

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника
ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж)
по учебной и научной работе
кандидат военных наук, доцент

В.Г.Казakov

« 27 » октября 2024 года

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Данильчук Екатерины Игоревны на тему: «Метод индикации ионосферных неоднородностей по спектру вариаций фазы трансionoсферных сигналов с высокой частотой регистрации измерений», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. Радиофизика

Поиск путей совершенствования технологий информационного обмена по каналам дальней радиосвязи и радиолокационного мониторинга воздушного пространства с передачей-приемом сигналов, распространяющихся с отражениями от ионизированных слоев атмосферы, обуславливает необходимость детектирования ионосферных неоднородностей. Многолучевая структура сигнала, отраженного от хаотично перемещающихся неоднородных слоев ионосферы с трудно прогнозируемым временем появления и исчезновения, приводит к эффектам его замирания, проявляющимся в форме изменения коэффициента передачи радиоканала. Ионосферные неоднородности являются причинами сбоев в работе и ухудшений регламентированных функциональных свойств систем связи и мониторинга обстановки. Изменения углов наклона в вертикальной плоскости и пространственной структуры лучевых траекторий ионосферных волн вследствие флюктуаций электрофизических и геометрических параметров слоев атмосферы способны приводить нарушению условий пространственно-частотной избирательности передачи-приема и снижению отношений сигнал-шум на входах приемных устройств до пределов, исключающих реализацию алгоритмов обработки сигналов при наличии федингов амплитуд (замираний).

Методы радиозондирования ионосферы на основе оценивания параметров сигналов глобальных спутниковых навигационных систем представлены в работах докторов физико-математических наук Ветроградова Г.Г., Жарова В.Е., доктора технических наук Демьянова В.В. Однако при этом остаются открытыми вопросы детектирования ионосферных неоднородностей малой интенсивности.

Таким образом, тема диссертации Данильчук Е.И. «Метод индикации ионосферных неоднородностей по спектру вариаций фазы трансionoсферных сигналов с высокой частотой регистрации измерений», посвященной исследованию возможностей детектирования ионосферных неоднородностей малой интенсивности на основе измерений фаз несущих сигналов глобальных спутниковых навигационных систем с высокой частотой регистрации измерений, является актуальной.

На наш взгляд, наиболее значимыми научными результатами работы, обладающими высокой степенью научной новизны, являются:

- метод индикации ионосферных неоднородностей на границе уровня шумов измерений, основанный на наблюдаемом смещении частоты девиации в спектре вариаций фазы сигналов навигационных спутников;

- гибридная многокомпонентная модель фазы транзионосферного сигнала для анализа ее вариаций, обусловленных наличием ионосферных возмущений, мелкомасштабных неоднородностей в ионосфере и шумов приемника;

- методика детектирования мелкомасштабных ионосферных неоднородностей на границе уровня шумов на основе анализа фазы несущей сигналов навигационных спутников с высокой частотой регистрации измерений.

Указанные результаты соответствуют направлениям исследований, определенных паспортом специальности 1.3.4. Радиофизика:

- по пункту 2 (в части изучения процессов распространения, взаимодействия и трансформации волн в естественных средах);

- по пункту 5 (в части разработки научных основ и принципов дистанционной диагностики окружающей среды, основанных на современных методах дистанционного мониторинга ионосферы).

Теоретическая значимость работы заключается в совершенствовании методических основ индикации неоднородностей ионосферы за счет выявления и исследования закономерностей вариаций фаз транзионосферных сигналов с высокой частотой регистрации измерений. Автором обоснованы и развиты новые методические приемы индикации ионосферных неоднородностей на границе уровня шумов измерений по результатам анализа спектра вариаций фаз сигналов, применяемых в глобальных спутниковых навигационных системах. На основании выполненных исследований установлено, что граница между наклонной частью спектра вариаций фазы транзионосферного сигнала и его шумовой частью, устанавливаемая по значению частоты девиации, смещается в сторону высоких частот, вплоть до частоты Найквиста, в условиях геомагнитных возмущений. Выявленный эффект позволяет использовать частоту девиации в качестве индикатора присутствия в ионосфере неоднородностей на границе уровня шумов.

Практическая значимость диссертации состоит в обосновании рекомендаций по повышению чувствительности и разрешающей способности систем мониторинга опасных природных явлений (землетрясений, цунами и т.д.) и искусственных дестабилизирующих воздействий (запусков ракет, мощных взрывов и т.п.), выявляемых по результатам анализа ионосферного отклика на указанные события.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается применением теоретически обоснованных и прошедших апробацию методов математического моделирования, физики волновых процессов, теории распространения ионосферных волн, корректным выбором ограничений, допущений и исходных данных из практики разработки средств передачи-приема сигналов по ионосферному каналу, а также методов индикации неоднородностей в ионосфере.

