

Отзыв научного руководителя

о работе Гончарова Егора Сергеевича по кандидатской диссертации

«Трехмерные численные модели Шумановского резонанса

для исследования нижней ионосферы»,

представленной к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических

наук по специальности 25.00.29 – «Физика атмосферы и гидросферы»

Существующие в настоящее время физико-математические модели процессов в средней атмосфере и нижней ионосфере Земли нуждаются в надежном инструменте для проверки, а также в новых источниках экспериментальных данных. В качестве эффективного инструмента можно использовать свойства распространения электромагнитных волн в волноводе Земля-ионосфера. Актуальность работы, выполненной Е.С. Гончаровым, определяется необходимостью корректного описания и прогноза состояния нижней ионосферы и ее влияния на распространение электромагнитных волн в условиях естественных и техногенных возмущений.

Диссертация Е.С.Гончарова посвящена разработке трехмерных численных моделей распространения электромагнитных сигналов в неоднородной анизотропной нижней ионосфере Земли с учетом конечной проводимости поверхности и произвольного ионного состава. Е.С.Гончаров разработал две модели – на основе метода конечных элементов и на основе метода конечных разностей. Последняя позволяет рассчитывать распространение электромагнитного сигнала с произвольной временной зависимостью, учитывать нелинейные эффекты, связанные с действием электрического поля на ионосферу и среднюю атмосферу, геомагнитное поле и произвольный ионный состав ионосферы. Используемые подходы позволяют использовать высокопроизводительные вычислительные кластеры для проведения численных экспериментов.

Точность созданных моделей доказана воспроизведением известных точных аналитических и стандартных численных решений. В численном эксперименте Е.С. Гончаров исследовал влияние проводимости земной поверхности, смещение источников грозовой активности, влияние ионной компоненты ионосферы и влияние рентгеновских солнечных вспышек на параметры стоячих колебаний в волноводе Земля-ионосферы (Шумановских резонансов).

Верификация существующих эмпирических и теоретических моделей нижней ионосферы была выполнена с использованием данных наблюдений Геофизической обсерватории «Михнево» ИДГ РАН. Для решения этой задачи Е.С.Гончаров определил оптимальный набор параметров обработки первичных данных и выполнил статистический

анализ вариаций собственных частот Шумановского резонатора. Результаты Е.С.Гончарова показали, что для воспроизведения отклика Шумановского резонатора на солнечную вспышку необходим учет кинетики малых нейтральных компонент в рамках плазмохимической модели. Одновременно с этим лучшее согласие со средними многолетними значениями получено с использованием результатов глобальной динамической модели WACCM-X. Полученные результаты доказывают необходимость учета ионизации рентгеновским излучением Солнца в глобальной модели нижней ионосферы и средней атмосферы, отсутствующей в текущей версии модели.

В ходе выполнения работы Е.С. Гончаров продемонстрировал свои высокие компетенции, как специалист по численному моделированию влияния ионосферы на распространение радиоволн и по обработке экспериментальных данных. Он освоил технологии расчетов на высокопроизводительных вычислительных кластерах, лично выполнил разработку трехмерных вычислительных моделей Шумановского резонатора и провел численные эксперименты. На сегодняшний день соискатель способен самостоятельно решать произвольные задачи взаимодействия электромагнитного излучения с верхними геосферами.

За время написания диссертации Е.С. Гончаров продемонстрировал свою высокую квалификацию, трудолюбие, умение работать с научной литературой, научный энтузиазм, умение самостоятельно формулировать и решать необходимые для достижения результата научные задачи.

Диссертация представляет собой законченную научную работу, полностью соответствующую требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель безусловно заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Научный руководитель
Заведующий лабораторией электродинамических
процессов в геофизике
кандидат технических наук



А.Н.Ляхов

Подпись заверяю
Начальник отдела кадров



С.В.Борисова

20.06.2022