

Тел. 8(499)-185-4581

30.08.2018 г.

Экз. № 1

### ОТЗЫВ

Центрального научно-исследовательского института Войск воздушно-космической обороны Минобороны России  
на автореферат диссертации **Подлесного Алексея Витальевича**  
«Развитие диагностических возможностей ионозондов с использованием непрерывных ЛЧМ-сигналов»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиофизика.

Среда распространения радиоволн является одним из факторов, во многом определяющим качество функционирования широкого класса радиоэлектронных систем. При этом ее наиболее сильное влияние проявляется в работе средств, где среда распространения определяет саму возможность и механизм распространения излученного сигнала. При этом задача восстановления структуры и параметров неоднородностей электронной концентрации по характеристикам отраженных от ионосферы радиосигналов, является одной из актуальных задач общей проблемы распространения радиоволн в околоземном космическом пространстве.

Существующие методы наземной дистанционной диагностики неоднородностей базируются, прежде всего, на вертикальном зондировании (ВЗ) ионосферы. Однако, вследствие ограниченного числа измеряемых характеристик радиосигналов, станции ВЗ может оказаться недостаточно для определения параметров неоднородностей. Более полные сведения о неоднородностях можно получить, благодаря использованию цифровых ионозондов нового поколения, позволяющих, в отличие от традиционных систем зондирования, проводить совместные измерения средних значений и дисперсий ряда характеристик радиосигнала. Имея одновременную информацию об этих характеристиках на разных частотах, можно переходить к решению обратной задачи восстановления ионосферных неоднородностей по параметрам отраженного радиосигнала и тем самым более достоверно оценивать текущие условия функционирования радиотехнических систем. Однако недостаточная электромагнитная совместимость указанных импульсных ионозондов и ограниченные возможности их работы в режиме наклонного зондирования предопределили **актуальность** проведения исследований и оценки возможностей ионозондов с непрерывным излучением при наличии совмещения возможностей методов вертикального и наклонного зондирования.

Анализ проблемы, проведенной автором, показал, что применение непрерывных сигналов с изменяющимися во времени параметрами, позволяет, с одной стороны, снизить мощность излучения (частично решить

вопросы электромагнитной совместимости), а, с другой стороны, уменьшить массу и габариты изделия и улучшить тем самым весогабаритные характеристики. Однако при этом остается ряд не до конца решенных вопросов: это трудности учета фазовых искажений, что накладывает определенные ограничения на эффективность применяемых схем оптимальной фильтрации; это вопросы компенсации просачивания непрерывно излучаемого сигнала в приемный тракт, приводящего к падению средней мощности принимаемого сигнала; это вопросы временного разрешения быстро протекающих процессов в ионосфере, что требует повышения скорости перестройки частоты излучаемого сигнала с вытекающими отсюда техническими проблемами и т.д.

Исходя из анализа отмеченных автором проблем, им была сформулирована **цель исследования**: развитие диагностических возможностей сети ЛЧМ-зондирования в интересах исследования перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ) различных масштабов.

Задачи исследования представлены четко и последовательно. Положения, выносимые на защиту, аргументированы, согласуются с целью и задачами исследования.

В ходе решения поставленных задач автором были получены следующие результаты, содержащие, на наш взгляд, **научную новизну**:

- впервые, за счет реализации ежеминутного режима работы на сети ЛЧМ-зондирования, получены данные, позволяющие более детально анализировать процессы, определяющие характеристики ПИВ;

- проведены интересные, с научной точки зрения, исследования откликов среднеширотной ионосферы на экстремальные явления на Солнце, в атмосфере и литосфере Земли;

- предложен подход к оценке передаточной функции ионосферного канала по данным ЛЧМ-зондирования ионосферы, что позволяет более корректно оценивать возможности применения широкополосных сигналов в декаметровом диапазоне частот. Кроме того, предложенный автором подход компенсации узкополосных помех позволил повысить достоверность результатов зондирования.

Все это предопределяет **практическую значимость** полученных автором результатов. Опыт работы созданной с участием автора сети ЛЧМ-зондирования для непрерывного мониторинга ионосферы с высоким временным разрешением открывает широкие перспективы для исследования динамических ионосферных процессов (включая ионосферные возмущения), а сформулированные автором теоретические выводы и практические рекомендации носят адресный характер. Кроме того, судя по материалам автореферата, детальная проработка состояния темы исследований, анализ существующих проблем мониторинга ионосферы (в том числе и с использованием ЛЧМ-сигналов), а также приведенная сравнительная оценка теоретических результатов с результатами эксперимента, позволяют сделать вывод о **достоверности полученных результатов** и предлагаемых автором рекомендаций.



Содержание автореферата **соответствует специальности**, по которой диссертация представляется к защите, а сам автореферат написан лаконичным языком, материал в целом структурирован, аккуратно оформлен, дает ясное представление о работе. Работа прошла достаточно широкую апробацию, что следует из текста автореферата.

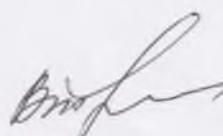
В то же время в качестве рекомендации и замечания следует отметить, что целесообразно было бы рассмотреть в сравнительно-сопоставительном аспекте отечественный и зарубежный опыт реализации подходов при решении задачи мониторинга ионосферных возмущений.

Кроме того, из автореферата не ясно: приведенные примеры качества работы разработанного ЛЧМ-ионозонда характерны для всех случаев ионосферных возмущений или отражают избранные моменты его хорошей работы лишь в некоторых возмущенных состояниях среды распространения?

Однако указанные пожелание и замечание не снижают общей положительной оценки представленной для рецензирования работы.

**Вывод:** Диссертантом продемонстрирован профессиональный подход к решению сложных радиофизических задач, разработанные им методы и технологии будут достойно оценены и использованы специалистами, занимающимися вопросами мониторинга ионосферы. Содержание автореферата дает основание заключить, что представленная в нем работа является самостоятельным, логически завершенным научным исследованием, результаты которого характеризуются новизной и практической значимостью и полностью соответствуют требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а её автор **Подлесный А.В.** заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиоп физика.

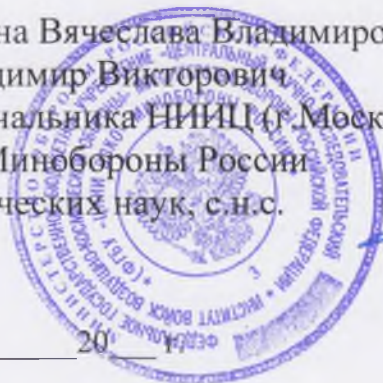
Старший научный сотрудник НИИЦ (г.Москва)  
ЦНИИ ВВКО Минобороны России,  
доктор технических наук, доцент

 Трекин В.В.

ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт Войск воздушно-космической обороны Минобороны России»: 129345, г.Москва, ул. Осташковская, д.12 «а». Тел/факс: 8(499)-185-1900 (с пометкой «для Трекина В.В.»); e-mail: [news197@mail.ru](mailto:news197@mail.ru). Специальность: 20.02.16.

Подпись Трекина Вячеслава Владимировича удостоверяю.

Пирожник Владимир Викторович  
Заместитель начальника НИИЦ (г.Москва)  
ЦНИИ ВВКО Минобороны России  
кандидат технических наук, с.н.с.



 Пирожник В.В.