



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2008139569/22, 06.10.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.10.2008

(45) Опубликовано: 10.03.2009

Адрес для переписки:
355017, г.Ставрополь, ул. Артема, 2,
Ставропольский военный институт связи
ракетных войск, НИО

(72) Автор(ы):

Пашинцев Владимир Петрович (RU),
Галушко Юрий Игоревич (RU),
Спирин Александр Михайлович (RU),
Коваль Станислав Андреевич (RU)

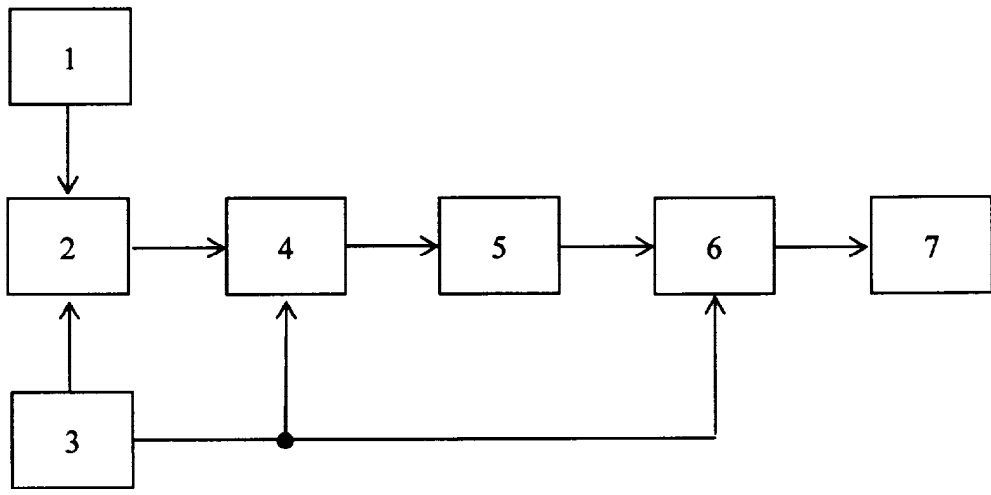
(73) Патентообладатель(и):

Ставропольский военный институт связи
ракетных войск (RU)

**(54) УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ИОНОСФЕРЫ
ПРИ ДВУХЧАСТОТНОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ
РАДИОНАВИГАЦИИ**

Формула полезной модели

Устройство измерения полного электронного содержания ионосферы при двухчастотном режиме работы спутниковых радионавигационных систем включает в себя приемную антенну (1), соединенную со входом двухчастотного радионавигационного приемника (2), радионавигационный приемник соединен с выходом блока опорного генератора и синтезатора частот (3) и со входом аналого-цифрового процессора (4), аналого-цифровой процессор соединен с выходом блока опорного генератора и синтезатора частот и со входом вычислителя фазовых путей сигнала (5), вычислитель фазовых путей сигнала соединен со входом вычислителя полного электронного содержания ионосферы (6), который соединен с выходом блока опорного генератора и синтезатора частот и со входом устройства вывода информации (7), отличающееся тем, что в устройство вместо ЭВМ, сервера и навигационного процессора введены вычислитель фазовых путей сигнала, соединенный с выходом аналого-цифрового процессора и входом вычислителя полного электронного содержания ионосферы, и вычислитель полного электронного содержания ионосферы, соединенный с выходом блока опорного генератора и синтезатора частот и входом устройства вывода информации.



Полезная модель относится к области измерительной техники и может быть использовано в спутниковых радионавигационных системах (СРНС), в спутниковых системах связи, а также в системах мониторинга ионосферы.

Цель полезной модели - разработка устройства определения полного электронного содержания ионосферы (аппаратным методом), позволяющего учитывать мелкокомасштабные неоднородности ионосферы при двухчастотном режиме работы спутниковых радионавигационных систем.