Она подтверждается:

- наглядной физической трактовкой выявленных закономерностей и эффектов передачи-приема сигналов по ионосферному каналу, наличием ключевых переходов к известным задачам индикации неоднородностей в ионосфере;

- совпадением частных результатов исследования, используемых для верифи-

кации представленных в диссертации методических разработок, с результатами расчетов и экспериментальными оценками, содержащимися в работах других авторов.

Научные положения, выводы и рекомендации в полной мере обоснованы и критически оценены по сравнению с известными аналогами.

Следует отметить высокий уровень публикаций автора. Основные результаты исследования изложены в 3 научно-технических статьях в изданиях, включенных в Перечень ВАК или реферативные базы данных Scopus и Web of Science, (в том числе 2 статьи в журнале, входящем в первый квартиль Q1).

Стиль изложения автореферата отличается ясностью и лаконичностью; научная терминология в предметной области и смежных областях исследования используется правильно. Конкретные результаты в виде гистограмм и графических зависимостей представлены в объеме, достаточном для раскрытия содержания исследования.

Однако, как можно судить из автореферата, диссертация не лишена недостатков. К наиболее существенным из них, по нашему мнению, относятся следующие.

1. В автореферате в явном виде не сформулирована решаемая автором научная задача, отсутствует однозначная взаимосвязь между формулировками частных задач, результатов исследования и авторскими оценками их научной новизны. При обосновании актуальности темы диссертационного исследования не представлены количественные оценки несоответствия показателей эффективности индикации неоднородностей ионосферы, достижимых с применением известных методов, предъявляемым требованиям. При констатации факта достижения цели исследования не указана мера соответствия полученных характеристик индикации требованиям к анализу состояний ионосферы.

2. Авторские оценки научной новизны результатов необходимо уточнить, дополнив описанием методических приемов, предложенных автором и определяющих качественное отличие выполненных исследований от ранее известных.

3. Вследствие вариативности структуры и параметров ионосферы в различные периоды времени постановка задачи индикации ионосферных неоднородностей предполагает формирование и проверку альтернативных статистических гипотез об их динамических состояниях с определением показателей результативности принятия правильных и ошибочных классификационных решений. Однако в диссертации статистическое моделирование дестабилизирующих факторов не выполнено, что ограничивает общность рассуждений и выводов.

Тем не менее, указанные недостатки существенно не снижают качества выполненной работы и не ставят под сомнение ее положительную оценку.

Выводы.

1. Диссертация «Метод индикации ионосферных неоднородностей по спектру вариаций фазы трансionoсферных сигналов с высокой частотой регистрации измерений» является завершенной научно-квалификационной работой. В ней на основании выполненных автором исследований решена научная задача, имеющая значение для изучения процессов распространения, взаимодействия и трансформации волн в естественных средах, разработки научных основ и принципов дистанционной диагностики окружающей среды, основанных на современных методах дистанционного мониторинга ионосферы.

2. Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты, соответствующие направлениям исследований, установленных пунктами 2 и 5 паспорта специальности 1.3.4. Радиофизика. Результаты исследования нашли практическое использование при обосновании рекомендаций по повышению чувствительности и разрешающей способности систем мониторинга опасных природных явлений и искусственных дестабилизирующих воздействий на окружающую среду и свидетельствуют о вкладе автора в науку.

3. Работа удовлетворяет требованиям пунктов 9 – 11 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Данильчук Е.И., достойна присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. Радиофизика.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры электрооборудования (и оптико-электронных систем) ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж) 29 октября 2024 года, протокол № 12.

Лица, подписавшие отзыв на автореферат, выражают согласие на включение в аттестационное дело соискателя ученой степени Данильчук Е.И. своих персональных данных и их дальнейшую обработку.

Профессор кафедры электрооборудования
(и оптико-электронных систем)
ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж)
доктор физико-математических наук, доцент
*(05.12.04 - Выявления, СВЧ - устройства)
и их технологии*

«29» октября 2024 года


Разиньков Сергей Николаевич

Доцент кафедры электрооборудования
(и оптико-электронных систем)
ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж)
кандидат технических наук *по*
*до. 02.12 - системной анализ,
моделирование боевых действий и
и системы военного назначения
компьютерные технологии в военном деле*
«29» октября 2024 года


Дмитриев Владимир Михайлович

Доцент кафедры электрооборудования
(и оптико-электронных систем)
ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж)
кандидат технических наук, доцент
*(05.12.04 - Радиотехника, в том числе
системы и устройства радионавигации,
радиолокация и телевидение)*
«29» октября 2024 года


Коханов Роман Павлович

ВОЕННЫЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ВОЕННО-ВОЗДУШНЫХ СИЛ
«ВОЕННО-ВОЗДУШНАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ ПРОФЕССОРА
Н.Е.ЖУКОВСКОГО И Ю.А.ГАГАРИНА» (Г. ВОРОНЕЖ)
394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54а,
тлф. 8-(473)-244-78-25, E-mail: vva@mil.ru