

1. Інтегрована система вихрової безпеки літального апарата, яка включає підсистему (1) інформації про літальний апарат, здатну фіксувати, зберігати і надавати користувачам інформацію про конфігурацію, положення, швидкість переміщення та орієнтацію літального апарата у просторі, підсистему (2) інформації про генератори вихрового сліду, здатну фіксувати, зберігати і надавати користувачам інформацію про тип, положення, швидкість переміщення та орієнтацію генераторів вихрів в зоні знаходження літального апарата, підсистему (4) попередження користувачів про можливість потрапляння літального апарата у небезпечну зону вихрового сліду генератора вихрів у прогнозований момент часу, підсистему (5) користувача, здатну приймати, зберігати та відображати для користувача інформацію, що надходить від інших підсистем, комунікаційну підсистему (6), яка забезпечує інтеграцію підсистем у єдиний комплекс, яка **відрізняється** тим, що додатково містить підсистему (3) інформації про оточуюче середовище, здатну фіксувати, зберігати і надавати користувачам інформацію про стан оточуючого середовища в зоні знаходження літального апарата в даний момент часу і у прогнозований момент часу, а підсистема (5) користувача виконана з можливістю формувати приписуючий сигнал на виконання літальним апаратом маневру, що забезпечує відхилення літального апарата від небезпечної зони вихрових слідів генераторів вихрів упродовж вибраного користувачем часу випередження після отримання користувачем попередження про можливість потрапляння літального апарата у небезпечну зону вихрового сліду генератора вихрів у прогнозований момент часу.

2. Інтегрована система за п. 1, яка **відрізняється** тим, що підсистема (1) інформації про літальний апарат забезпечує приймання, обробку, зберігання і передачу підсистемі попередження користувачів принаймні інформації про конфігурацію, координати та орієнтацію літального апарата в інерціальній системі координат, про проекції швидкості літального апарата і проекції кутової швидкості у пов'язаній з літальним апаратом системі координат, підсистема (2) інформації про генератори вихрових слідів забезпечує приймання, обробку, зберігання і передачу користувачу принаймні інформації про типи генераторів вихрів, їхні координати і орієнтацію, проекції швидкості і кутової швидкості в інерціальній системі координат, підсистема (3) інформації про оточуюче середовище забезпечує приймання, обробку, зберігання і передачу користувачу принаймні інформації про проекції швидкості вітру в інерціальній системі координат на різних висотах в області локалізації вихрових слідів, ступінь турбулентності атмосфери, підсистема (4) попередження користувача про можливість потрапляння літального апарата у небезпечні зони вихрових слідів генераторів вихрів здійснює принаймні розрахунок положення, інтенсивності та небезпечних зон вихрових слідів генераторів вихрів, області прогнозованих положень літального апарата у прогнозований момент часу і направляє підсистемі користувача інформацію про можливе потрапляння літального апарата у небезпечні зони вихрових слідів генераторів вихрів у прогнозований момент часу, підсистема (5) користувача здійснює приймання, обробку, зберігання і відображення інформації від підсистеми попередження принаймні про настання у прогнозований момент часу події рівності нулю відстані від області прогнозованих положень літального апарата до небезпечної зони вихрового сліду генератора вихрів і формує приписуючий сигнал на зміну положення літального апарата, яка забезпечує збільшення зазначеної відстані.

3. Інтегрована система за п. 1 або 2, яка **відрізняється** тим, що підсистема (1) інформації про літальний апарат реалізована на основі штатного бортового обладнання літального апарата та/або обладнання наземного, морського та/або авіаційно-космічного навігаційних комплексів, при цьому підсистема (2) інформації про генератори вихрового сліду реалізована на основі штатного бортового обладнання літального апарата та/або штатного обладнання генератора вихрів, та/або обладнання системи керування повітряним рухом наземного, морського та/або авіаційно-космічного навігаційних комплексів, підсистема (3) інформації про оточуюче середовище реалізована на основі штатного бортового обладнання літального

апарата та/або на основі штатного обладнання метеорологічного забезпечення системи керування повітряним рухом або знаходиться у складі наземного, морського та/або авіаційно-космічного навігаційних комплексів, підсистема (4) попередження користувача про можливість потрапляння літального апарата у небезпечні зони вихрових слідів генераторів вихрів реалізована на основі програмного забезпечення обчислювальних систем користувача та/або бортових систем єдиної індикації, та/або систем індикації диспетчерських служб керування повітряним рухом або знаходиться у складі наземного, морського та/або авіаційно-космічного навігаційних комплексів у місці розміщення диспетчера польоту, підсистема (5) користувача реалізована на основі обчислювальних і навігаційних систем користувача у складі штатного бортового обладнання літального апарата та/або наземного або морського навігаційного комплексу у місці розміщення диспетчера польоту, комунікаційна підсистема (6) реалізована на основі систем телекодового зв'язку та/або бортових мультиплексних каналів інформаційного обміну.

