

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Хабитуева Дениса Сергеевича "Определение параметров внешней ионосферы над Восточной Сибирью по данным Иркутского радара некогерентного рассеяния и карт полного электронного содержания", представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 – «Физика атмосферы и гидросферы»

Для целей навигации и пилотируемой космонавтики большое значение имеет состояние внешней ионосферы, т.е. области высот выше максимума ионизации слоя F2. Исследования ионосферы на этих высотах проводились во второй половине XX века с помощью ионозондов внешнего зондирования и радаров некогерентного рассеяния (НР). Прямые исследования ионного состава могут проводиться только несколькими радарами НР, поэтому основная информация о вариациях ионного состава на границе ионосферы и плазмосферы получена косвенным образом из моделей распределения электронной концентрации на этих высотах. Последние десятилетия, в связи с развитием спутниковых глобальных навигационных систем, появилась возможность исследования интегральных характеристик ионосферы по данным о полном электронном содержании (ТЕС).

Высота на которой происходит смена преобладающей компоненты ионосферной плазмы с ионов кислорода  $O^+$  к ионам водорода  $H^+$  (высота перехода  $O^+/H^+$ ) фактически является высотой раздела двух областей – ионосферы и плазмосферы. Сведения о динамике и вариациях этого параметра играют важную роль при разработке моделей ионного состава внешней ионосферы. Поэтому любые новые сведения о высоте перехода  $O^+/H^+$  являются востребованными.

Работа Хабитуева Дениса Сергеевича посвящена исследованию высоты перехода  $O^+/H^+$  полученной по методике объединяющей данные Иркутского радара некогерентного рассеяния с данными карт ТЕС GPS для Восточно-Сибирского региона. В работе получены типичные характеристики высоты перехода  $O^+/H^+$  для различных уровней солнечной и геомагнитной активности. К важным результатам работы можно отнести оценку вклада плазмосферы в наблюдаемые значения ТЕС по данным GPS. Как показано в работе, для дней осеннего и весеннего равноденствий этот вклад составляет около 25 % для ночных часов и 10–15 % для дневных часов. В периоды солнцестояния вклад плазмосферы может достигать ~50%.



Полученные автором результаты неоднократно докладывались и обсуждались на Российских и международных конференциях, а также представлены в печати. Научная новизна и практическая значимость данной работы не вызывают сомнений.

Из замечаний можно отметить:

1) страница 8 автореферата, утверждение "Необходимость использования карт ПЭС вызвана отсутствием приемников GPS в Иркутске в анализируемый период измерений ИРНР(1998–2005 гг.)" вообще говоря не является верным, GPS станция IRKT сети IGS функционирует с 16 августа 1995 года, данные с нее доступны в публичном доступе в архиве BKG (<http://igs.bkg.bund.de/file/browse#>) по крайней мере с 1997 года.

2) В автореферате не приведены оценки влияния ошибок определения ТЕС по данным глобальных ионосферных карт, которые, как известно, могут быть весьма значительны, особенно в областях с недостаточным числом GPS приемников, как на пример в Восточно-Сибирском регионе, на получаемые в работе оценки высоты перехода  $O^+/H^+$


Перечисленные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы. На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Хабитуева Дениса Сергеевича "Определение параметров внешней ионосферы над Восточной Сибирью по данным Иркутского радара некогерентного рассеяния и карт полного электронного содержания" соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертационным работам, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29- Физика атмосферы и гидросферы.

 /Куницын В.Е./  
 /Падохин А.М./

Отзыв составлен Куницыным Вячеславом Евгеньевичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедрой физики атмосферы Физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, (адрес 11991 ГСП-1, Москва, Ленинские горы, дом. 1, стр. 2, тел. +7-495-939-3806, e-mail: [kunitsyn@physics.msu.ru](mailto:kunitsyn@physics.msu.ru)) и Падохиним Артемом Михайловичем, кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником той же кафедры (адрес 11991 ГСП-1, Москва, Ленинские горы, дом. 1, стр. 2, тел. +7-495-939-2877, e-mail: [padokhin@physics.msu.ru](mailto:padokhin@physics.msu.ru)).

Подписи Куницына В.Е и Падохина А.М. удостоверяю:  
Ученый секретарь физического факультета МГУ  
доктор физ.-мат. наук, профессор



 Карavaев В.А.