

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

УДК 551 510 535

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕОДНОРОДНОСТЕЙ НА ИСЗ

Г. П. Комраков, А. М. Лернер, Л. А. Скребкова

С появлением локальных методов измерений ионосферных неоднородностей открылись более широкие возможности для изучения их физических свойств и глобальной морфологии. Важное значение для выяснения механизмов образования неоднородностей электронной концентрации в ионосфере имеет изучение их спектральных характеристик. С помощью наземных наблюдений сигналов космических дискретных источников радиоизлучения и ИСЗ было показано, что амплитуда спектра неоднородностей электронной концентрации в зависимости от размеров подчиняется степенному закону на шкале размеров от 0,6 до 4 км.

Первые спектральный анализ ионосферных неоднородностей, измеренных локальным методом, был проведен по данным, полученным на спутнике «ОГО-6» в 1970 г. [1] (пространственное разрешение—70 м, амплитудное разрешение—0,03%). Было выявлено, что более 90% неоднородностей имеют спектры со степенным законом вида $\Delta N \sim f^{-n} \sim l^n$ (ΔN —амплитуда флуктуаций, n —показатель степени, l —размер неоднородностей и f —их характеристическая частота). Показатель степени спектра $n = 0,95 \pm 0,06$ для полярных и экваториальных широт на высотах от 450 до 1000 км. В таких спектрах спектральный индекс не зависит от амплитуды неоднородностей при изменении их размеров от 70 м до 7 км. В 1969—1970 гг. на спутнике «ИСИС-1» [2] при достаточном амплитудном (не менее 0,3%) и пространственном разрешении (порядка 150 м) были изучены неоднородности на высотах 574—3523 км в авроральной зоне и полярной шапке в различные сезоны года в дневное и ночное время. 90% спектров также подчиняются степенному закону с $n \approx 0,95 \pm 0,25$ для размеров 0,2—50 км. По данным измерений в 1973 г. на спутнике «Интеркосмос-Коперник 500» [3, 4] (пространственное разрешение ~600 м, амплитудное ~0,03%) был проведен спектральный анализ неоднородностей для области средних и экваториальных широт для высот ионосферы от 200 до 1500 км. Показано, что типичные спектры неоднородностей электронной концентрации носят степенной характер с показателем степени, равным $1,5 \pm 0,12$, на размерах от 2 до 20 км. Для размеров неоднородностей, больших 20 км, показатель степени уменьшается. В работе [5] приведены результаты измерений спектров неоднородностей, полученные в 1977 г. с помощью спутника «Космос-900». Амплитудное разрешение в этом эксперименте 1—3%. Величина спектрального индекса находилась в пределах 0,5—2 для размеров 0,5—150 км. Эксперимент проводился в основном в возмущенных условиях.

В настоящей работе приводятся результаты спектрального анализа неоднородностей электронной концентрации по данным измерений с помощью высокочастотного импедансного зонда на спутнике «Космос-381», запущенном 02.12.1970 г. Орбита спутника была близка к круговой, она имела высоту около 1000 км и была наклонена к плоскости экватора под углом 74°. Аппаратура, установленная на спутнике, обеспечивала измерения электронной концентрации N в пределах от 10^8 до $6 \cdot 10^4$ эл. см⁻³ и неоднородностей электронной концентрации с ΔN от 10 до 1400 эл. см⁻³ при пространственном разрешении ~150 м. Результаты исследований электронной концентрации и крупномасштабных неоднородностей электронной концентрации на спутнике «Космос-381» были опубликованы в работах [6—8]. Здесь приводятся результаты анализа спектральных характеристик неоднородностей. Спектральный анализ был проведен для 25 различных сеансов записи амплитуд флуктуаций электронной концентрации для ряда витков полета спутника. Длительность одного сеанса записи выбиралась равной 5, 10, 15 либо 20 с. Анализируемые записи были получены в ночное время и относились к области широт от 50 до 74°. Оказалось, что все спектры неоднородностей для размеров от 0,4 до 40 км подчиняются степенному закону вида $\Delta N \sim f^{-n} \sim l^n$.