4. Інтегрована система за будь-яким з пп. 1-3, яка **відрізняється** тим, що користувачем є літальний апарат, і приписуючий сигнал реалізується в системі керування літальним апаратом.

5. Інтегрована система за будь-яким з пп. 1-3, яка **відрізняється** тим, що користувачем є диспетчерська служба керування повітряним рухом, а приписуючий сигнал реалізується в системі керування літальним апаратом.

6. Інтегрована система за будь-яким з пп. 1-5, яка **відрізняється** тим, що як підсистему (4) попередження про можливість потрапляння літального апарата у небезпечну зону вихрового сліду генератора вихрів у прогнозований момент часу містить систему, яка включає пристрій (7) слідкування за параметрами літального апарата, здатний приймати інформацію про конфігурацію, положення та орієнтацію літального апарата відносно інерціальної системи координат в даний момент часу, пристрій (8) слідкування за генератором вихрів, здатний приймати інформацію про положення, геометричні та масові характеристики генератора вихрів відносно тієї ж системи координат в даний момент часу і про параметри його руху, запам'ятовуючий пристрій (9), здатний зберігати інформацію про положення і параметри руху генератора вихрів в інерціальній системі координат, детектор (10) параметрів середовища, здатний приймати інформацію про параметри оточуючого середовища в області спільного розміщення літального апарата і генератора вихрів в даний момент часу, пристрій (11) слідкування за вихровим слідом, здатний визначати траєкторію та інтенсивність вихрового сліду генератора вихрів як сукупності траєкторій центрів областей завихреності в інерціальній системі координат, запам'ятовуючий пристрій (12), здатний зберігати інформацію про координати точок траєкторії та інтенсивність сліду генератора вихрів як сукупності траєкторій центрів областей завихреності в інерціальній системі координат, пристрій (13) вибору часу випередження, упродовж якого принаймні можливе виконання маневру зміни траєкторії польоту літального апарата, який забезпечує відхилення літального апарата від вихрового сліду генератора вихрів після попередження про можливість потрапляння у нього, пристрій (14) моделювання контрольної площини, здатний обчислювати випереджальну відстань, що дорівнює відстані, яку долає літальний апарат за час випередження, формувати контрольну площину, розташовану у просторі перед літальним апаратом перпендикулярно напрямку його руху на випереджальній відстані від літального апарата, і визначати прогнозований момент часу прольоту літального апарата через контрольну площину в інерціальній системі координат, пристрій (15) визначення параметрів небезпечної зони, здатний визначати геометричні характеристики небезпечної зони вихрового сліду генератора вихрів як сукупності небезпечних зон областей завихреності, генерованих генератором вихрів, у прогнозований момент часу, пристрій (16) прогнозування, здатний визначати траєкторію вихрового сліду генератора вихрів як сукупності траєкторій центрів областей завихреності, генерованих генератором, та інтенсивність вихрового сліду відносно інерціальної системи координат у прогнозований

момент часу, пристрій (17) обчислення точок перетину, здатний визначати координати точок перетину траєкторії вихрового сліду генератора вихрів з контрольною площиною у прогнозований момент часу перетину літальним апаратом зазначеної контрольної площини; пристрій (18) формування зон і областей, який забезпечує: формування навколо точки перетину траєкторії вихрового сліду з контрольною площиною небезпечної зони вихрового сліду як сукупності небезпечних зон областей завихреності, генерованих генератором, при потраплянні в яку у літального апарата параметри руху можуть перевищити допустимі межі; формування в зазначеній контрольній площині області прогнозованих з урахуванням установлених нормативів здійснення польоту положень літального апарата у прогнозований момент перетину літальним апаратом контрольної площини; формування навколо області прогнозованих положень області підвищеної уваги, інформація про потрапляння в яку небезпечної зони вихрового сліду повинна бути надана користувачу, блок (19) переходу, здатний обчислювати координати області прогнозованих положень літального апарата, області підвищеної уваги і небезпечної зони вихрового сліду в системі координат, пов'язаній з літальним апаратом, перший блок (20) перевірки умови перетину, здатний визначати відстань від області підвищеної уваги до небезпечної зони вихрового сліду та фіксувати момент її рівності нулю, другий блок (21) перевірки умови перетину, здатний визначати відстань від області прогнозованих положень літального апарата до небезпечної зони вихрового сліду та фіксувати момент її рівності нулю, перший сигнальний пристрій (22), що забезпечує формування і передачу підсистемі користувача сигналу про настання події рівності нулю відстані від області підвищеної уваги до небезпечної зони вихрового сліду генератора вихрів, другий сигнальний пристрій (23), що забезпечує формування і передачу підсистемі користувача аварійного сигналу про настання події рівності нулю відстані від області прогнозованих положень літального апарата до небезпечної зони вихрового сліду генератора вихрів.

