

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы А.В. Подлесного «Развитие диагностических возможностей ионозондов с использованием непрерывных ЛЧМ-сигналов», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиоп физика

Диссертационная работа посвящена развитию диагностических возможностей сети ЛЧМ-зондирования ИСЗФ СО РАН для исследования волновых возмущений различной природы и откликов ионосферы на экстремальные события на Солнце, в атмосфере и литосфере Земли. Тематика работы несомненно является актуальной и определяется необходимостью решения научных и прикладных задач ионосферного распространения радиоволн на современном техническом уровне.

Средства вертикального (ВЗ), наклонного (НЗ) и возвратно-наклонного (ВНЗ) зондирования ионосферного КВ канала играют важную роль для адаптации радиоэлектронных систем различного назначения к условиям распространения радиоволн. Мощный импульс эти средства получили с развитием новых технологий, вычислительной техники и внедрением в практику ионосферных исследований сложных сигналов, в частности, сигналов с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ). С использованием ЛЧМ-ионозондов в последние несколько десятилетий получены впечатляющие результаты в области физики ионосферы и распространения радиоволн в естественной и искусственно-возмущенной ионосфере. Вместе с тем, возросшие требования к точности и оперативности получения данных зондирования в различных гелиогеофизических условиях делают необходимым развитие и усовершенствование методов формирования сигналов, цифровой обработки применительно к существующим ЛЧМ-ионозондам и их использованию на радиолиниях различной ориентации и протяженности.

Диссертантом на основе созданного ЛЧМ-ионозонда с усовершенствованными характеристиками проведены обширные исследования в азиатской части России. Автором проведена модернизация оборудования ЛЧМ-ионозонда с использованием современной элементной базы и технологий программно-определяемых радиосистем. Высокое подавление побочных каналов приема и расширение динамического диапазона цифрового приемника позволило проводить прием сигналов на антенны, расположенные на расстоянии нескольких десятков метров от антенны ЛЧМ-передатчика. Разработана методика восстановления передаточной функции ионосферного канала с помощью включения в схему обработки ЛЧМ-сигнала специального корректирующего фильтра. Проведены длительные наблюдения на трассах ЛЧМ-зондирования в обширном регионе азиатской части России. Проведена классификация дополнительных треков на ионограммах вертикального и слабонаклонного

зондирования и во время отклика ионосферы как реакции на экстремальные события на Солнце и в атмосфере Земли.

Автором получен ряд новых научных результатов, среди которых можно выделить следующие:

- Разработан цифровой ионозонд вертикального и наклонного зондирования ионосферы непрерывным ЛЧМ-сигналом – «Ионозонд-МС», использующий технологии программно-определяемых радиосистем с высоким подавлением побочных каналов приема.
- Реализован способ восстановления передаточной функции радиоканала во всем коротковолновом диапазоне частот с использованием корректирующего фильтра в схеме обработки ЛЧМ-сигнала с удалением узкополосных помех без искажений полезного сигнала.
- Реализована в автоматическом режиме опытная эксплуатация сети мониторинга ионосферных возмущений в азиатской части России на основе одноминутного режима излучения «Ионозонд-МС» и приема сигналов реперных ЛЧМ-передатчиков.
- На основе обширных исследований и анализа многолетних данных выявлен регулярный характер и определены вероятности регистрации дополнительных треков на ионограммах вертикального и слабонаклонного зондирования для различных сезонов, уровней солнечной активности и времени суток в условиях среднеширотной ионосферы.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы при модернизации существующих и проектировании новых установок ионосферного зондирования для обеспечения надежной работы систем КВ радиосвязи в различных гелиогеофизических условиях.

Достоверность полученных в работе результатов определяется использованием современных методов и средств анализа и обработки цифровых сигналов; повторяемостью результатов на больших объемах данных при ЛЧМ-зондировании в обширной зоне азиатской части России; хорошим качественным и количественным согласием результатов исследований с данными, опубликованными в работах других авторов, а также подтверждается научной экспертизой на конференциях и при публикации материалов в рецензируемой научной печати.

Замечания:

1. В диссертации не рассматривается механизм появления дополнительных сигналов на трассах Магадан – Торы и Норильск – Торы, связанный с рассеянием радиоволн на мелкомасштабных неоднородностях. Вместе с тем, известно, что диффузные сигналы, регистрируемые с большими задержками на частотах ниже/выше МНЧ прямого сигнала

через F -область ионосферы, могут быть обусловлены рассеянием радиоволн на мелкомасштабных неоднородностях, локализованных на южной границе аврорального овала. Об этом, в частности, свидетельствуют результаты экспериментов и моделирования на трассах ЛЧМ-зондирования Инскип (Англия) – Ростов-на-Дону и Кипр – Ростов-на-Дону во время магнитных бурь 29-30.10.2003г. и 22-23.06.2015г. (Урядов и др. Изв. Вузов. Радиофизика. 2004, т.47, №12; 2017, т.60, №5).

2. На рис.11 очень мелкий шрифт на осях и в поле рисунка, это неудобно для чтения.

Сделанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают научную значимость и практическую ценность результатов диссертационной работы.

Диссертационная работа Подлесного А.В. представляет собой законченное научное исследование, она выполнена на высоком научном уровне и соответствует специальности 01.04.03 – радиофизика.

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в рецензируемых научных журналах из перечня, утвержденного ВАК, докладывались на всероссийских и международных конференциях по физике ионосферы и распространению радиоволн.

Автореферат диссертации достаточно полно передает содержание и основные результаты работы.

Учитывая актуальность выполненных исследований, научную новизну и практическую значимость полученных результатов, считаю, что диссертационная работа «Развитие диагностических возможностей ионозондов с использованием непрерывных ЛЧМ-сигналов» удовлетворяет требованиям пп.9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор – Подлесный Алексей Витальевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиофизика.

ведущий научный сотрудник НИРФИ ННГУ
им. Н.И. Лобачевского
доктор физ.-мат. наук

603950, г. Нижний Новгород,
ул. Б.Печерская, 25/12а
961 637 70 27, uryadov.vp@nirfi.unn.ru
01.04.03 - радиофизика

Урядов Валерий Павлович