Известно, что ионосфера является неоднородной средой. Ее неоднородности классифицируются следующим способом: крупномасштабные неоднородности с временным периодом порядка 1 часа, среднемасштабные неоднородности с временным периодом от 20 до 60 минут, неоднородности промежуточного масштаба с временным интервалом от 1 до 20 минут и мелкокомасштабные неоднородности, временной период которых находится в пределах от долей до десятков секунд [GPS-мониторинг верхней атмосферы Земли /Э.Л.Афраймович, Н.П.Перевалова - Иркутск: ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2006. - 480 с.]. Способ определения полного электронного содержания (ПЭС) ионосферы (с учетом ее неоднородностей) по данным двухчастотного радионавигационного приемника базируется на использовании формулы

$$I = \frac{1}{40,3} \cdot \frac{f_1^2 f_2^2}{f_1^2 - f_2^2} [L_1 \lambda_1 - L_2 \lambda_2], \quad (1)$$

где f_1, f_2 - несущие частоты сигналов;

L_1, L_2 - число оборотов фазы сигналов;

$\lambda_1 = c/f_1, \lambda_2 = c/f_2$ - длины волн;

c - скорость света в вакууме.

Исходными данными для расчета ПЭС ионосферы (I) согласно (1) являются значения числа оборотов фазы (L_1 и L_2) на рабочих частотах СРНС (f_1, f_2), которые зависят от состояния ионосферы. Произведение $L_{1,2} \cdot \lambda_{1,2}$ в формуле (1) определяется как

$$L_{1,2} \cdot \lambda_{1,2} = D - \frac{40,3}{f_{1,2}^2} I, \quad (2)$$

где D - истинная дальность от навигационного спутника до приемника. В настоящее время данные о ПЭС, определяются согласно (1). Сведения об измерениях радионавигационных приемников можно получить через сеть INTERNET в формате RINEX [<http://sopac.ucsd.edu/cgi-bin/dbDataByDate.cgi>], с периодичностью (шагом) 5, 10 или 30 с., что свидетельствует о невозможности измерения ПЭС с учетом мелкокомасштабных неоднородностей (с периодом ~1 с.). Покажем, что существует возможность измерения ПЭС много меньше 1 с. в двухчастотном радионавигационном приемнике.

Заметим, что произведение $L_{1,2} \cdot \lambda_{1,2}$ фазовый путь распространения сигналов на частотах f_1 и f_2 соответственно. Известно [ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Под ред. А.И.Петрова, В.Н.Харисова. Изд. 3-е, перераб. - М.: Радиотехника, 2005, 688 с.; Маслов О.Н., Пашинцев В.П. Модели трансionoсферных радиоканалов и помехоустойчивость систем космической связи Приложение к журналу "Инфокоммуникационные технологии" Выпуск 4. - Самара, ПГАТИ, 2006. - 357 с.], что фазовое время при трансionoсферном распространении сигнала рассчитывается согласно выражению

$$\tau_{\phi} = D/c - \tau_{\phi} - \Delta\tau_{\phi} = \frac{D}{c} - \frac{40,3}{cf^2} I - \frac{40,3}{cf^2} \Delta I, \quad (3)$$

$\bar{\tau}_\phi$ - поправка на среднее значение фазового времени запаздывания волны в ионосфере, определяемая средним значением ПЭС \bar{I} в ионосфере;

$\Delta\tau_\phi$ - флуктуации фазового времени запаздывания волны на выходе неоднородного ионосферного слоя относительно $\bar{\tau}_\phi$, определяемые флуктуациями ПЭС ($\Delta I = I - \bar{I}$).

Сравнительный анализ выражений (2) и (3) показывает, что фазовый путь сигнала можно рассчитать как $D_\phi = c\tau_\phi$, а это ни что иное, как произведение $L_{1,2} \cdot \lambda_{1,2}$ формуле (2) при $I = \bar{I} + \Delta I$. Тогда выражение (1), с учетом (2) и (3), примет вид

$$I = \frac{1}{40,3} \cdot \frac{f_1^2 f_2^2}{f_1^2 - f_2^2} [D_{\phi 1} - D_{\phi 2}] \quad (4)$$

где $D_{\phi 1}$ и $D_{\phi 2}$ - фазовые пути сигнала (фазовые измерения псевдодальности) при трансionoсферном распространении радиоволн на частотах f_1 и f_2 соответственно.