7. Інтегрована система за п. 6, яка **відрізняється** тим, що пристрій (7) слідкування за параметрами літального апарата здатний приймати інформацію принаймні про конфігурацію, положення, координати, швидкість переміщення, кути тангажу, ристання та крену літального апарата, пристрій (8) слідкування за генератором вихрів здатний приймати інформацію принаймні про тип генератора вихрів, швидкість його переміщення, кутову швидкість та координати точок його траєкторії, детектор (10) параметрів середовища здатний приймати інформацію принаймні про величину і напрям локальної швидкості вітру, профіль вітру по висоті, ступінь турбулентності, тип підстиляючої поверхні, пристрій (11) слідкування за вихровим слідом здатний визначати траєкторію та інтенсивність вихрового сліду генератора вихрів як сукупності траєкторій центрів областей завихреності на основі збереженої інформації про тип генератора вихрів, координати точок його траєкторії, швидкість переміщення і кутову швидкість, пристрій (14) моделювання контрольної площини здатний моделювати контрольну площину на основі інформації про місцезнаходження, орієнтацію та швидкість переміщення літального апарата та величину часу випередження, пристрій (15) визначення параметрів небезпечної зони здатний визначати геометричні характеристики небезпечної зони вихрового сліду генератора вихрів на основі збереженої інформації про координати точок траєкторії та інтенсивність сліду генератора вихрів, інформації про положення, конфігурацію, швидкість переміщення та кутову швидкість літального апарата в інерціальній системі координат, пристрій (16) прогнозування здатний визначати траєкторію вихрового сліду генератора вихрів та інтенсивність вихрового сліду на основі інформації про траєкторію та інтенсивність вихрового сліду як сукупності траєкторій центрів областей завихреності, генерованих генератором, в інерціальній системі координат, пристрій (17) обчислення точок перетину здатний визначати координати точок перетину траєкторії вихрового сліду генератора вихрів з контрольною площиною на основі інформації про координати контрольної площини, траєкторію вихрового сліду в інерціальній системі координат у прогнозований момент часу;

пристрій (18) формування зон і областей здатний формувати небезпечну зону вихрового сліду, область прогнозованих положень літального апарата, область підвищеної уваги на основі інформації про координати точок перетину вихрового сліду генератора вихрів у прогнозований момент часу, інформації про геометричні характеристики небезпечної зони як сукупності небезпечних зон областей завихреності, генерованих генератором вихрів, інформації про конфігурацію, положення, орієнтацію, швидкість переміщення та кутову швидкість літального апарата з урахуванням установлених нормативів здійснення польоту в інерціальній системі координат, блок (19) переходу здатний обчислювати координати області прогнозованих положень літального апарата, області підвищеної уваги і небезпечної зони вихрового сліду в системі координат, пов'язаній з літальним апаратом, на основі інформації про координати області підвищеної уваги, області прогнозованих положень і небезпечної зони вихрового сліду у прогнозований момент часу в інерціальній системі координат та інформації про конфігурацію, координати літального апарата та його положення, бажано, кути тангажу, рискання і крен, в інерціальній системі координат в даний момент часу.

8. Інтегрована система за п. 6 або 7, яка **відрізняється** тим, що підсистема (4) попередження містить пристрій (8) слідкування за генератором вихрів, запам'ятовуючі пристрої (9, 12), пристрій (11) слідкування за вихровим слідом, пристрій (15) визначення параметрів небезпечної зони, пристрій (16) прогнозування, пристрій (17) обчислення точок перетину, пристрій (18) формування зон і областей, перший і другий блоки (19, 20) перевірки умови перетину, сигнальні пристрої, здатні одночасно забезпечити виконання своїх функцій відносно кожного з генераторів вихрів, що знаходяться поблизу літального апарата.

9. Інтегрована система за будь-яким з пп. 6-8, яка **відрізняється** тим, що у підсистемі (4) попередження пристрій (14) вибору часу випередження виконаний з можливістю здійснення поточної корекції часу випередження.