На рис. 1 показан типичный спектр, который соответствует интервалу 10 с. Средний показатель степени по всем записям равнялся $1,1 \pm 0,12$. В анализируемых случаях величина $\Delta N/N$ составляла (2÷4)%. Индекс магнитной возмущенности K_p менялся от 0 до 8, но большая часть значений K_p (19 из 25) была в пределах от 1 до 3. Число солнечных пятен W в этот период времени (14—30 января 1971 г.) менялось от 47 до 83. При анализе поведения спектрального индекса n в зависимости

от изменений величин K_p и W (день ото дня) не обнаружены какие-либо систематические вариации, хотя, как будет показано ниже, среднее значение спектрального индекса зависит от среднего уровня солнечной активности

Представляет интерес сравнить между собой имеющиеся данные спектрального анализа неоднородностей электронной концентрации, полученные локальными методами Исследования, проведенные в [1-4] и настоящей работе, показали, что все спектры неоднородностей носят в основном степенной характер, а величина спектрального индекса не зависит существенно от широты, высоты и от амплитуды неоднородностей. В этих экспериментах разрешающая способность по амплитуде была достаточно высокой (не менее 0,3%), что позволило исследовать спектральные характеристики неоднородностей небольших масштабов размерами до $0,1 \div 1$ км, амплитуда которых в редких случаях превышает 1-5% от среднего уровня. Для размеров неоднородностей от 0,1 до 10-20 км величина спектрального индекса в приведенных экспериментах меняется от 0,75 до 1,5, причем для одних и тех же широт в разных экспериментах получены различные величины n . Так, для экваториальных широт в экспериментах [1] и [4] спектральные индексы равнялись приблизительно 1 и 1,5 соответственно, для полярных широт в экспериментах, описанных в настоящей работе и работах [1, 2], спектральный индекс соответственно равнялся 1,1 и 0,75-0,95. Среднеквадратичный разброс значений n в этих экспериментах для определенной области широт составлял 6-25%, а с учетом изменений по широте и высоте максимальный разброс значений n наблюдался в эксперименте [2] и составлял также 25%.

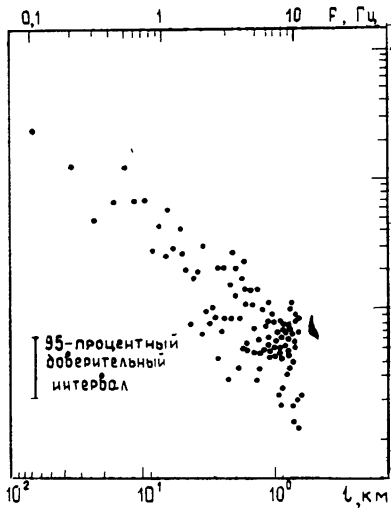


Рис. 1

Рис. 1. Спектр неоднородностей электронной концентрации ионосферы. $\Delta T = 10$ с, виток 591, $5^h 59^m 34^s$ LT, $h = 1000$ км, $\varphi = 73^\circ$ N, $\lambda = 31^\circ$.

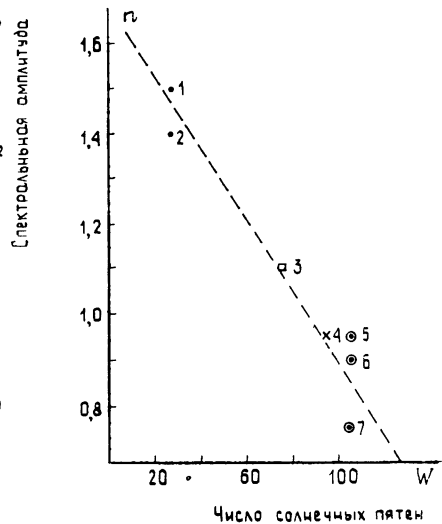


Рис. 2.

