

Винахід відноситься до метеорології, а саме до акустичних способів виміру параметрів атмосфери, та може бути використаний для метеорологічного забезпечення злітання і посадки літаків.

Відомий спосіб виміру швидкості вітру в атмосфері по доплеровському зсуву частоти розсіяних акустичних хвиль (Красненко Н.П. Акустическое зондирование атмосферы. Новосибирск, Наука, 1986, с. 106-108), оснований на послідовному випромінюванні в атмосферу з однієї точки простору імпульсних акустичних коливань у трьох різних напрямках, розсіюванні акустичних коливань на неоднорідностях атмосфери і прийомі розсіяних сигналів.

Основним недоліком даного способу є низький енергетичний потенціал системи, обумовлений використанням імпульсних сигналів з великою щільністю

$$q = \frac{T}{\tau},$$

де T , τ - період і тривалість випромінюємих імпульсів, та осереднення вимірювальних метеопараметрів по значному обсягу простору, що утворює конус із вершиною в точці випромінювання і прийому сигналів, внаслідок чого спосіб не має достатньо високої точності виміру метеопараметрів.

Найбільш близьким по технічній сутності до запропонованого винаходу є бістатичний акустичний спосіб виміру швидкості вітру (Принципы построения автоматизированных систем метеорологического обеспечения авиации /Под ред. Г.Г. Щукина. Л.: Гидрометеиздат, 1991, с. 109-115). Він складається у випромінюванні в атмосферу безперервних синусоїдних акустичних коливань, прийомі акустичних коливань, розсіяних природними неоднорідностями атмосфери, у рознесених точках простору, вимірі доплеровських зсувів частоти розсіяних сигналів і визначенні повного вектора швидкості вітру по обмірюваних значеннях параметрів розсіяного сигналу.

До недоліків відноситься низька точність і достовірність виміру. Основним чинником, що обмежує точність і достовірність виміру швидкості вітру відомим способом, є вплив безперервного зонduючого сигналу, що потрапляє на входи приймачів і створює перешкоди для прийому розсіяних сигналів. Рівень паразитного безперервного зонduючого сигналу на декілька порядків (на 5 і більш) перевищує рівень власних шумів приймачів. Відомі способи й пристрої, що дозволяють зменшити негативний вплив безперервного зонduючого сигналу на дальність зондування і точність вимірів (Каллистратова М.А., Кон А.И. Радиоакустическое зондирование атмосферы. М: Наука, 1985, с. 132-133), наприклад, шляхом компенсації паразитного сигналу частиною зонduючого сигналу, поданого у протифазі до паразитного сигналу, також не забезпечують стійку і надійну компенсацію на практиці. Інші відомі способи і пристрої також не дозволяють кардинально вирішити цю задачу.

Найбільш простою і достатньо повною характеристикою якості роботи відомих засобів акустичного зондування є відношення середніх потужностей сигналу і шуму у точці прийому у смузі частот, що займає сигнал (Красненко Н.П. Акустическое зондирование атмосферы, Новосибирск, Наука, 1986, с. 30-34, 53).

В основу винаходу поставлено задачу у способі акустичного зондування атмосфери шляхом вибору тривалості і періоду випромінювання та прийому акустичних коливань збільшити точність виміру швидкості вітру.

Ця задача вирішена таким чином. У способі акустичного зондування атмосфери, який включає випромінювання в атмосферу акустичних коливань, прийом акустичних коливань, розсіяних природними неоднорідностями атмосфери, у рознесених точках простору, вимір доплеровських зсувів частоти розсіяних сигналів і визначення повного вектора швидкості вітру за виміряними значеннями параметрів розсіяних сигналів. Згідно пропонуємого, винаходу акустичні коливання випромінюють імпульсами з тривалістю τ і періодом T , який визначають із співвідношення

$$T \leq \frac{2l_s}{C} \sin \frac{\theta}{2},$$

а приймають імпульсами з тривалістю $T - \tau$ і періодом T , де l_s - протяжність по вертикалі області розсіювання; θ - кут розсіювання (див.фіг.1); C - швидкість поширення звука, причому прийом у кожній точці здійснюють тоді, коли в цій точці відсутній прямий зонduючий сигнал передавача.

Розглянемо більш детально цей спосіб.

На фіг.1 зображено схему випромінювання, розсіювання та прийому сигналу.

На фіг.2 зображено часові діаграми випромінюючого та приймального сигналів.

На фіг.3 зображено блок-схему пристрою акустичного зондування, що реалізує запропонований спосіб.

Позитивний результат може бути досягнуто внаслідок того, що розсіювання імпульсних сигналів на цілях, протяжних у напрямку вектора розсіювання, супроводжується збільшенням тривалості розсіяних сигналів у порівнянні з зонduючими імпульсами.

