

Отзыв научного руководителя
о диссертационной работе Степанова Никиты Александровича «Вариации
потоков энергичных частиц в магнитосфере и высыпания электронов в
ионосферу» представленной на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия

Высокие и изменчивые потоки электронов высоких энергий в радиационных поясах Земли представляют угрозу для функционирования спутниковых систем, а высыпания энергичных электронов в авроральную ионосферу существенно меняют состояние ионосферы и влияют на условия навигации и связи в высоких широтах. Наряду с очевидным практическим значением, исследование факторов контролирующих величины и распределение энергичных частиц в магнитосфере и их высыпания в ионосферу весьма интересны и для фундаментальной науки для понимания физических процессов ускорения и инжекции энергичных частиц во внутреннюю магнитосферу и динамического их перераспределения с высыпанием в ионосферу в периоды возмущений.

Диссертация Н.А. Степанова развивает эмпирический подход, в котором информация о факторах контролирующих потоки энергичных частиц и динамике последних, а также о сопутствующих изменениях высокоширотной ионосферы получается из большого количества наблюдательных данных при использовании специальных методов обработки, учитывающих физические свойства изучаемых явлений. Исследованы два круга взаимосвязанных явлений.

С одной стороны, на основе обширных спутниковых измерений построена эмпирическая модель зависимости от параметров околоземной среды потоков захваченных энергичных протонов и электронов в зоне перехода от плазменного слоя к радиационному поясу, поставляющей наиболее интенсивные высыпания в ионосферу.

С другой стороны, по материалам измерений ионизации радаром некогерентного рассеяния EISCAT а также измерений аврорального поглощения сетью Канадских риометров исследованы изменения ионизации ионосферы, отражающие вариации потоков высывающихся электронов. Особое внимание удалено важному но слабо исследованному вопросу – как динамичные электронные высыпания в атмосферу в периоды суббурь изменяют пространственное и высотное распределение плотности ионизации и интегральной проводимости в авроральной ионосфере, от которых зависят условия радиосвязи в высоких широтах и ионосферные токи.

Для выполнения этих исследований Никита Степанов освоил немалый литературный материал и проделал весьма большую работу с собранными им рабочими базами данных спутников THEMIS (за 2007-2018гг) и данных измерений радара некогерентного рассеяния EISCAT (за 1996-2018гг). Впервые систематически исследованы наиболее эффективные параметры околоземной среды и оптимальные временные задержки воздействия последних на потоки захваченных в магнитосфере энергичных частиц (энергий 10-150кэВ); построена эмпирическая модель этих потоков в области от 6 до 14Re в ночной магнитосфере.

В части эмпирического моделирования высыпаний энергичных электронов и создаваемой ими ионизации получены наиболее важные новые результаты. Здесь развит новый подход к динамическому моделированию высыпаний, вызываемых суббуровыми инжекциями (характеризуемыми по данным временного ряда MPB индекса). На его основе впервые построена количественная эмпирическая модель, описывающая поведение ионизации в центре авроральной зоны на разных долготах и разных высотах в течение суббуровой инжекции единичной интенсивности. Результаты этой работы могут быть практически использованы при развитии систем мониторинга и прогноза угроз космической погоды. Научные результаты весьма обширны и интересны, они опубликованы в 6 статьях в ведущих журналах WoS.

Собственно работу аспиранта оцениваю очень высоко. Его отличает высокая мотивация, хорошее владение компьютерными методами, ответственность, работоспособность и интерес к новому. За период аспирантуры Никита Степанов заметно вырос как квалифицированный научный сотрудник способный работать на высоком уровне, он с большой пользой участвовал в нескольких грантах РФФИ и РНФ. В целом его работой, как и диссертацией, я вполне доволен.

Научный руководитель:

Сергеев Виктор Андреевич



профессор, доктор физ.-мат.наук,

профессор кафедры физики Земли СПбГУ

