



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **137228** (13) **U**  
(51) МПК (2019.01)  
**B64C 13/16** (2006.01)  
**B64C 29/00**

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ  
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

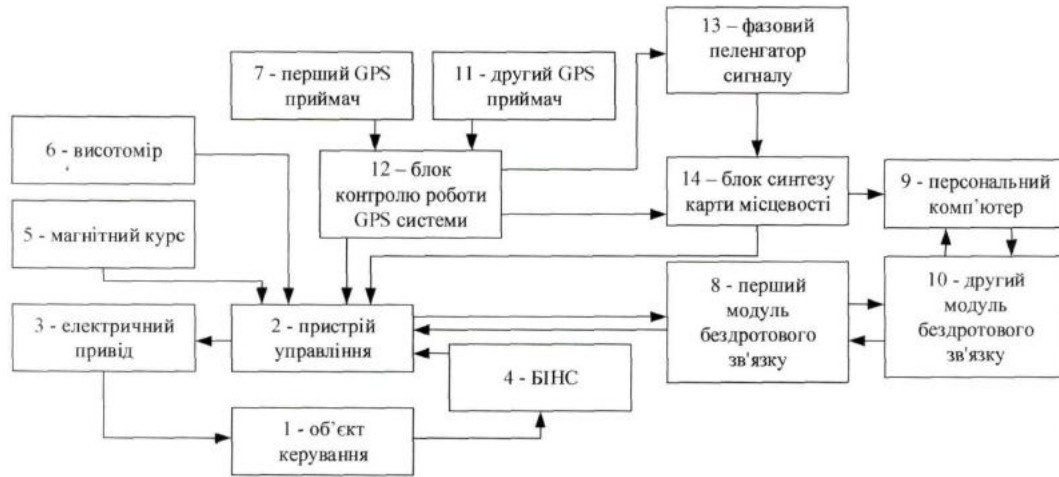
<p>(21) Номер заявки: <b>u 2019 03446</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>05.04.2019</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.10.2019</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.10.2019, Бюл.№ 19</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Хорошайло Юрій Євгенович (UA), Семенов Сергій Геннадійович (UA), Лимаренко Вячеслав Володимирович (UA), Волошин Денис Геннадійович (UA), Хавіна Інна Петрівна (UA), Єфименко Сергій Андрійович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ, пр. Науки, 14, м. Харків, 61166 (UA)</b></p>
--	--

**(54) СИСТЕМА НАВІГАЦІЇ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА З ЗАХИСТОМ ВІД ПЕРЕХОПЛЕННЯ КЕРУВАННЯ**

**(57) Реферат:**

Система навігації безпілотного літального апарата з захистом від перехоплення керування містить пристрій управління, електричний привід, з'єднаний з виходом пристрою управління, магнітний курс, висотомір, перший GPS-приймач, виходи яких підключені до першого, другого, третього входів пристрою управління відповідно, в неї введені перший модуль бездротового зв'язку, вихід якого з'єднаний з четвертим входом пристрою управління, а вхід з'єднаний з другим виходом пристрою управління на об'єкті керування, безплатформну інерціальну навігаційну систему, вихід якої з'єднаний з п'ятим входом пристрою управління, другий модуль бездротового зв'язку, другий GPS-приймач. Вхід і вихід персонального комп'ютера з'єднані з входом і виходом другого модуля бездротового зв'язку, а також вхід і вихід першого модуля бездротового зв'язку на об'єкті керування з'єднані відповідно з входом і виходом другого модуля бездротового зв'язку наземного комплексу. Додатково введені блок контролю роботи GPS-системи, фазовий пеленгатор сигналу та блок синтезу карти місцевості. При цьому входи блока контролю роботи GPS-системи з'єднані з виходами першого і другого GPS-приймачів відповідно, а його виходи з'єднані з входами фазового пеленгатора сигналу і блока синтезу карти місцевості, другий вхід якого з'єднаний з виходом фазового пеленгатора сигналу, перший вихід якого з'єднаний зі входом персонального комп'ютера, а другий вихід з'єднаний зі входом пристрою управління на об'єкті керування.

