



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ЗАЯВКА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

(21)(22) Заявка: 2013110010/07, 05.03.2013

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
09.03.2012 FR 1200717

(43) Дата публикации заявки: 10.09.2014 Бюл. № 25

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр.3, ООО
"Юридическая фирма Городисский и Партнеры"

(71) Заявитель(и):

ТАЛЬ (FR)

(72) Автор(ы):

**ТРИЙ Себастьян (FR),
БЕРТЭН ДЕ ЛЯ ОТЬЕР Гонзаг (FR),
ВАН ДЕН БОССХЕ Матиас (FR)****(54) АДАПТИВНЫЙ СПОСОБ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ИОНОСФЕРЫ****(57) Формула изобретения**

1. Адаптивный способ для оценки электронного содержания ионосферы, отличающийся тем, что содержит следующие последовательно выполняемые этапы:

- сбор (101) набора измерений (MSS), осуществленных множеством наземных стационарных приемных маяков (21), принимающих радиочастотные сигналы (23), передаваемые множеством передающих навигационных спутников, расположенных на орбите (24),

- вычисление (102), для каждого из сигналов (23) набора измерений (MSS), пространственных координат точки пересечения (IPP) между осью передачи сигнала (23) и поверхностью (ITL), окружающей Землю, а также вертикального полного электронного содержания (VTEC), определяемого в этой точке пересечения (IPP); так задается облако (26) точек (27), состоящее из пространственных координат точки пересечения (IPP) и вертикального полного электронного содержания (VTEC),

- вычисление (103), посредством статистической оценочной функции (ESC), вертикального полного электронного содержания (VTEC_i), для каждого из узлов (N_i) начальной ячеистой сетки (IPM) поверхности (ITL),

- статистический дисперсионный анализ (ASD) вертикального полного электронного содержания (VTEC), в каждом из узлов (N_i) начальной ячеистой сетки (IPM), позволяющий выбирать между двумя предварительно заданными уровнями возмущения, слабым возмущением (P₁) или сильным возмущением (P₂), ионосферы,

- этап, содержащий:

- в случае слабого возмущения (P₁), вычисление (105), позволяющее задать подходящую статистическую оценочную функцию (ESCA), исходя из начальной статистической оценочной функции (ESC),

- в случае сильного возмущения (P₂), вычисление (106), позволяющее генерировать новую подходящую ячеистую сетку (IPMA) поверхности (ITL), исходя из начальной

ячеистой сетки (IPM),

- статистический анализ ошибок (ASE) определяемого вертикального полного электронного содержания (VTEC), посредством подходящей статистической оценочной функции (ESCA) и начальной ячеистой сетки (IPM) в случае слабого возмущения (P_1), или посредством начальной статистической оценочной функции (ESC) и подходящей ячеистой сетки (IPMA) в случае сильного возмущения (P_2); статистический анализ ошибок (ASE) позволяет выбирать между двумя предварительно заданными уровнями ошибки, слабой ошибки (E_1), что влечет за собой подтверждение правильности адаптации способа (114), или сильной ошибки (E_2), что влечет за собой прекращение способа (115).

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что начальная статистическая оценочная функция (ESC) определяет вертикальное полное электронное содержание ($VTEC_i$) в каждом из узлов (N_i , AMV_{ik} , SMV_{ik}) ячеистой сетки (IPM, IPMA) посредством фильтра Калмана, учитывающего точки (27) из облака (26), помещенные на меньшем расстоянии от указанного узла (N_i , AMV_{ik} , SMV_{ik}), чем предварительно заданная пороговая величина (S).

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что начальная ячеистая сетка (IPM) поверхности (ITL) образует правильный многогранник с Землей в центре, имеющий одну тысячу двести восемьдесят треугольных граней, и тем, что каждый из узлов (N_i) начальной ячеистой сетки (IPM) имеет фиксированное солнечное время.

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что статистический дисперсионный анализ (ASD) содержит следующие этапы, осуществляемые последовательно:

- выбор, для каждого из узлов (N_i) начальной ячеистой сетки (IPM), подмножества (SEP_i) точек (27), помещенных на меньшем расстоянии от указанного узла (N_i), чем предварительно заданная пороговая величина (S_1),

- вычисление, для каждого из узлов (N_i) начальной ячеистой сетки (IPM), локальной дисперсии (D_i), вычисляемой статистическими методами, вертикального полного электронного содержания (VTEC) точек (27) из подмножества (SEP_i),

- выбор между двумя уровнями возмущения ионосферы (P_1 , P_2), по меньшей мере, в зависимости от значения (D_i) локальной дисперсии.

5. Способ по п. 1, отличающийся тем, что содержит этап (105), на котором вычисляют подходящую статистическую оценочную функцию (ESCA), позволяющую вычислить, в дополнение к вертикальному полному электронному содержанию ($VTEC_i$), в каждом из узлов (N_i), пространственный градиент отклонения (GSE_i) вертикального полного электронного содержания вблизи указанного узла (N_i).