Якщо

$$l_s > \frac{C\tau}{2} \sin \frac{\theta}{2},$$

то розсіяний сигнал має трапецевидну форму (при використанні прямокутного зонduючого імпульсу), (див.фіг.1), тривалість плоскої частини сигналу

$$\tau_{\Pi} = \frac{2l_s}{C} \sin \frac{\theta}{2} - \tau,$$

а тривалість фронтів - τ . Тривалість розсіяного сигналу на рівні 0,5 складає

$$\tau_{0,5} = \frac{2l_s}{C} \sin \frac{\theta}{2}$$

(Татарский В.И. Распространение и рассеивание волн в турбулентной атмосфере. : М Наука, 1967, с. 178-182). Якщо вибрати період T проходження зондуючих імпульсів

$$T \leq \tau_{0,5},$$

тоді розсіяні сигнали перекриваються у часі й утворюють безперервний сигнал.

Так, при $l_s = 15\text{м}$, $\theta = 150^\circ$, $\tau = 10\text{мс}$, $C = 340\text{м/с}$ маємо

$$\tau_{\Pi} = \frac{2l_s}{C} \sin \frac{\theta}{2} - \tau = \frac{2 \cdot 15}{340} \sin 75^\circ - 10 \cdot 10^{-3} = 75\text{мс}, \quad \tau_{0,5} = 85\text{мс}.$$

Якщо період випромінювання зондуючих імпульсів вибрати $T \leq 85\text{мс}$, тоді розсіяний сигнал буде безперервним.

Здійснюючи прийом розсіяного сигналу в проміжки часу, коли зондуючий сигнал відсутній, цілком усуваємо вплив останнього на процес обробки розсіяного сигналу і вимір його інформаційних параметрів.

Способи обробки і виміру параметрів сигналів, маючих малу щільність, відомі (Радиолокационные устройства/ Под ред. В.В. Григорина-Рябова М: Сов. радио 1970, с. 363-367).

Оцінимо енергетичний виграш, одержуваний при використанні запропонованого способу зондування, в порівнянні з зондуванням безперервним сигналом.

Якщо потужність випромінюючого безперервного сигналу - P , тоді середня потужність відповідного імпульсного сигналу дорівнює

$$P_c = \frac{P}{q}, \text{ де } q = \frac{T}{\tau}$$

щільність імпульсів,

T , τ - період і тривалість випромінюємих імпульсів. Якщо P_n - потужність прийманого безперервного сигналу, тоді середня потужність імпульсного сигналу, одержуваного з безперервного, дорівнює

$$P_{cn} = \frac{P_n}{q_n},$$

де q_n - щільність імпульсів, формованих при прийомі,

$$q_n = \frac{T}{T - \tau} = \frac{q}{q - 1}.$$

Загальні енергетичні втрати у порівнянні з використанням безупинного сигналу

$$Q = \frac{1}{q} \cdot \frac{1}{q_n} = \frac{T}{\tau} \cdot \frac{T}{T - \tau} = \frac{q - 1}{q^2}.$$

При $q = 2$, маємо $Q = 0,25$.

Таким чином, середня потужність корисного сигналу зменшується усього в

$$\frac{q - 1}{q^2}$$

разів, у той час, коли паразитний сигнал зовсім не надходить на вхід приймача потужність інших зовнішніх перешкод зменшується в q_n разів, (у стільки ж разів зменшується середня потужність внутрішніх шумів приймача).

В реальних умовах паразитний сигнал переважає над усіма видами перешкод і на декілька порядків перевищує їх рівень, таким чином в запропонованому способі відношення сигнал/шум зростає на декілька порядків, отже, істотно підвищується точність виміру метеопараметрів.

На декілька порядків зростає реальна чутливість приймача (яка залежить від загального рівня перешкод) при зменшенні середньої потужності корисного сигналу у

$$\frac{q-1}{q^2}$$

(при $q = 2$ у 0,25 рази), що призводить до збільшення дальності дії способу.

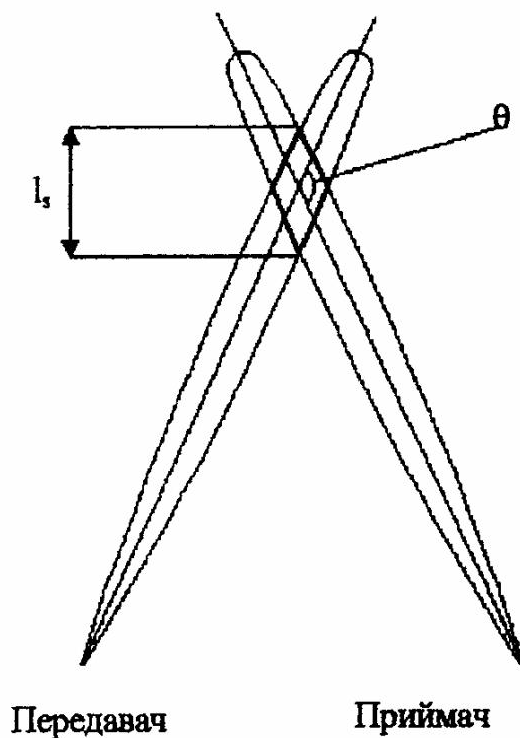
Розглянемо роботу пристрою, що реалізує запропонований спосіб.