UA 137228 U



Запропонована корисна модель належить до галузі систем управління безпілотними літальними апаратами і може використовуватись в системах компенсації помилок безплатформної інерціальної навігаційної системи (БІНС) у системах керування рухомими об'єктами, наприклад, безпілотними літальними апаратами (БПЛА), а також у навігаційних системах для поліпшення точності результатів розрахунку координат об'єкта і для забезпечення захисту БПЛА від перехоплення керування.

Найбільш близькою є система керування безпілотним літальним апаратом (патент UA № 58103, МПК В64С 21/00 опубл. 25.03.2011, бюл. № 6), що містить пристрій управління, електричний привід, з'єднаний з виходом пристрою управління, магнітний курс, висотомір, перший GPS-приймач, виходи яких підключені до першого, другого, третього входів пристрою управління відповідно, перший модуль бездротового зв'язку, вихід якого з'єднаний з четвертим входом пристрою управління, а вхід з'єднаний з другим виходом пристрою управління на об'єкті керування, безплатформну інерціальну навігаційну систему, вихід якої з'єднаний з п'ятим входом пристрою управління, другий модуль бездротового зв'язку, другий GPS-приймач, виходи яких підключені до першого та другого входів персонального комп'ютера відповідно, вихід персонального комп'ютера з'єднаний з першим входом другого модуля бездротового зв'язку.

Недоліком цієї системи є її вразливість до перехоплення керування шляхом приглушення GPS-систем позиціонування або підміни даних з GPS-систем, що призводить до втрати керування БПЛА з його наступним захватом або знищенням, помилки у визначенні поточних координат БПЛА через недоступність GPS позиціонування і неможливість повернення БПЛА в зону старту.

Задачею запропонованої корисної моделі є покращення навігації БПЛА, покращення його захисту від спроб перехоплення керування та забезпечення повернення БПЛА в зону старту в разі втрати зв'язку з системами GPS внаслідок їх приглушення або спроб підміни координат.

Поставлена задача вирішується тим, що в систему керування безпілотним літальним апаратом, що містить пристрій управління, електричний привід, з'єднаний з виходом пристрою управління, магнітний курс, висотомір, перший GPS-приймач, виходи яких підключені до першого, другого, третього входів пристрою управління відповідно, в неї введені перший модуль бездротового зв'язку, вихід якого з'єднаний з четвертим входом пристрою управління, а вхід з'єднаний з другим виходом пристрою управління на об'єкті керування, безплатформну інерціальну навігаційну систему, вихід якої з'єднаний з п'ятим входом пристрою управління, другий модуль бездротового зв'язку, другий GPS-приймач, вхід і вихід персонального комп'ютера з'єднані з входом і виходом другого модуля бездротового зв'язку, а також вхід і вихід першого модуля бездротового зв'язку на об'єкті системи, фазовий пеленгатор сигналу та блок синтезу карти місцевості, причому входи блока контролю роботи GPS-системи з'єднані з виходами першого і другого GPS-приймачів відповідно, а його виходи з'єднані з входами фазового пеленгатора сигналу і блока синтезу карти місцевості, другий вхід якого з'єднаний з виходом фазового пеленгатора сигналу, перший вихід якого з'єднаний зі входом персонального комп'ютера, а другий вихід з'єднаний зі входом пристрою управління на об'єкті керування.

Пристрій пояснюється кресленням, на якому зображена схема реалізації запропонованої системи навігації безпілотного літального апарата з захистом від перехоплення керування, яка складається з об'єкта керування - 1, пристрою керування - 2, електричного привода - 3, БІНС - 4, магнітного курсу - 5, висотоміра - 6, першого GPS-приймача - 7, першого модуля бездротового зв'язку - 8, персонального комп'ютера - 9, другого модуля бездротового зв'язку - 10, другого GPS приймача - 11, блока контролю роботи GPS-системи - 12, фазового пеленгатора сигналу - 13, блока синтезу карти місцевості - 14.