6. Способ по п. 1, отличающийся тем, что содержит этап (106), на котором вычисляют подходящую ячеистую сетку (IPMA), определяемую исходя из начальной ячеистой сетки (IPM), согласно итерационному процессу, применяемому к каждому из узлов (N_i) начальной ячеистой сетки (IPM), содержащему следующие этапы вычисления:

- таксономический анализ распределения ($DIST_i$) точек (27), помещенных на меньшем расстоянии от указанного узла (N_i), чем предварительно заданная пороговая величина (S_3), позволяет одно из следующего:

- задать, если распределение ($DIST_i$) может быть сгруппировано, ряд совокупностей (SEP_{ik}) точек (27), для которых значения вертикального полного электронного содержания (VTEC) являются равномерно распределенными, и выбрать этап (108)

измельчения ячеистой сетки (IPM) с помощью подкласса (D_A),

- выбрать, если распределение ($DIST_i$) является стохастическим, этап (109) измельчения ячеистой сетки (IPM) с помощью подразбиения (D_S),

- добавление нового узла (AMV_{ik}) ячеистой сетки при помощи совокупностей (SEP_{ik}) в случае, когда распределение ($DIST_i$) может быть сгруппировано; положение нового узла (AMV_{ik}) соответствует центру масс точек (27) совокупности (SEP_{ik}),

- добавление ряда новых узлов (SMV_{ik}) ячеистой сетки в случае, когда распределение ($DIST_i$) является стохастическим; количество и положение новых узлов (SMV_{ik}) задается в зависимости от имеющихся узлов (N_i) и предварительно заданного правила подразбиения.

7. Способ по п. 6, отличающийся тем, что положение нового узла (AMV_{ik}) в случае распределения ($DIST_i$), которое может быть сгруппировано, соответствует центру масс точек (27) совокупности (SEP_{ik}), для которых весовой множитель (P_{ik}) зависит от угла, образованного между осью передачи сигнала (23) для указанной точки (27) и вертикальной относительно Земли (22) осью, проходящей через эту точку (27); весовой множитель позволяет отдать предпочтение точкам (27), определяемым исходя из сигнала (23), для которых ось передачи является практически вертикальной.

8. Способ по п. 6, отличающийся тем, что содержит, по меньшей мере, одно из следующих двух правил подразделения, позволяющих добавлять ряд новых узлов (SMV_{ik}) ячеистой сетки в случае стохастического распределения ($DIST_i$):

- новый узел (SMV_{ik}) помещается между указанным узлом (N_i) и каждым из соседних узлов (82), которые соединены с ним; каждый новый узел (SMV_{ik}) помещается на поверхности (ITL), на равном расстоянии от узла (N_i) и от указанного соседнего узла (82), так, чтобы минимизировать расстояние, отделяющее его от указанного узла (N_i),

- новый узел (SMV_{ik}) помещается на каждой грани (81), которой принадлежит указанный узел (N_i); положение нового узла (SMV_{ik}) соответствует центру масс узлов (N_i , 82) указанной грани (81).

9. Способ по п. 6, отличающийся тем, что содержит один или несколько геометрических критериев согласованности, и тем, что один из критериев состоит в устранении узлов (N_i) начальной ячеистой сетки (IPM), которые помещены на меньшем расстоянии от нового узла (AMV_{ik} , SMV_{ik}), чем предварительно заданная пороговая величина, или состоит в устранении новых узлов (AMV_{ik} , SMV_{ik}), сгенерированных за пределами предварительно заданной области.

10. Способ по п. 6, отличающийся тем, что содержит этап (110), осуществляемый по завершении итерационного процесса, на котором сравнивают пространственные дисперсии новых узлов (AMV_{ik} , SMV_{ik}) подходящей ячеистой сетки (IPMA) и узлов (N_i) начальной ячеистой сетки (IPM), позволяющий выбрать между следующими этапами:

- вычисление (112) вертикального полного электронного содержания ($VTEC_i$) в каждом из узлов подходящей ячеистой сетки (IPMA) посредством статистической оценочной функции (ESC), если пространственные дисперсии новых узлов (AMV_{ik} , SMV_{ik}) меньше, чем пространственные дисперсии узлов (N_i) начальной ячеистой сетки (IPM),

- прекращение (111) способа, если пространственные дисперсии новых узлов (AMV_{ik} , SMV_{ik}) больше, чем пространственные дисперсии узлов (N_i) начальной ячеистой сетки

(IPM),

- запуск второго вычисления (106) для измельчения ячеистой сетки, применяемого ко всем узлам новой ячеистой сетки (IPMA), если пространственные дисперсии новых узлов (AMV_{ik} , SMV_{ik}) одновременно меньше, чем пространственные дисперсии узлов (N_i) начальной ячеистой сетки (IPM), и больше предварительно заданной пороговой величины.

11. Способ по п. 1, отличающийся тем, что статистический анализ ошибок (ASE) содержит следующие этапы, осуществляемые последовательно:

- выбор, для каждого из узлов (N_i , AMV_{ik} , SMV_{ik}) ячеистой сетки (IPM, IPMA), подмножества (SEP_{i4} , SEP_{i5}) точек (27), помещенных на меньшем расстоянии от указанного узла (N_i , AMV_{ik} , SMV_{ik}), чем предварительно заданная пороговая величина (S_4 , S_5),

- вычисление, для каждой из точек (27) подмножества (SEP_{i4} , SEP_{i5}), разности (DIFF, DIF) между вертикальным полным электронным содержанием ($VTEC_i$), определяемым в узле (N_i , AMV_{ik} , SMV_{ik}) посредством статистической оценочной функции (ESC, ESCA), и вертикальным полным электронным содержанием (VTEC) для указанной точки (27),

- вычисление, для каждого из узлов (N_i , AMV_{ik} , SMV_{ik}), локальной дисперсии (D_{i4} , D_{i5}) разностей (DIFF, DIF),

- выбор между двумя предварительно заданными уровнями ошибки, слабой ошибки (E_1) или сильной ошибки (E_2), в зависимости от значения (D_{i4} , D_{i5}) локальной дисперсии.

12. Способ по п. 1, отличающийся тем, что статистический дисперсионный анализ (ASD) и статистический анализ ошибок (ASE) учитывают только подмножество узлов (N_i , AMV_{ik} , SMV_{ik}) ячеистой сетки поверхности (ITL), выбранное исходя из одного или нескольких геометрических критериев, и тем, что один из критериев имеет отношение к положению узлов относительно солнца.