Ранее известная техническая реализация вычисления ПЭС [Сетевые спутниковые радионавигационные системы / В.С.Шебшаевич, П.П.Дмитриев, Н.В.Иванцевич и др.; Под ред. В.С.Шебшаевича. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1993.-408 с.: ил. - ISBN 5-256-00174-4; ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Под ред. А.И.Петрова, В.Н.Харисова. Изд. 3-е, перераб. - М.: Радиотехника, 2005, 688 с.; GPS-мониторинг верхней атмосферы Земли /Э.Л.Афраймович, Н.П.Перевалова - Иркутск: ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2006. - 480 с.] представлена на фигуре 1. Принцип работы данного устройства состоит в следующем. Антенна (1) принимает электромагнитные колебания, излучаемые навигационными спутниками (НС). С выхода антенны (1) напряжение $u_{вх}(t)$ поступает на вход приемника (2). С выхода приемника (ПРМ) на аналого-цифровой процессор первичной обработки (4) поступает вектор оценки цифровых сигналов $y(t_j)$ с шагом дискретизации $T_d = t_j - t_{j-1} = 25$ нс. Этот вектор $y(t_j)$ включает сигналы каждого из n видимых НС. В аналого-цифровом процессоре первичной обработки (4) реализованы схемы поиска и слежения за параметрами сигнала. На выходе аналого-цифрового процессора (4) формируются оценки фазового времени $\tau_\phi(t_k)$ распространения сигнала, которые поступают на вход навигационного процессора (НП) (5) с шагом (периодичностью) $T_d = t_k - t_{k-1} = 0,1$ с. В НП (5) происходит вычисление координат потребителя, значения которых отображаются в устройстве вывода информации (8). Опорный генератор и синтезатор частот (3) формирует номиналы рабочих частот f_1 и f_2 для ПРМ (2), аналого-цифрового процессора (4) и навигационного процессора (5). Для вычисления ПЭС в моменты времени t_k (т.е. $I(t_k)$) значения $\tau_\phi(t_k)$ поступают на ЭВМ (6), где происходит расчет фазового пути сигнала (псевдодальности) $D_\phi(t_k) = c\tau_\phi(t_k)$. Затем данные о D_ϕ преобразуются в формат RINEX с шагом $T_m = t_m - t_{m-1} = 5, 10$ или 30 с и поступают на сервер SOPAG (7). С сервера (7) значения $D_\phi(t_m)$ поступают на ЭВМ (9), где происходит расчет ПЭС $I(t_m)$ согласно формулы (1).

Недостатком данной технической реализации устройства измерения ПЭС, принятого за прототип, является то, что ПЭС ионосферы рассчитывается с помощью ЭВМ, а не аппаратными способами. Кроме того, шаг расчетов, производимых ЭВМ составляет $T_m = t_m - t_{m-1} = 5, 10, 30$ с., что существенно превышает период изменения мелкомасштабных неоднородностей $\Delta T_{мн}$ ионосферы (от долей до десятков секунд). Такой шаг измерений $T_m = 5, 10, 30$ с. объясняется огромным объемом информации, хранимой на сервере (после многократного сжатия объем составляет порядка 400 Гбайт). Следовательно, для более точного измерения ПЭС необходимо производить измерения навигационных параметров с меньшим периодом измерений ($T \ll 5$ с) без применения ЭВМ. Потенциальное временное разрешение радионавигационных

приемников ($T=0,1$ с.) позволяет реализовать предлагаемое устройство на базе двухчастотного радионавигационного приемника.

Поставленная цель достигается тем, что в схему приемника с двухэтапной обработкой сигналов [Сетевые спутниковые радионавигационные системы / В.С.Шебшаевич, П.П.Дмитриев, Н.В.Иванцевич и др.; Под ред. В.С.Шебшаевича. - 2-е изд., перераб. и доп. -М.: Радио и связь, 1993. -408 с.: ил. -ISBN 5-256-00174-4, ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Под ред. А.И.Петрова, В.Н.Харисова. Изд. 3-е, перераб. - М.: Радиотехника, 2005, 688 с.] вместо навигационного процессора (5), рассчитывающего координаты потребителя и ЭВМ (6, 7, 8), ставится блок вычисления ПЭС в соответствии с формулой (4).

Структурная схема устройства, позволяющего измерять ПЭС, представлена на фигуре 2.

Устройство содержит приемную антенну (1), приемник (2), опорный генератор и синтезатор частот (3), аналого-цифровой процессор первичной обработки (4), вычислитель фазовых путей $D_{\phi 1}$ и $D_{\phi 2}$ (5), вычислитель ПЭС I (6) и устройство вывода информации (7).