Розглянемо більш докладно роботу системи. Під час польоту показання датчиків БІНС 4 інтегруються в пристрої керування 2, визначаючи поточні координати рухомого об'єкта. Відповідно з законом керування, пристрій керування 2 формує на другому виході сигнал керування для електричного привода 3, який в свою чергу впливає на об'єкт керування 1. Для площинної орієнтації використовують магнітний курс 5, з'єднаний з першим входом пристрою керування 2. Висоту визначають висотоміром 6, який з'єднаний з другим входом пристрою керування 2. Перший GPS-приймач 7 у парі з другим GPS-приймачем 11 працюють у диференціальному режимі. Інформація з першого GPS-приймача 7 та другого GPS-приймача 11 надходить до входів один та два відповідно блока контролю роботи GPS-системи 12, який в разі відсутності спроби приглушення системи супутникової навігації або спроби підміни координат, передає інформацію з другого GPS-приймача 11, яка містить значну похибку, на вхід одного блока синтезу карти місцевості 14, а з нього на персональний комп'ютер 9, де, використовуючи точні координати наземного комплексу, розраховується величина похибки визначення координат першого GPS-приймача 7, що передається на вхід три пристрою керування 2. Цей

сигнал похибки передається на пристрій керування 2 завдяки другому модулю бездротового зв'язку 10, під'єднаного до виходу персонального комп'ютера 9 та завдяки першому модулю бездротового зв'язку 8, під'єднаного до четвертого входу пристрою керування 2. Сигнал похибки використовується для уточнення координат, отриманих з GPS-приймача 7. Ці координати  
 5 необхідні для компенсації похибки, яка з'являється в результаті програмного інтегрування показань БІНС 4. Для передачі показань польоту до наземного комплексу у систему включений зворотний канал зв'язку за допомогою першого модуля бездротового зв'язку 8, вхід якого під'єднаний до другого виходу пристрою керування 2, а вихід під'єднаний до другого виходу  
 10 другого модуля бездротового зв'язку 10. У разі ж, коли блок контролю роботи GPS-системи 12 виявляє спробу приглушення системи супутникової навігації або спроб підміни координат, він передає дані на вхід фазового пеленгатора сигналу 13, який спираючись на джерело сигналу "глушника", використовує його як своєрідну точку для розрахунку поточних координат, які він передає на вхід два блоки синтезу карти місцевості 14, а з нього на вхід шість пристрою керування 2 при цьому система припиняє враховувати дані, що надходять з першого GPS-  
 15 приймача 7 і другого GPS-приймача 11, а використовує виключно дані з блока синтезу карти місцевості 14.

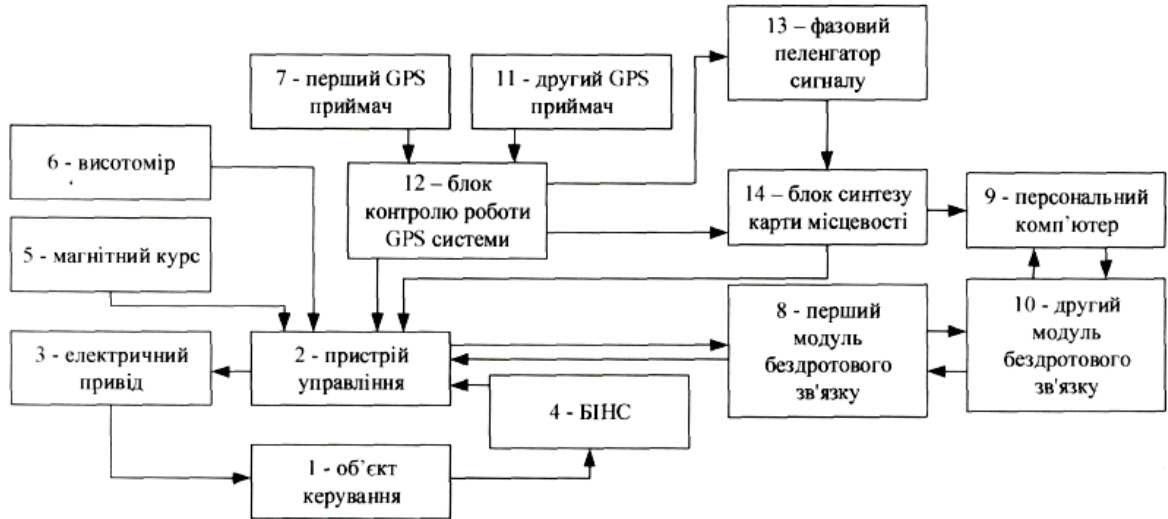
У момент глушіння сигналу блок контролю роботи GPS системи 12 фіксує спробу атаки, бортова система БПЛА запам'ятовує останні координати з першого GPS-приймача 7 і другого GPS-приймача 11 і маючи на борту карту місцевості, що побудована блоком синтезу карти  
 20 місцевості 14, будує зворотний маршрут, а пристрій керування 2 приймає рішення про повернення в безпечну зону. Для нівелювання похибки інерційної системи позиціонування, яка, як відомо, накопичується з часом, бортова система спирається на координати, що отримані фазовим пеленгатором сигналу 13, що спираючись на джерело сигналу "глушилки", використовує його як своєрідну точку для розрахунку свого поточного місцезнаходження.

