

ЛИТЕРАТУРА

1. Э. И. Гинзбург, В. Ф. Ким, Изв. высш. уч. зав. — Радиофизика, 14, № 10, 1477 (1971).
2. И. А. Кринберг, Т. Б. Щукина, сб. Исследования по геомагнетизму, аэронауки и физике Солнца, вып. 21, изд. Наука, М., 1972, стр. 236
3. Е. Е. Цедиллина, Геомагнетизм и аэронаука, 13, № 2, 233 (1973).
4. М. Г. Деминов, Ю. С. Ситнов, Изв. высш. уч. зав. — Радиофизика, 16, № 6, 878 (1973).
5. М. Г. Деминов, Ю. С. Ситнов, М. Н. Фаткуллин, Изв. высш. уч. зав. — Радиофизика, 16, № 8, 1155 (1973).
6. R. W. Schunk, J. C. G. Walker, Planet. Space Sci., 18, № 4, 535 (1970).

Институт земного магнетизма, ионосферы
и распространения радиоволн АН СССР

Поступила в редакцию
9 июля 1973 г.,
после доработки
23 декабря 1974 г.

УДК 551.510.535

СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НЕЛИНЕЙНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА F -СЛОЙ ИОНОСФЕРЫ НА ЧАСТОТАХ 5,75 И 1,34 МГц

С. М. Грач, Ю. С. Коробков, К. И. Юрин

В настоящем сообщении приводятся результаты эксперимента по воздействию мощных радиоволн на частоте 1,34 МГц на F -слой ионосферы, полученные в 1974 году. Эксперимент проводился с целью исследования эффекта «аномального поглощения», который наблюдался в Боулдере (США) [1] и в г. Горьком [2–4]. Эффект заключается в том, что при включении мощной волны накачки с частотой около 6 МГц (когда критическая частота F -слоя превышала частоту мощной волны) наблюдается значительное (в 5–10 раз) уменьшение интенсивности отраженных от ионосферы пробных волн с частотами, близкими к частоте волны накачки.

Описываемый эксперимент проводился в следующих условиях. Волна накачки круговой поляризации (обыкновенная компонента) излучалась на частоте 1,34 МГц вертикально вверх. Параметры и режим работы передатчика приведены в [5].

Передатчик работал в течение трех минут, после чего наступала трехминутная пауза. Кроме того, постоянно излучалась на близкой частоте пробная волна. Эксперименты проводились в феврале—марте 1974 г в ночное время, когда критическая частота F -слоя изменялась в пределах от 1,9 до 2,8 МГц, поглощение в D -слое отсутствовало и не было отражений от спорадического слоя E_s . Пробная волна имела линейную поляризацию, однако из-за близости рабочей частоты к электронной циклотронной частоте необыкновенная компонента была всегда сильно поглощена.

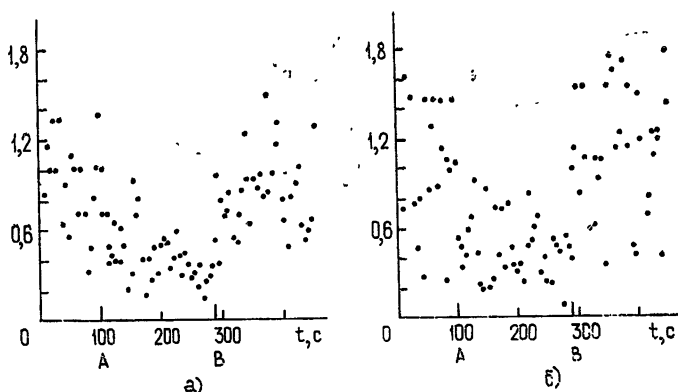


Рис. 1.