Принцип работы данного устройства: антенна (1) принимает электромагнитные колебания, излучаемые навигационными спутниками (НС). С выхода антенны (1) напряжение $u_{вх}(t)$ поступает на вход ПРМ (2). С его выхода на вход аналого-цифрового процессора первичной обработки (4) подается вектор оценки цифровых сигналов $y(t_j)$ с шагом дискретизации $T_d=t_j-t_{j-1}=25$ нс (состоящий из сигналов каждого из n видимых НС). Опорный генератор и синтезатор частот (3) формирует номиналы рабочих частот f_1 и f_2 на входы ПРМ (2), аналого-цифрового процессора (4) и навигационного процессора (5). В аналого-цифровом процессоре первичной обработки (4) реализованы схемы поиска и слежения за параметрами сигнала. С выхода аналого-цифрового процессора (4) оценки фазового времени распространения $\tau_{\phi}(t_k)$ поступают на вход вычислителя фазового пути сигнала (5), реализующего алгоритм $D_{\phi 1,2}(t_k)=c\tau_{\phi 1,2}(t_k)$ с шагом $T=t_k-t_{k-1}=0,1$ с. Значения $D_{\phi 1,2}(t_k)$ поступают на вход вычислителя ПЭС I (6) в соответствии с формулой (4) с неизменным шагом $T=0,1$ с, обеспечивающим измерение мелкомасштабных неоднородностей (т.к. $T < \Delta T_{мн}$). Далее данные о ПЭС отображаются на устройстве вывода информации (7).

(57) Реферат

Полезная модель относится к области измерительной техники и может быть использовано в спутниковых радионавигационных системах, в спутниковых системах связи, а также в системах мониторинга ионосферы.

Сущность полезной модели: разработано устройство определения полного электронного содержания ионосферы с учетом ее мелкомасштабных неоднородностей без использования ЭВМ при двухчастотном режиме работы спутниковых радионавигационных систем. Предлагаемое устройство включает в себя: приемную антенну (1), приемник (2), Опорный генератор и синтезатор частот (3), аналого-цифровой процессор первичной обработки (4), вычислитель фазовых путей $D_{\phi 1}$ и $D_{\phi 2}$ (5), вычислитель ПЭС I (6) и устройство вывода информации (7).

П.ф-ы 1. Фиг.2.

РЕФЕРАТ

Полезная модель относится к области измерительной техники и может быть использовано в спутниковых радионавигационных системах, в спутниковых системах связи, а также в системах мониторинга ионосферы.

Сущность полезной модели: разработано устройство определения полного электронного содержания ионосферы с учетом ее мелкомасштабных неоднородностей без использования ЭВМ при двухчастотном режиме работы спутниковых радионавигационных систем. Предлагаемое устройство включает в себя: приемную антенну (1), приемник (2), Опорный генератор и синтезатор частот (3), аналого-цифровой процессор первичной обработки (4), вычислитель фазовых путей $D_{\phi 1}$ и $D_{\phi 2}$ (5), вычислитель ПЭС I (6) и устройство вывода информации (7).

П. ф-ы 1.

Фиг. 2.

2008139569МПК⁸ G 01 S 1/32

УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ИОНОСФЕРЫ ПРИ ДВУХЧАСТОТНОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ РАДИОНАВИГАЦИИ

Полезная модель относится к области измерительной техники и может быть использовано в спутниковых радионавигационных системах (СРНС), в спутниковых системах связи, а также в системах мониторинга ионосферы.

Цель полезной модели – разработка устройства определения полного электронного содержания ионосферы (аппаратным методом), позволяющего учитывать мелкомасштабные неоднородности ионосферы при двухчастотном режиме работы спутниковых радионавигационных систем.

Известно, что ионосфера является неоднородной средой. Ее неоднородности классифицируются следующим способом: крупномасштабные неоднородности с временным периодом порядка 1 часа, среднемасштабные неоднородности с временным периодом от 20 до 60 минут, неоднородности промежуточного масштаба с временным интервалом от 1 до 20 минут и мелкомасштабные неоднородности, временной период которых находится в пределах от долей до десятков секунд [GPS-мониторинг верхней атмосферы Земли /Э.Л. Афраймович, Н.П. Перевалова - Иркутск: ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2006. - 480с.]. Способ определения полного электронного содержания (ПЭС) ионосферы (с учетом ее неоднородностей) по данным двухчастотного радионавигационного приемника базируется на использовании формулы

$$I = \frac{1}{40,3} \cdot \frac{f_1^2 f_2^2}{f_1^2 - f_2^2} [L_1 \lambda_1 - L_2 \lambda_2], \quad (1)$$

где f_1, f_2 - несущие частоты сигналов;

L_1, L_2 - число оборотов фазы сигналов;

$\lambda_1 = c/f_1, \lambda_2 = c/f_2$ - длины волн;

c - скорость света в вакууме.

