aparato aptarnavimo infrastruktūra;

*b e s i s k i r i a n t i* tuo, kad:

- informacijos apie apdorojimo vietas šaltinis (9) apima informaciją apie nurodytų taikinių (3, 4) aibę, nustatytą reperinių objektų (5), esančių apdorojimo teritorijoje (7), kurią apima lokalios arba globalios navigacinės sistemos veikimo zona (8), netuščios aibės atžvilgiu;
- bepilotis aparatas yra vienas ar daugiau bepiločių orlaivių (1), kurių kiekvienas yra priemonė, užtikrinanti aukštį ir kampinį stabilizavimą vienoje ar daugiau

plokštumose vieno ar daugiau ant jo sumontuotų skysčio tiekimo nukreipta srove įrenginių (17) generatoriaus (19) srovės (2) išleidimo metu;

- bepiločio orlaivio valdymo kontrolieris (16) yra įrengtas su lokaliais arba globalios navigacijos sistemos tikslios navigacijos priemonėmis ir orientavimo ir kurso nustatymo priemonėmis, apimančiomis kompasą arba magnetometrą;

- skysčio tiekimo įrenginys (17) yra konfigūruotas serijai iš vieno ar kelių nukreiptų į taikinį išsiskiriančių, optimaliai, laminarinių skysčio srovių (2) išleidimų, ir

- yra įrengtas su nuosavu valdymo kontrolieriu (27), susietu su bepiločio orlaivio valdymo kontrolieriu (16) ir valdymo stotimi (10); ir

- yra įrengtas su vienu arba daugiau skysčio srovės valdomo išleidimo generatoriais (19), kurių kiekvienas prijungtas prie skysčio rezervuaro (18) per valdomą skysčio posistemę (26);

- valdymo stotis (10) apima:

- bepiločių orlaivių maršrutų (50), einančių per kiekvieno iš nurodytų taikinių apdoravimo trajektorijas (44), formavimo priemonės;

- nurodytų bepiločių orlaivių judėjimo maršrutais (50) valdymo priemonės, susijusias su maršrutų formavimo priemonėmis;

- su judėjimo valdymo priemonėmis susijusias ryšio priemonės su bepiločių aparatų valdymo kontrolieriais (16), su skysčio tiekimo įrenginių (17) valdymo kontrolieriais (27) ir, nebūtinai, su užpildymo vietomis (13) ir/arba energijos šaltinių keitimo vietomis (14);

- aptarnavimo infrastruktūra (11) yra sudaryta iš vienos arba daugiau aptarnavimo vietų, apimančių vieną arba daugiau energijos šaltinių keitimo vietas (14), vieną arba daugiau užpildymo skysčiu vietas (13), vieną arba daugiau laukimo vietas (12), esančias bendroje aikštelėje arba paskirstytas pavieniui arba grupėmis, įskaitant, nebūtinai, įrengtas kaip daugiavertės aptarnavimo vietos, konfigūruotos kaip stacionarinė ir/arba mobili antžeminė stotis.

21. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, pagal 20 punktą, b e s i s k i r i a n t i t u o, kad keli srovės išleidimo generatoriai (19) prijungti prie rezervuaro

(18) per vieną valdomą skysčio posistemę (26).

22. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, pagal bet kurį iš 20-21 punktų, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad minėtas tiekimo įrenginys (17) yra konfigūruotas serijai iš vieno arba daugiau ištisinės skysčio srovės (2) išleidimų į taikinį (3, 4), esantį bepiločio orlaivio (1) maršruto (50) atitinkamoje taikinio apdorojimo trajektorijoje (44), kur nebūtinai, tiekimo įrenginio valdymo kontrolieris (27) yra konfigūruotas, kad užduotų arba, optimaliai, koreguotų kryptį, o taip pat, nebūtinai, srovės išleidimo greitį ir srovės išleidimo trukmę.

23. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, pagal bet kurį iš 20-22 punktų, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad taikinio apdorojimo skystis apima aktyvųjį apdorojimo agentą ir, nebūtinai, medžiagą-žymeklį, patvirtinantį skysčio patekimo ant taikinio faktą, o bepilotis orlaivis (1) nebūtinai yra įrengtas su susieta su valdymo kontrolieriu (16) priemone, nustatančia ar esama medžiagos-žymeklio ant taikinio ir/arba reperinio objekto.

24. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, pagal bet kurį iš 20-23 punktų, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad tikslios navigacijos ir orientavimo bei kurso nustatymo priemonės be nurodytų kompasu arba magnetometro apima dar akselerometrą, giroskopą, GNSS imtuvą ir su išoriniu šaltiniu susietas GNSS korekcijos priemones ir/arba priemones objektams nustatyti ir stebėti, taip pat priemones aukščiui nustatyti.

25. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, pagal bet kurį iš 20-24 punktų, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad kiekvienas iš srovės generatorių (19) yra sumontuotas ant skysčio tiekimo nukreipta srove įrenginio (17) per antivibracinį slopintuvą (34) ir/arba kampinį stabilizatorių (32) vienam ar daugiau kampų, susiejant nurodyto kampinio stabilizatoriaus (32) orientavimo jutiklių bloką (33) su generatoriaus (19) orientacija.

26. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, pagal bet kurį iš 20-25 punktų, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad generatoriaus (19) išvadas įrengtas su srovės išleidimo valdymo priemone (28), nukreipiančia nepanaudotą išleidimui į taikinį skystį į atitinkamą skysčio laikymo rezervuarą (18).

27. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, pagal bet kurį iš 20-26 punktų, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad minėtas rezervuaras (18) papildomai įrengtas su skysčio maišymo priemone (35), siekiant išvengti nuosėdų susidarymo arba sluoksniavimosi.

28. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, pagal bet kurį iš 20-27 punktų, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad valdoma skysčio posistemė (26) yra įrengta su skysčio siurbliu (30) ir, nebūtinai, su siurblio (30) sukeltų slėgio pulsavimų slopintuvu (31).

29. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, pagal bet kurį iš 20-28 punktų, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad valdoma skysčio posistemė (26) papildomai turi skysčio debitomatį (38), kuris yra grįžtamojo ryšio jutiklis skysčio tiekimo, išleidžiant nukreiptą srovę, įrenginio (17) valdymo kontrolieriui (27).

30. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, pagal bet kurį iš 28-29 punktų, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad rezervuaras (18) ir prijungta (-os) prie jo valdoma (-os) skysčio posistemė (-ės) (26) apjungti į vieną bendrą lengvai pakeičiamą ir pilnumoje utilizuojamą bloką.

31. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, pagal bet kurį iš 20-30 punktų, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad minėtas tiekimo įrenginys (17) yra įrengtas su drenažo ir skysčio likučių nuvedimo iš rezervuaro (18) priemonėmis, su galimybe praplauti rezervuarą (18), skysčio posistemę (26) ir, nebūtinai, srovės išleidimo generatorių (19).

32. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, pagal 31 punktą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad skysčio tiekimo, išleidžiant nukreiptą srovę, įrenginys (17) yra įrengtas su užpildymo vožtuvu (41), nebūtinai sujungtu su drenažo ir skysčio likučių nuvedimo iš rezervuaro (18) priemonėmis, kur užpildymo vožtuvas (41) gali būti automatinis.

33. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, pagal bet kurį iš 20-32 punktų, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad užpildymo vieta (13) yra įrengta su talpa apdorojimo skysčiui, ir, nebūtinai, reaktoriais-maišytuvais, skirtais gauti nurodytą skystį betarpiškai užpildymo vietoje.

34. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, pagal bet kurį iš 20-33 punktų, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad bepilotis orlaivis (1) padarytas kaip kelių rotorių orlaivis su vertikaliu kilimu ir konfigūruotas tokiu būdu, kad bepiločio orlaivio rotorių skrydžio metu sukeliama oro srautai neinterferuotų su generatoriaus išleidžiama srove.

35. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, pagal bet kurį iš 20-34 punktų, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad skysčio tiekimo, išleidžiant nukreiptą srovę, įrenginys (17) padarytas kaip nuimamas naudingos apkrovos modulis, montuojamas ant bepiločio orlaivio (1).

36. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, pagal bet kurį iš 20-34 punktų, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad minėtas tiekimo įrenginys (17) yra integruotas į bepilotį orlaivį (1) ir, nebūtinai, bepiločio orlaivio valdymo kontrolieris (16) ir kontrolieris (27), valdantis skysčio tiekimo, išleidžiant nukreiptą srovę, įrenginį (17), yra suvienyti.

37. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, pagal bet kurį ankstesnį punktą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad minėtame skysčio tiekimo įrenginio

(17) valdymo kontroleryje (27) numatytas draudimas išleisti srovę aukščiau nei nurodytas saugus bepiločio orlaivio (1) judėjimo aukštis.

38. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, pagal bet kurį iš 20-37 punktų, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad valdymo stotis (10) yra išskirstyta, kur bepiločių orlaivių maršrutų formavimo priemonės yra už apdorojimo teritorijos (7) ribų, o judėjimo valdymo priemonės ir ryšio priemonės yra apdorojimo teritorijos (7) ribose.

39. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, pagal 38 punktą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad bepiločių orlaivių maršrutų formavimo priemonės apima:

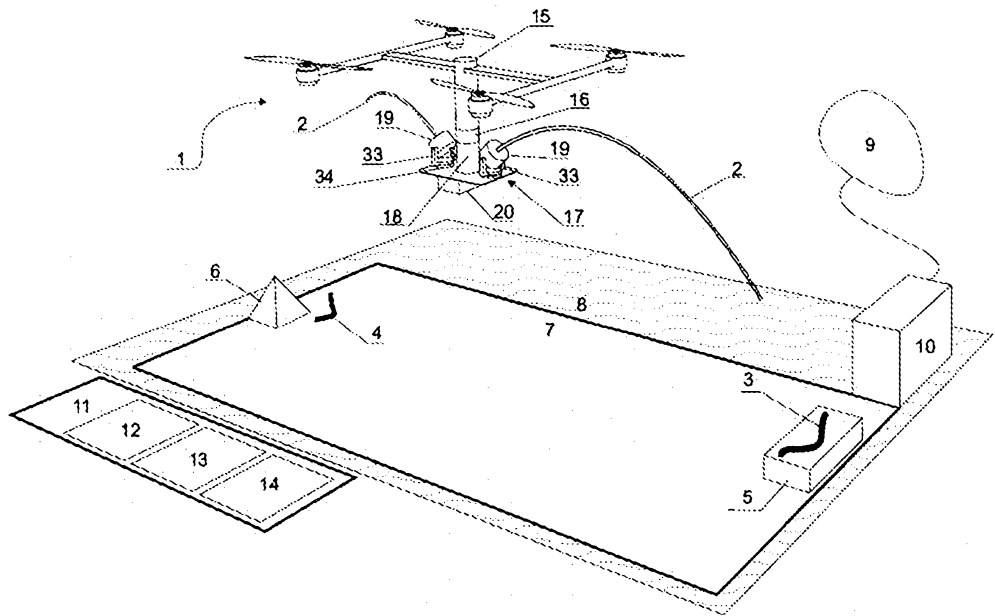
- aparatinius ir programinius skaičiavimo išteklius, skirtus formuoti maršrutus, optimaliai, debesų arba nuotolinį apdorojimo zonos atžvilgiu fizinį arba virtualų serverį su tinklo adapteriu, palaikančiu žinomus interneto protokolus ir prijungtą prie interneto.

40. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, pagal 39 punktą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad judėjimo valdymo priemonės apima:

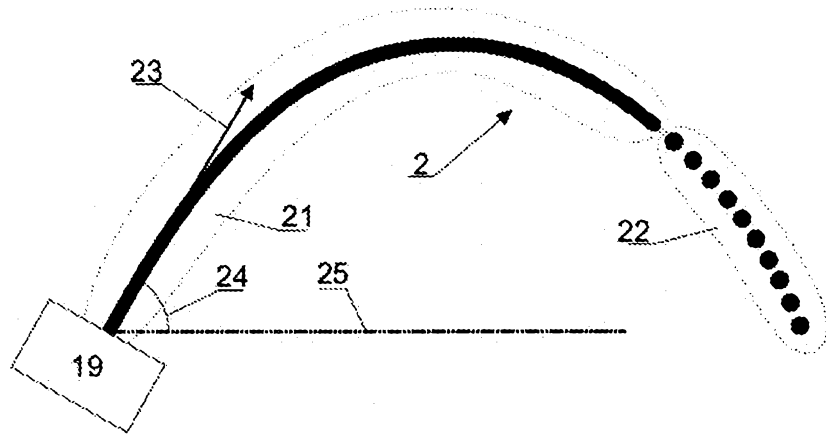
- aparatinius ir programinius skaičiavimo išteklius, skirtus judėjimo valdymui, optimaliai, pramoninį kompiuterį arba kontrolerį, optimaliai, ARM mikrokontrolerio (-ių) pagrindu, su tinklo adapteriu, palaikančiu žinomus interneto protokolus ir prijungtą prie interneto.

41. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, pagal 20-40 punktus, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad valdymo stotis (10) yra lokali, kur visi jos komponentai sujungti į vieną funkcinį įrenginį, esantį apdorojimo teritorijoje (7) ir, optimaliai, padaryta kaip modulis, skirtas užpildymo vietai (13) arba įkrautų energijos šaltinių keitimo vietai (14).

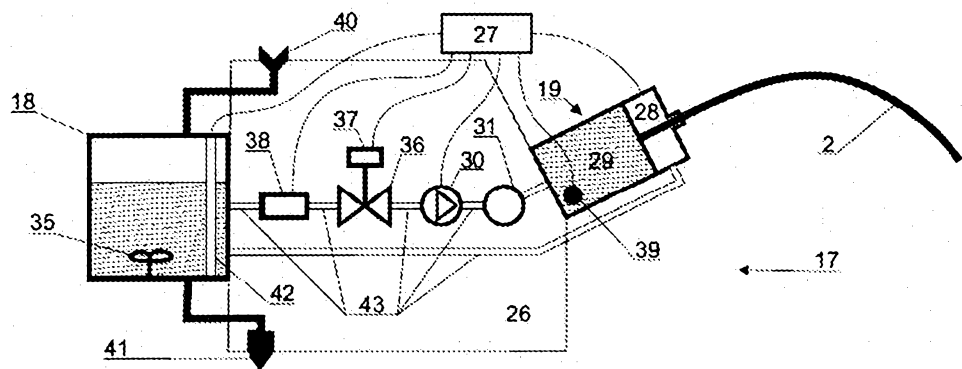
42. Skysčio tiekimo sistema, išleidžiant nukreiptą srovę, pagal bet kurį iš 20-41 punktų, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad bepilotis orlaivis (1) yra įrengtas su vaizdo jutikliu ir/arba nuotolinio (*TOF, Time-Of-Flight*) vaizdo jutikliu.