Рис. 2. Зависимость спектрального индекса n от числа солнечных пятен W ; 1—ИСЗ „Интеркосмос-Коперник 500“, $\varphi = 50^\circ$ N— 50° S, $h = 200 \div 1500$ км; 2—ИСЗ „Интеркосмос-Коперник 500“, $\varphi = 50^\circ$ N— 50° S, $h \approx 1000$ км; 3—ИСЗ „Космос-381“, $\varphi = 50^\circ$ N— 74° N, $h \approx 1000$ км; 4—ИСЗ „ОГ-6“, φ —полярные, экваториальные, $h = 450 \div 1000$ км; 5—ИСЗ „ИСИС-1“, φ —полярные, $h = 525 \div 3526$ км; 6—ИСЗ „ИСИС-1“, φ —авроральные, $h = 525 \div 3526$ км; 7—ИСЗ „ИСИС-1“, φ —полярные, $h \approx 1000$ км.

В работе [5] обнаружены некоторые изменения спектрального индекса от дня к ночи, от условий магнитной возмущенности, а также широтные различия спектрального индекса. Однако изменение спектрального индекса от эксперимента к эксперименту в пределах от 0,75 до 1,5 для размеров неоднородностей от 0,1 до 10-20 км ни одним из вышеупомянутых факторов полностью не объясняется. Поскольку условия проведения экспериментов в описанных случаях характеризовались разным уровнем солнечной активности, попытаемся найти связь характера изменений величин спектрального индекса с условиями солнечной активности. На рис. 2 величины спектрального индекса отложены в зависимости от числа солнечных пятен W , причем значения спектрального индекса получены в результате анализа спектров неоднородностей с размерами от 0,1 до 10-20 км. Несмотря на имеющийся разброс значений n в од-

них и тех же экспериментах (до 25%), выявляется тенденция к уменьшению спектрального индекса с повышением уровня солнечной активности. Зависимость близка к линейной при изменениях чисел Вольфа от 25 до 105. В дальнейшем желательно продолжить исследования спектральных характеристик ионосферных неоднородностей с помощью локальных измерений в пределах солнечного цикла как для уточнения зависимости спектрального индекса от уровня солнечной активности, так и для получения новых данных о характере изменений спектров в зависимости от широты, высоты и геофизических условий.

Авторы благодарны Г. Л. Гдалевичу за обсуждение результатов работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dyson P. L., McClure J. P., Hanson W. B — J. Geophys. Res., 1974, 79, p. 1497.
2. Phelps A. D., Sagalyn R — J. Geophys. Res., 1976, 81, p. 515.
3. Комраков Г. П., Скребкова Л. А. — Сб. Ионосферные исследования, 1979, № 30, с. 49.
4. Аксенов В. И., Артемьева Г. М., Комраков Г. П., Скребкова Л. А., Ханаш Я. — Космические исследования, 1982, № 4, с. 542.
5. Гдалевич Г. Л., Озеров В. Д., Всехсвятская И. С., Новикова Л. Н., Соболева Т. Н. — Геомагнетизм и аэрономия, 1980, 20, № 5, с. 809.
6. Гетманцев Г. Г., Комраков Г. П., Иванов В. П., Попков И. В., Тюкин В. Н. — Космические исследования, 1973, № 11, с. 335.
7. Комраков Г. П., Митякова Э. Е., Писарева В. В. — Космические исследования, 1976, № 14, с. 578.
8. Комраков Г. П., Митякова Э. Е., Писарева В. В. — Космические исследования, 1977, № 1, с. 88.

Научно-исследовательский
радиофизический институт

Поступила в редакцию
5 июля 1982 г.

Аннотации депонированных статей

УДК 621.391.822.4

ЭФФЕКТ МИНИМИЗАЦИИ ФЛИККЕРНЫХ ШУМОВ В p - n -ПЕРЕХОДАХ

А В Якимов

Объясняется эффект минимизации фликкерных шумов, наблюдаемый экспериментально в p - n -переходах диодов и транзисторов при определенных значениях постоянного тока. Анализ проведен для переходов, возбуждаемых как постоянным, так и переменным током. Показано, что минимизация шумов возникает за счет флуктуаций объемного сопротивления полупроводника, которые оказываются коррелированными с флуктуациями дифференциальной проводимости перехода. Определены фликкерные флуктуации зарядовой емкости перехода. На основе ранее разработанной физической модели фликкерных флуктуаций объяснены вид и уровень спектров шумов, наблюдающихся в конкретном диоде.

Статья депонирована в ВИНТИ,
рег № 2511 — 83. Деп от 11 мая 1983 г.