Исходными данными для расчета ПЭС ионосферы (I) согласно (1) являются значения числа оборотов фазы (L_1 и L_2) на рабочих частотах СРНС (f_1, f_2), которые зависят от состояния ионосферы. Произведение $L_{1,2} \cdot \lambda_{1,2}$ в формуле (1) определяется как

$$L_{1,2} \cdot \lambda_{1,2} = D - \frac{40,3}{f_{1,2}^2} I, \quad (2)$$

где D – истинная дальность от навигационного спутника до приемника.

В настоящее время данные о ПЭС, определяются согласно (1). Сведения об измерениях радионавигационных приемников можно получить через сеть INTERNET в формате RINEX [<http://sopac.ucsd.edu/cgi-bin/dbDataByDate.cgi>], с периодичностью (шагом) 5, 10 или 30с., что свидетельствует о невозможности измерения ПЭС с учетом мелкомасштабных неоднородностей (с периодом ~ 1 с.). Покажем, что существует возможность измерения ПЭС много меньше 1 с. в двухчастотном радионавигационном приемнике.

Заметим, что произведение $L_{1,2} \cdot \lambda_{1,2}$ есть фазовый путь распространения сигналов на частотах f_1 и f_2 соответственно. Известно [ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Под ред. А.И. Петрова, В.Н. Харисова. Изд. 3-е, перераб. – М.: Радиотехника, 2005, 688 с.; Маслов О.Н., Пашинцев В.П. Модели трансionoсферных радиоканалов и помехоустойчивость систем космической связи. Приложение к журналу “Инфокоммуникационные технологии” Выпуск 4.-Самара, ПГАТИ, 2006.- 357с.], что фазовое время при трансionoсферном распространении сигнала рассчитывается согласно выражению

$$\tau_\phi = D/c - \bar{\tau}_\phi - \Delta\tau_\phi = \frac{D}{c} - \frac{40,3}{cf^2} \bar{I} - \frac{40,3}{cf^2} \Delta I, \quad (3)$$

$\bar{\tau}_\phi$ - поправка на среднее значение фазового времени запаздывания волны в ионосфере, определяемая средним значением ПЭС (\bar{I}) в ионосфере;

$\Delta\tau_\phi$ - флуктуации фазового времени запаздывания волны на выходе неоднородного ионосферного слоя относительно $\bar{\tau}_\phi$, определяемые флуктуациями ПЭС ($\Delta I = I - \bar{I}$).

Сравнительный анализ выражений (2) и (3) показывает, что фазовый путь сигнала можно рассчитать как $D_\phi = c\tau_\phi$, а это ни что иное, как произведение $L_{1,2} \cdot \lambda_{1,2}$ в формуле (2) при $I = \bar{I} + \Delta I$. Тогда выражение (1), с учетом (2) и (3), примет вид

$$I = \frac{1}{40,3} \cdot \frac{f_1^2 f_2^2}{f_1^2 - f_2^2} [D_{\phi 1} - D_{\phi 2}], \quad (4)$$

где $D_{\phi 1}$ и $D_{\phi 2}$ - фазовые пути сигнала (фазовые измерения псевдодальности) при трансionoсферном распространении радиоволн на частотах f_1 и f_2 соответственно.