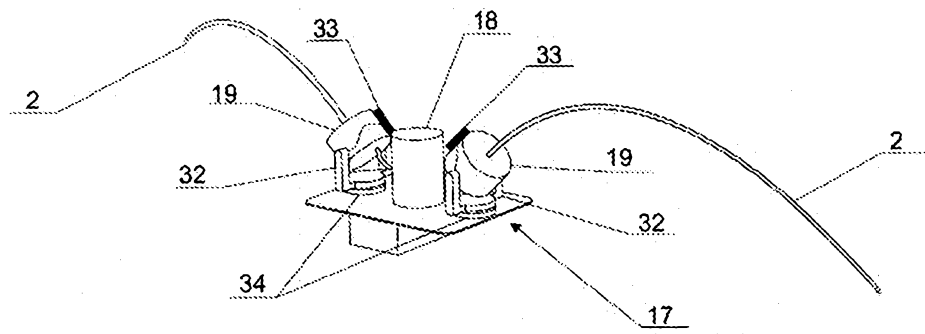
1 pav.



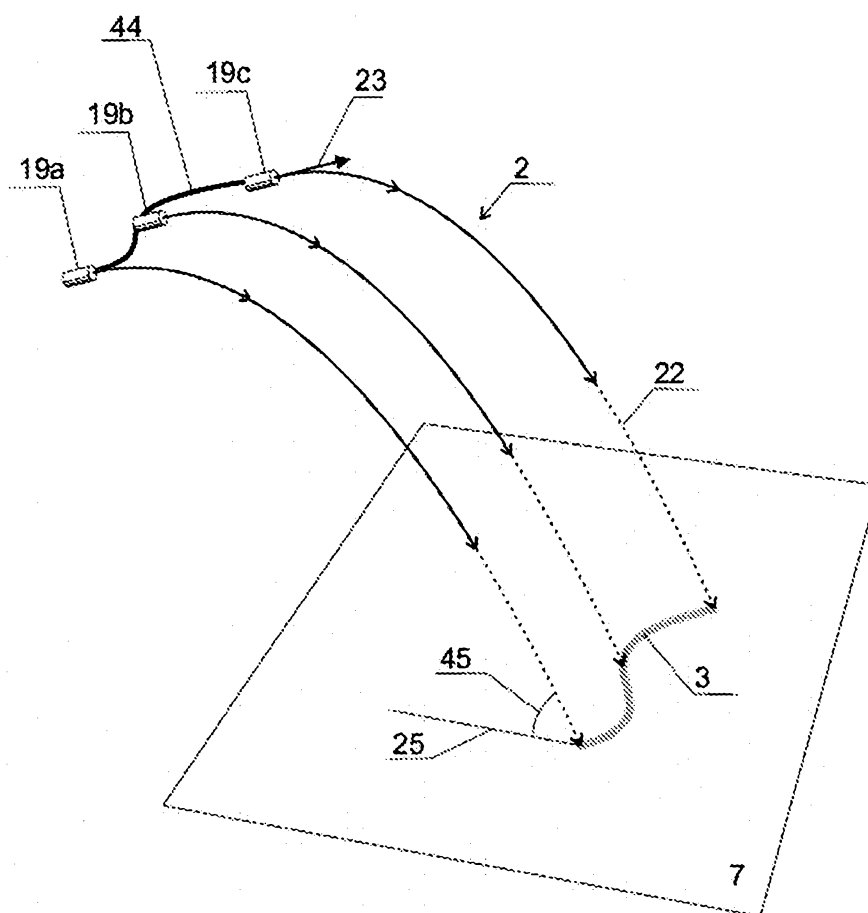
2 pav.