Для цього у бортовій системі є дані з фазового пеленгатора сигналу 13. У разі, якщо будуть використовувати кілька джерел глушіння сигналу, фазовий пеленгатор сигналу 13 визначає  
 25 максимальний кут відхилення попереднього кута пеленга від поточного. Тобто існує деяке вікно у вигляді двох векторів, рознесених від вектора пеленга на спеціальний кут, і випадок виходу вектора пеленга за межі цього вікна система розглядає, як позаштатну ситуацію. В даному випадку бортова система перестає враховувати вектор пеленга, як прив'язку системи  
 30 позиціонування, і спирається тільки на інерційну систему позиціонування. Однак навіть після цього БПЛА буде тримати приблизний курс на справжнє джерело сигналу і в момент повернення в зону роботи системи "свій-чужий" передасть управління пульта керування польотом і ввімкне перший GPS приймач 7 і другий GPS приймач 11. Далі оператор приймає  
 35 рішення про подальші дії.

Таким чином, авторами запропонованої корисної моделі досягнуто покращення методів навігації БПЛА, покращено його захист від перехоплення керування та забезпечено повернення БПЛА в зону старту в разі втрати зв'язку з системами GPS внаслідок їх приглушення або підміни  
 40 координат.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Система навігації безпілотного літального апарата з захистом від перехоплення керування, що містить пристрій управління, електричний привід, з'єднаний з виходом пристрою управління,  
 45 магнітний курс, висотомір, перший GPS-приймач, виходи яких підключені до першого, другого, третього входів пристрою управління відповідно, в неї введені перший модуль бездротового зв'язку, вихід якого з'єднаний з четвертим входом пристрою управління, а вхід з'єднаний з другим виходом пристрою управління на об'єкті керування, безплатформну інерціальну навігаційну систему, вихід якої з'єднаний з п'ятим входом пристрою управління, другий модуль  
 50 бездротового зв'язку, другий GPS-приймач, вхід і вихід персонального комп'ютера з'єднані з входом і виходом другого модуля бездротового зв'язку, а також вхід і вихід першого модуля бездротового зв'язку на об'єкті керування з'єднані відповідно з входом і виходом другого модуля бездротового зв'язку наземного комплексу, яка **відрізняється** тим, що додатково введені блок контролю роботи GPS-системи, фазовий пеленгатор сигналу та блок синтезу карти місцевості, причому входи блока контролю роботи GPS-системи з'єднані з виходами першого і другого  
 55 GPS-приймачів відповідно, а його виходи з'єднані з входами фазового пеленгатора сигналу і блока синтезу карти місцевості, другий вхід якого з'єднаний з виходом фазового пеленгатора сигналу, перший вихід якого з'єднаний зі входом персонального комп'ютера, а другий вихід з'єднаний зі входом пристрою управління на об'єкті керування.



Комп'ютерна верстка С. Чулій

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,  
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601