Ранее известная техническая реализация вычисления ПЭС [Сетевые спутниковые радионавигационные системы / В.С. Шебшаевич, П.П. Дмитриев, Н.В. Иванцевич и др.; Под ред. В.С. Шебшаевича.- 2-е изд., перераб. и доп.-М.: Радио и связь, 1993.-408 с.: ил.- ISBN 5-256-00174-4; ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Под ред. А.И. Петрова, В.Н. Харисова. Изд. 3-е, перераб. – М.: Радиотехника, 2005, 688 с.; GPS-мониторинг верхней атмосферы Земли /Э.Л. Афраймович, Н.П. Перевалова - Иркутск: ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2006. - 480с.] представлена на фигуре 1. Принцип работы данного устройства состоит в следующем. Антенна (1) принимает электромагнитные колебания, излучаемые навигационными спутниками (НС). С выхода антенны (1) напряжение $u_{\text{вх}}(t)$ поступает на вход приемника (2). С выхода приемника (ПРМ) на аналого-цифровой процессор первичной обработки (4) поступает вектор оценки цифровых сигналов $y(t_j)$ с шагом дискретизации $T_d = t_j - t_{j-1} = 25$ нс. Этот вектор $y(t_j)$ включает сигналы каждого из n видимых НС. В аналого-цифровом процессоре первичной обработки (4) реализованы схемы поиска и слежения за параметрами сигнала. На выходе аналого-цифрового процессора (4) формируются оценки фазового времени $\tau_{\phi}(t_k)$ распространения сигнала, которые поступают на вход навигационного процессора (НП) (5) с шагом (периодичностью) $T_d = t_k - t_{k-1} = 0,1$ с. В НП (5) происходит вычисление координат потребителя, значения которых отображаются в устройстве вывода информации (8). Опорный генератор и синтезатор частот (3) формирует номиналы рабочих частот f_1 и f_2 для ПРМ (2), аналого-цифрового процессора (4) и навигационного процессора (5). Для вычисления ПЭС в моменты времени t_k (т.е. $I(t_k)$) значения $\tau_{\phi}(t_k)$ поступают на ЭВМ (6), где происходит расчет фазового пути сигнала (псевдодальности) $D_{\phi}(t_k) = c\tau_{\phi}(t_k)$. Затем

данные о D_ϕ преобразуются в формат RINEX с шагом $T_m = t_m - t_{m-1} = 5, 10$ или 30 с. и поступают на сервер SOPAG (7). С сервера (7) значения $D_\phi(t_m)$ поступают на ЭВМ (9), где происходит расчет ПЭС $I(t_m)$ согласно формулы (1).

Недостатком данной технической реализации устройства измерения ПЭС, принятого за прототип, является то, что ПЭС ионосферы рассчитывается с помощью ЭВМ, а не аппаратными способами. Кроме того, шаг расчетов, производимых ЭВМ составляет $T_m = t_m - t_{m-1} = 5, 10, 30$ с., что существенно превышает период изменения мелкомасштабных неоднородностей ΔT_{MH} ионосферы (от долей до десятков секунд). Такой шаг измерений $T_m = 5, 10, 30$ с. объясняется огромным объемом информации, хранимой на сервере (после многократного сжатия объем составляет порядка 400 Гбайт). Следовательно, для более точного измерения ПЭС необходимо производить измерения навигационных параметров с меньшим периодом измерений ($T \ll 5$ с) без применения ЭВМ. Потенциальное временное разрешение радионавигационных приемников ($T = 0,1$ с.) позволяет реализовать предлагаемое устройство на базе двухчастотного радионавигационного приемника.

Поставленная цель достигается тем, что в схему приемника с двухэтапной обработкой сигналов [Сетевые спутниковые радионавигационные системы / В.С. Шебшаевич, П.П. Дмитриев, Н.В. Иванцевич и др.; Под ред. В.С. Шебшаевича.- 2-е изд., перераб. и доп.-М.: Радио и связь, 1993.-408 с.: ил.- ISBN 5-256-00174-4, ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Под ред. А.И. Петрова, В.Н. Харисова. Изд. 3-е, перераб. – М.: Радиотехника, 2005, 688 с.] вместо навигационного процессора (5), рассчитывающего координаты потребителя и ЭВМ (6,7,8), ставится блок вычисления ПЭС в соответствии с формулой (4).

Структурная схема устройства, позволяющего измерять ПЭС, представлена на фигуре 2.

Устройство содержит приемную антенну (1), приемник (2), опорный генератор и синтезатор частот (3), аналого-цифровой процессор первичной обра-

ботки (4), вычислитель фазовых путей $D_{\phi 1}$ и $D_{\phi 2}$ (5), вычислитель ПЭС I (6) и устройство вывода информации (7).