10. Інтегрована система за будь-яким з пп. 6-9, яка **відрізняється** тим, що у підсистемі (4) попередження пристрій (18) формування зон і областей виконаний з можливістю здійснення поточної корекції координат області прогнозованих положень літального апарата.

11. Інтегрована система за будь-яким з пп. 6-10, яка **відрізняється** тим, що у підсистемі (4) попередження пристрій (18) формування зон і областей виконаний з можливістю здійснення поточної корекції координат області підвищеної уваги.

12. Інтегрована система за будь-яким з пп. 9-11, яка **відрізняється** тим, що корекція може бути здійснена в режимі ручного регулювання.

13. Інтегрована система за будь-яким з пп. 9-11, яка **відрізняється** тим, що корекція може бути здійснена у напівавтоматичному або автоматичному режимі.

14. Інтегрована система за будь-яким з пп. 6-13, яка **відрізняється** тим, що підсистема (5) користувача містить пристрій (24) візуалізації для користувача інформації про розташування у контрольній площині області прогнозованих положень літального апарата та небезпечних зон вихрових слідів генераторів вихрів.

15. Інтегрована система за будь-яким з пп. 6-14, яка **відрізняється** тим, що підсистема (5) користувача містить пристрій (22) індикації та пристрій (23) аварійної індикації, вибрані з групи, що включає пристрої візуальної, аудіо- та тактильної індикації.

16. Інтегрована система за будь-яким з пп. 6-15, яка **відрізняється** тим, що підсистема (4) попередження як пристрій (15) визначення параметрів небезпечної зони вихрового сліду генератора вихрів містить пристрій, що включає блок (25) схематизації літального апарата, здатний обчислювати сукупність геометричних характеристик літального апарата, необхідних для розрахунку діючих на нього додаткових аеродинамічних сил і моментів, індукованих вихровим слідом генератора вихрів, блок (26) визначення додаткових діючих на літальний апарат в заданій точці простору аеродинамічних сил і моментів, індукованих вихровим слідом генератора вихрів, здатний обчислювати їх на основі збереженої інформації про координати точок траєкторій центрів областей завихреності та інтенсивність сліду

генератора вихрів як сукупності траєкторій центрів областей завихреності в інерціальній системі координат, інформації про конфігурацію, положення, швидкість переміщення та кутову швидкість літального апарата в інерціальній системі координат та геометричні характеристики літального апарата, блок (27) визначення небезпеки аеродинамічних збурень в заданій точці простору, здатний робити оцінку небезпеки збурень за критерієм небезпеки, встановленим користувачем, блок (28) визначення безлічі точок простору, в яких додаткові аеродинамічні сили і моменти, індуковані вихровим слідом генератора вихрів, є небезпечними, здатний визначати координати точок простору, що належать небезпечній зоні, на основі відбору їх за критерієм небезпеки, встановленим користувачем, блок (29) визначення геометричних характеристик небезпечної зони вихрового сліду здатний обчислювати їх на основі інформації про координати точок, що належать небезпечній зоні.

17. Інтегрована система за п. 16, яка **відрізняється** тим, що у підсистемі (4) попередження у пристрої (15) визначення параметрів небезпечної зони блок (29) визначення геометричних характеристик небезпечної зони вихрового сліду здатний апроксимувати межу небезпечної зони.

18. Інтегрована система за будь-яким з пп. 1-17, яка **відрізняється** тим, що як критерій небезпеки вихрового сліду генератора вихрів вибрана допустима величина крену літального апарата.

19. Інтегрована система за будь-яким з пп. 1-17, яка **відрізняється** тим, що як критерій небезпеки вихрового сліду генератора вихрів вибраний момент крену, індукований вихровим слідом генератора вихрів на літальному апараті.

20. Інтегрована система за будь-яким з пп. 6-19, яка **відрізняється** тим, що у підсистемі (4) попередження пристрій (11) слідкування за вихровим слідом та пристрій (16) прогнозування містять програмований компонент, а пристрій (15) визначення параметрів небезпечної зони реалізований у програмному забезпеченні програмованого компонента.

21. Інтегрована система за будь-яким з пп. 6-20, яка **відрізняється** тим, що пристрої та блоки підсистеми (4) попередження та підсистеми (5) користувача мають різну локалізацію.

22. Інтегрована система за будь-яким з пп. 1-21, яка **відрізняється** тим, що підсистема (5) користувача містить систему збереження інформації про величину часу випередження, координати контрольної площини, область прогнозованих положень літального апарата та небезпечних зон генераторів вихрів, упродовж принаймні часу аварійної індикації події рівності нулю відстані від області прогнозованих положень літального апарата до небезпечної зони вихрового сліду генератора вихрів.