Пристрій містить блок 1 синхронізації і керування, вихід якого з'єднано через акустичний передавач 2 з передавальною антеною 3, а два других виходи – з комутаторами 6 і 7 відповідно, виходи приймальних антен 4, 5 через комутатори 6,7 підключені до приймачів 8, 9, виходи яких з'єднані з входами блоків виміру параметрів сигналів 10 та 11 відповідно, виходи останніх і четвертий вихід блока 1 синхронізації і керування підключені до блоку 12 обчислення параметрів атмосфери.

Пристрій працює так. По сигналу блока 1 синхронізації і керування акустичний передавач 2 виробляє послідовність акустичних імпульсів з тривалістю t та періодом T , які через передавальну антену 3 випромінюються в простір. Імпульсний акустичний сигнал, розсіяний на неоднорідностях атмосфери, перетворюється у безперервний сигнал, і надходить до приймальних антен 4, 5 і далі на комутатори 6, 7. Коли на керуючі входи комутаторів з виходів блока і синхронізації і керування надходять імпульси, комутатори відкриваються і пропускають корисний сигнал на входи приймачів 8, 9, де він обробляється і посилюється. В цей час на входах приймальних антен 4, 5 прямий сигнал передавальної антени 3 відсутній. В блоках 10, 11 виміру параметрів сигналу виробляють вимір інформативних параметрів корисного сигналу (наприклад амплітуди, доплеровської частоти) і в блоці 12 обчислення параметрів атмосфери по міряним значенням параметрів сигналу визначають ці параметри атмосфери (наприклад, повний вектор швидкості вітру).

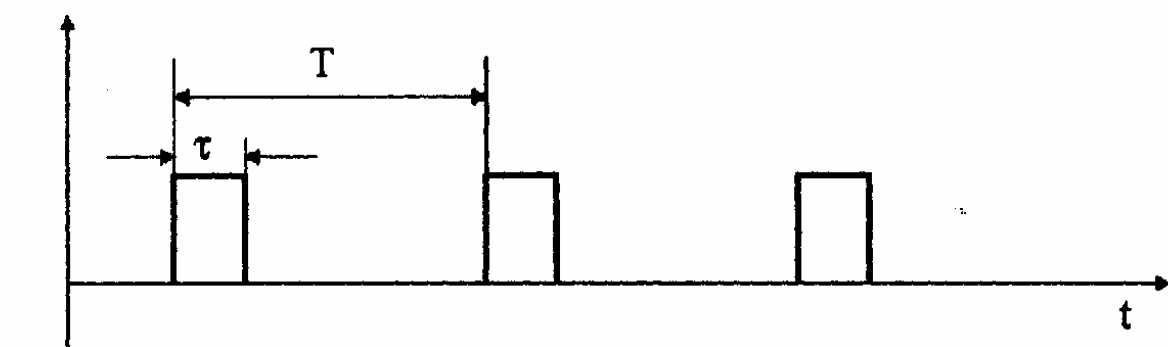
Істотною гідністю даного способу є можливість підвищення відношення сигнал/шум шляхом збільшення потужності випромінюючого сигналу. При використанні безперервного сигналу це неможливо, оскільки збільшення потужності випромінюючих коливань в цьому разі призводить до збільшення у стільки ж разів потужності паразитного сигналу.

Як бачимо, на відзнаку від прототипу, де випромінювання коливань здійснюють безперервним зондуєчим сигналом, в запропонованому винаході вибирають тривалість і період випромінювання та прийому імпульсних акустичних коливань.

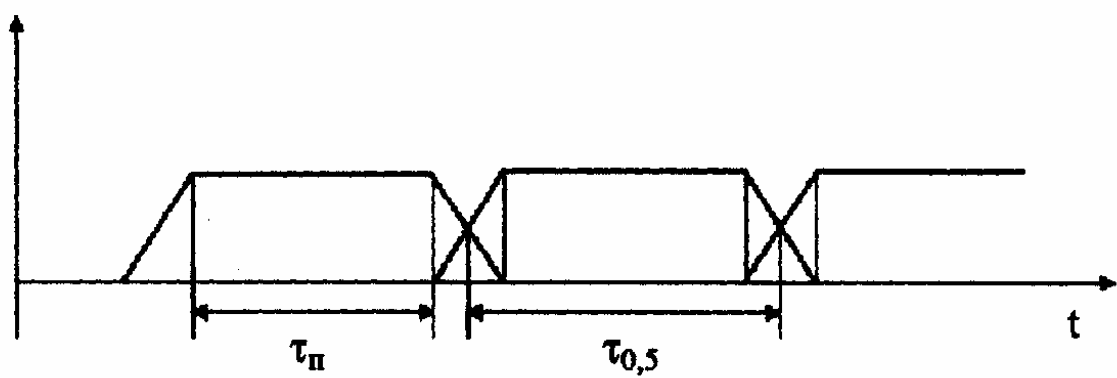


Фіг. 1

Випромінювальні імпульси



Розсіянні сигнали



Фіг. 2



Фіг. 3