Принцип работы данного устройства: антенна (1) принимает электромагнитные колебания, излучаемые навигационными спутниками (НС). С выхода антенны (1) напряжение $u_{\text{вх}}(t)$ поступает на вход ПРМ (2). С его выхода на вход аналого-цифрового процессора первичной обработки (4) подается вектор оценки цифровых сигналов $y(t_j)$ с шагом дискретизации $T_d = t_j - t_{j-1} = 25$ нс (состоящий из сигналов каждого из n видимых НС). Опорный генератор и синтезатор частот (3) формирует номиналы рабочих частот f_1 и f_2 на входы ПРМ (2), аналого-цифрового процессора (4) и навигационного процессора (5). В аналого-цифровом процессоре первичной обработки (4) реализованы схемы поиска и слежения за параметрами сигнала. С выхода аналого-цифрового процессора (4) оценки фазового времени распространения $\tau_{\phi}(t_k)$ поступают на вход вычислителя фазового пути сигнала (5), реализующего алгоритм $D_{\phi 1,2}(t_k) = c\tau_{\phi 1,2}(t_k)$ с шагом $T = t_k - t_{k-1} = 0,1$ с. Значения $D_{\phi 1,2}(t_k)$ поступают на вход вычислителя ПЭС I (6) в соответствии с формулой (4) с неизменным шагом $T = 0,1$ с, обеспечивающим измерение мелкомасштабных неоднородностей (т.к. $T < \Delta T_{\text{мн}}$). Далее данные о ПЭС отображаются на устройстве вывода информации (7).

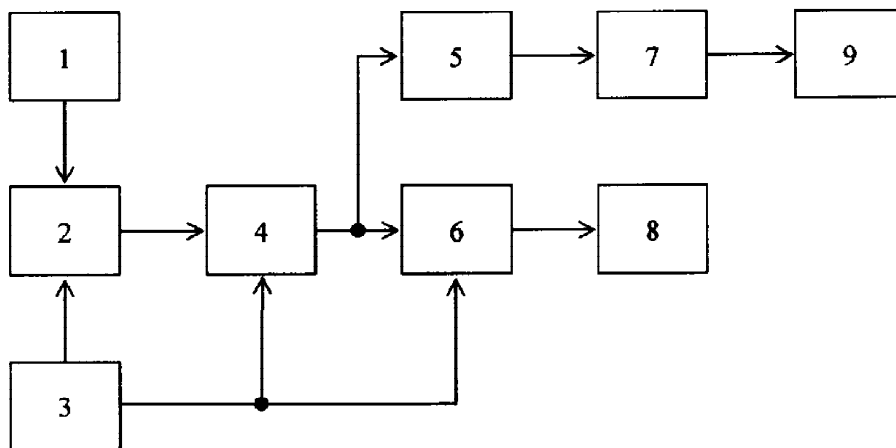
Авторы:  Пашинцев В.П.,

 Галушко Ю.И.,

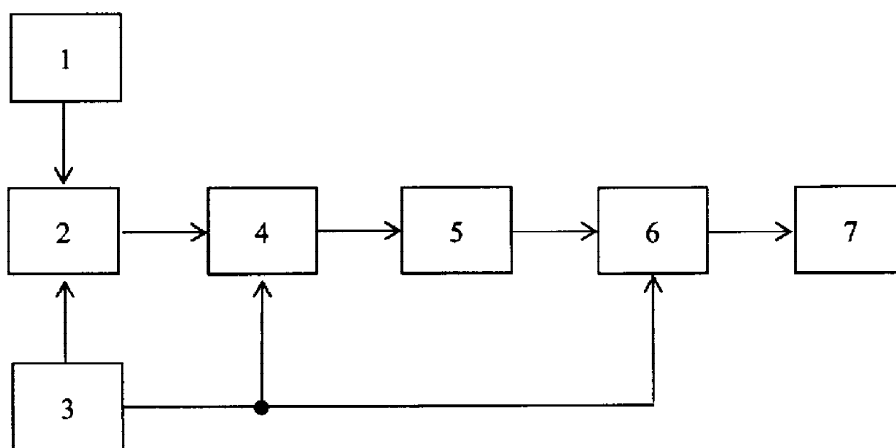
 Спирин А.М.,

 Коваль С.А..





УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО
СОДЕРЖАНИЯ ИОНОСФЕРЫ ПРИ ДВУХЧАСТОТНОМ РЕЖИМЕ
РАБОТЫ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ РАДИОНАВИГАЦИИ



Фиг.1



Фиг. 2

Авторы:  Пашинцев В.П.,
 Галушко Ю.И.,
 Спири́н А.М.,
 Коваль С.А.