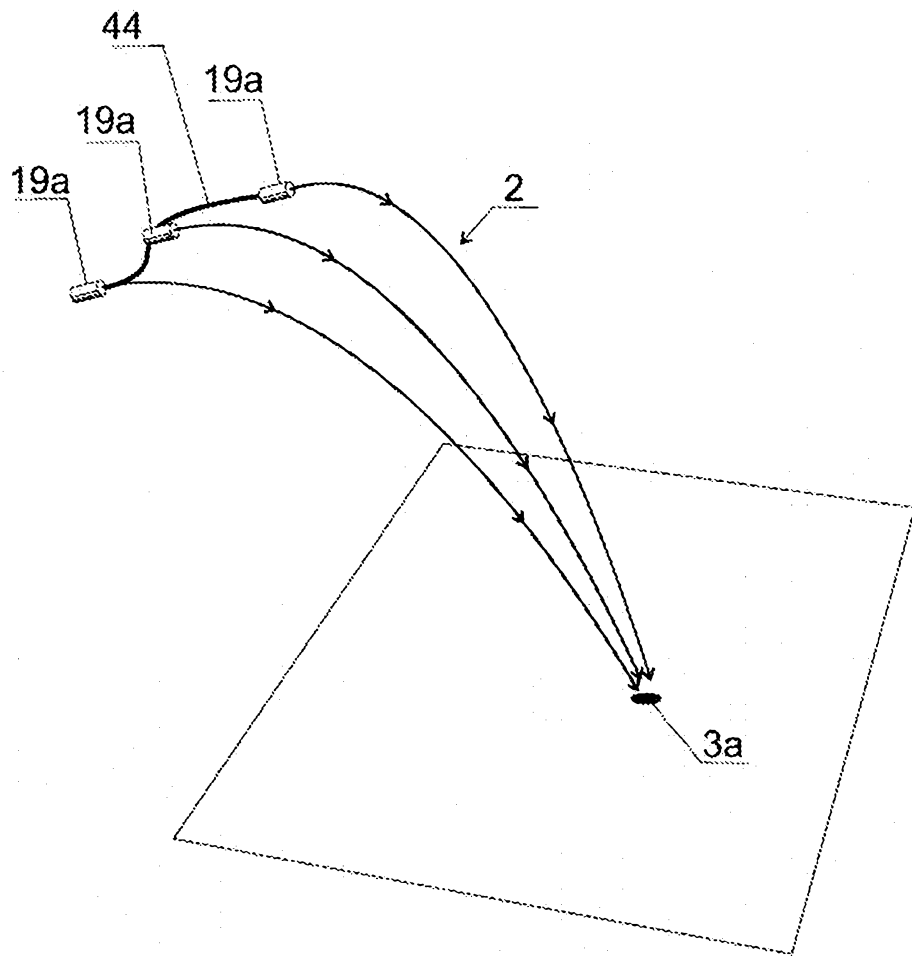
3 pav.



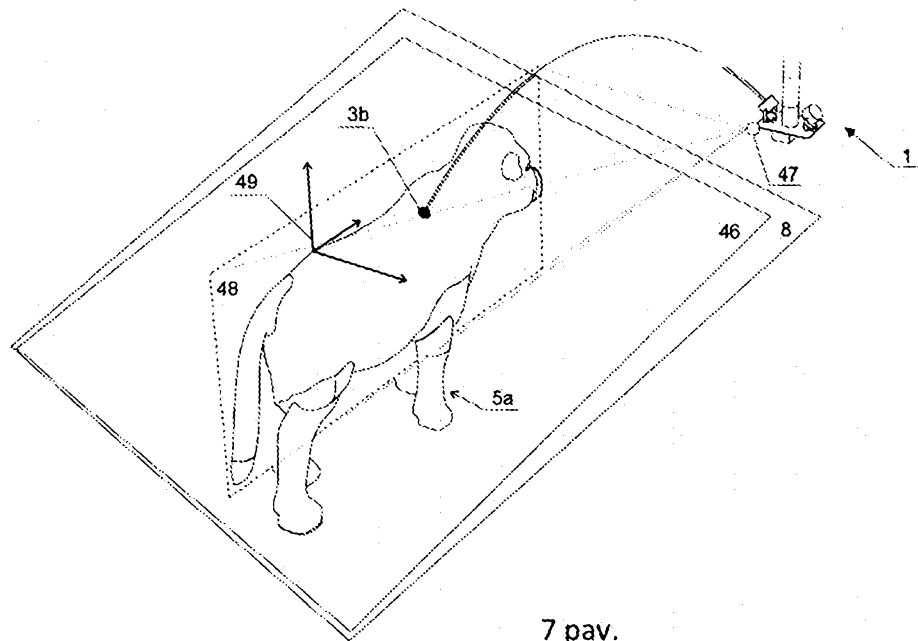
4 pav.