При включении волны накачки наблюдалось уменьшение интенсивности отраженного сигнала пробной волны в 1,5–3 раза с характерным временем около 20 с в диапазоне 1,25–1,45 МГц. На рис. 1 приведено изменение интенсивности (в относи-

тельных единицах) отраженных от ионосферы пробных волн при воздействии на ионосферу мощной радиоволны на частоте 1,34 МГц. А и В — моменты включения и выключения мощного передатчика (соответственно). Каждая точка является результатом усреднения по пяти последовательным циклам работы мощного передатчика. Частота пробной волны: а) $f = 1390$ кГц; б) $f = 1270$ кГц. Время измерений: а) с 3 до 4 часов; б) — с 5 до 6 часов 16 марта 1974 г. Как видно из рис. 1, при выключении волны накачки интенсивность пробной волны восстанавливалась за характерное время порядка 40 с.

Проведенные оценки показали (см. [6], § 19), что указанное явление не может быть объяснено нагревными эффектами, которые могут дать уменьшение интенсивности не более чем в 1,1 — 1,3 раза.

Уменьшение интенсивности пробных волн в описываемых экспериментах оказалось значительно меньшим, нежели в подобных экспериментах [2-4]. Укажем на возможные причины такого расхождения.

1. Волны с частотой около 1,3 — 1,4 МГц отражались от нижней части F-слоя. Если в экспериментах в [2-4] профиль электронной концентрации F-слоя можно было аппроксимировать линейным слоем с масштабом около 50 км, то в описываемом эксперименте масштаб линейного слоя (от начала слоя до точки отражения волны накачки) был всего около 3 км. Объем возмущенной волной накачки области оказывается значительно меньшим, и сигнал пробной волны проходит эту область значительно быстрее. Кроме того, меньшим оказывается разбухание поля [7] (примерно в 7 раз по полю против 12 раз в условиях эксперимента [2]).

2. Для описанного явления определяющими, по-видимому, являются эффекты, параметрической неустойчивости, развивающейся вблизи точки отражения волны накачки обыкновенной поляризации. Мощная волна возбуждает как высокочастотную, так и низкочастотную плазменную турбулентность, причем возможно появление искусственных неоднородностей электронной концентрации. С рассеянием пробных волн на этих неоднородностях и связан, вероятно, эффект «аномального поглощения» [4]. В описываемом эксперименте на параметрическую неустойчивость сильное влияние оказывает близость частоты волны накачки к электронной циклотронной частоте. Частота плазменных волн и инкремент параметрической неустойчивости при этом сильно зависят от угла между \mathbf{k} и \mathbf{B} (\mathbf{k} — волновой вектор плазменной волны; \mathbf{B} — магнитное поле Земли). Например, вблизи точки отражения не могут возбуждаться плазменные волны с $\mathbf{k} \perp \mathbf{B}$, так как при этом их частота $\omega \approx \sqrt{\omega_{pe}^2 + \omega_{Be}^2} > \omega_0$ (ω_{pe} и ω_{Be} — соответственно плазменная и циклотронная частоты электронов, ω_0 — частота волны накачки).

В заключение авторы благодарят В. В. Глазкова, Ю. А. Иванова, Л. Ф. Мироненко, В. А. Рыжова за помощь в проведении эксперимента, а также В. В. Васькова, А. Н. Караштина, Н. А. Митякова, В. О. Рапопорта и В. Л. Фролова за полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. W. F. Utlaug, J. Geophys. Res., 75, 6402 (1970).
2. Г. Г. Гетманцев и др., Письма в ЖЭТФ, 18, 621 (1973).
3. В. В. Беликович и др., УФН, 13, 732 (1974).
4. В. В. Беликович, Е. А. Бенедиктов и др., Изв. высш. уч. зав. — Радиофизика, 18, № 4, 516 (1975).
5. И. С. Шлюгер, УФН, 13, 729 (1974).
6. А. В. Гуревич, А. Б. Шварцбург, Нелинейная теория распространения радиоволн в ионосфере, изд. Наука, М., 1973.
7. В. Л. Гинзбург, Распространение электромагнитных волн в плазме, изд. Наука, М., 1967.

Научно-исследовательский радиофизический институт

Поступила в редакцию
9 октября 1974 г.