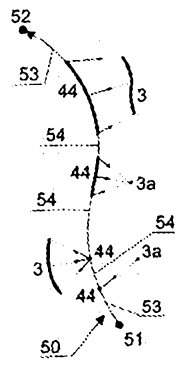
5 pav.



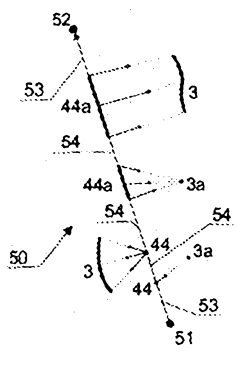
6 pav.



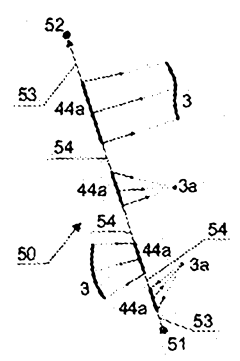
7 pav.



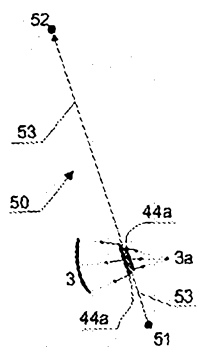
8 pav.



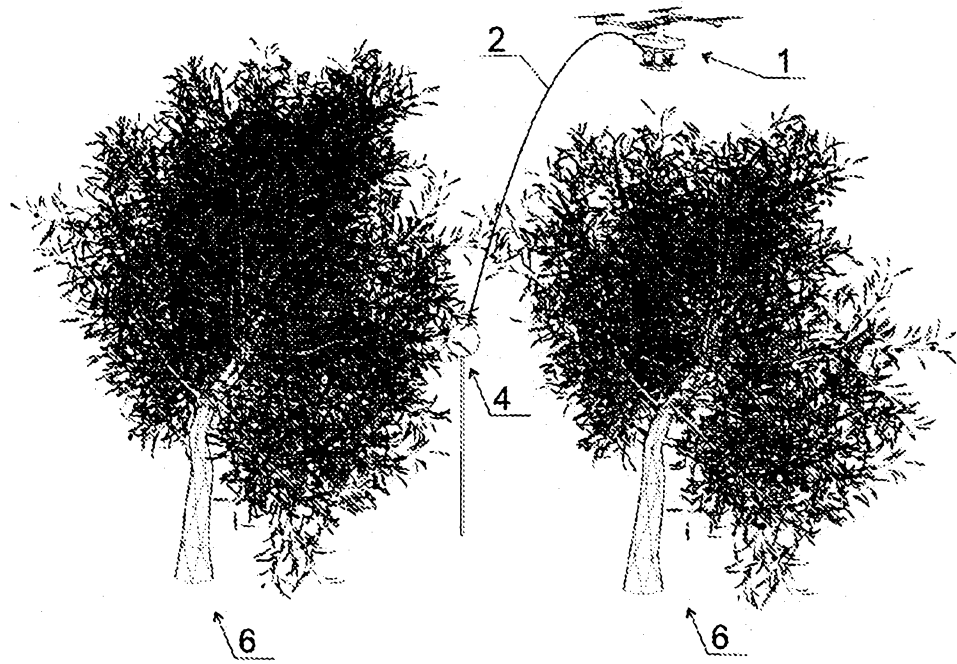
9 pav.



10 pav.



11 pav.



12 pav.