

Существование таких отличий и определенная зависимость их от τ , с одной стороны, экспериментально подтверждает факт наиболее сильного влияния областей отражения на флуктуационные характеристики сигнала при наклонном распространении, с другой стороны, говорит о неравномерном распределении интенсивности неоднородностей с высотой, обусловленным движением волнообразных структур с $\lambda/2 \sim 10 \div 100$ км, что согласуется с данными [1], полученными другими методами измерений. Действительно, рис. 2 соответствует случаю, когда λ существенно больше y_m , рис. 3 — λ несколько меньше y_m , что видно из рис. 1, где траектории в виде сплошных линий соответствуют уменьшению B , имеющей максимум при $\tau \approx 570$ мкс, наконец, рис. 4 иллюстрирует случай, когда на полутолщине слоя F2 могут размещаться почти три области с повышенной интенсивностью неоднородностей, т. е. $\lambda \approx 0,5$, $y_m \approx 30$ км. Важно отметить, что значения λ могут сохраняться в течение дня, иначе наблюдаемые зависимости $B(\tau)$ не имели бы столь явно выраженный волнообразный характер. При интерпретации этой зависимости с целью определения λ необходимо учитывать, что: 1) на близких к МПЧ рабочих частотах σ_H и σ_N меняются согласованно за исключением небольшого промежутка времени, когда экстремум волнообразной структуры неоднородностей попадает в интервал Δh ; 2) для первого локального минимума зависимости $\Delta h \approx \lambda/2$ (при отсутствии минимума на рис. 2 $\lambda \gg y_m$); 3) для следующего за ним максимума $\Delta h \approx \lambda$ (здесь можно учесть отличие волнообразной структуры от гармонической); 4) другие экстремумы (см. рис. 4) также могут нести дополнительную информацию о характере волновых движений в ионосфере.

Анализ приведенных выше экспериментальных данных показывает возможность использования разнесенных по высоте траекторий для диагностики характерных вертикальных масштабов распределения интенсивности перемещающихся волнообразных структур ионосферных неоднородностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гершман Б. Н., Ерухимов Л. М., Яшин Ю. Я. Волновые явления в ионосфере и космической плазме. — М.: Наука, 1984.
2. Галинов А. В., Терещенко Е. Д. Статья депонирована в ВИНТИ, рег. № 824-84. Деп. от 9 февраля 1984 г.
3. Агарышев А. И., Сажин В. И., Тинин М. В. — Вопросы распространения радиоволн в высоких и средних широтах. — М.: ИЗМИРАН, 1979, с. 82.

Иркутский государственный университет

Поступила в редакцию
27 декабря 1984 г.

УДК 621.136.933

ФОРМИРОВАНИЕ МОЩНЫХ РАДИОИМПУЛЬСОВ НАНОСЕКУНДНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ТРЕХСАНТИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

В. А. Августинович, С. А. Новиков, С. В. Разин, Ю. Г. Юшков

Во многих устройствах, предназначенных для формирования мощных импульсов СВЧ и основанных на временной компрессии, в качестве накопительного объема используются круглые цилиндрические резонаторы. Вывод энергии осуществляется через подключенный к резонатору волноводный тройник при развитии СВЧ-разряда в его закороченном плече [1, 2]. Рабочий симметричный вид колебаний H_{01n} , где n — целое число, позволяет получить высокую собственную добротность в 10-сантиметровом диапазоне и большое усиление поля в накопительном объеме. Но за счет ограниченной связи резонатора с тройником в процессе вывода выходной импульс имеет большую длительность спада, и результирующий коэффициент усиления импульсной мощности остается невысоким.

Большой связью с тройником обладает возбуждаемый на H_{10n} -виде колебаний накопительный прямоугольный призматический резонатор с поперечным сечением, равным поперечному сечению волноводов тройника. В 10-сантиметровом диапазоне на таком резонаторе ранее были получены импульсы длительностью $t_n = 20$ нс при усилении $k = P_n/P_g = 70$, где P_n — выходная импульсная мощность, P_g — импульсная мощность генератора накачки [3].

В 3-сантиметровом диапазоне усиление импульсной мощности будет много меньше вследствие больших омических потерь в стенках резонатора. Так, расчетное значение k для формирователя [3] и частоты $f = 3$ ГГц составляет $k = 75$, а для $f = 10$ ГГц

$k=10$. Этим, в какой-то мере, объясняется отсутствие в литературе экспериментальных данных по временной компрессии СВЧ-импульсов 3-сантиметрового диапазона.

В данной работе приведено сравнение длительности и усиления двух формирователей импульсов с несущей частотой $f=9,4$ ГГц, созданных на основе прямоугольных резонаторов, возбуждаемых на H_{10n} -виде колебаний. Такой выбор был обусловлен возможностью обеспечения при выводе энергии максимальной связи накопительного объема с переключающим тройником, изготовленным из прямоугольных волноводов и работающем на этом же виде H_{10} -волны. Схема экспериментальной установки была аналогичной [3].

Резонатор первого формирователя был образован отрезком регулярного волновода длиной $L_1=800$ мм и сечением 23×10 мм², ограниченным с одной стороны элементом возбуждения и с другой — переключающим тройником, изготовленным из волноводов того же сечения. На рабочей частоте $f=9,4$ ГГц в системе может распространяться только H_{10} -волна. СВЧ-накачка объема осуществлялась импульсами длительностью $t_r=1$ мкс и мощностью $P_r=50$ кВт, следующими с частотой $f_1=50$ Гц. Длина закороченного плеча тройника подобрана так, что на резонансной частоте в процессе возбуждения излучения не происходило. В конце процесса возбуждения на запускающий разрядник, размещенный в закороченном плече, подавался высоковольтный импульс. Этим самым инициировался СВЧ-разряд в пучности электрического поля, частота тройника изменялась, и электромагнитная энергия коротким импульсом поступала в нагрузку. Форма и амплитуда импульсов определялись на осциллографе С7-10А с помощью предварительно откалиброванной детекторной головки. Вследствие почти полного согласования резонатора с нагрузкой сформированные импульсы имели длительность $t_n=8 \div 10$ нс и $P_n=150$ кВт ($k=3$). Длительность t_n была близка к времени двойного пробега электромагнитной волны вдоль резонатора. Небольшое усиление $k=3$ объясняется низкой добротностью использованного резонатора.

Во втором формирователе для уменьшения потерь был использован сверхразмерный для частоты $f=9,4$ ГГц резонатор сечением 72×34 мм² и длиной $L_2=710$ мм. Вместе с подключенным плечом тройника накопительный объем имел общую длину 760 мм. Система не герметизировалась и была наполнена воздухом при атмосферном давлении. Тройник имел большую связь с резонатором и был изготовлен из волноводов сечением $28,5 \times 12,6$ мм². В закороченном плече выполнено отверстие диаметром 1,5 мм в области пучности электрического поля. При достижении высокого уровня поля в конце процесса возбуждения у отверстия, как на неоднородности, развивался СВЧ-разряд. Частота тройника изменялась, и СВЧ-энергия излучалась в нагрузку. При той же мощности СВЧ-накачки $P_r=50$ кВт выходные импульсы имели $P_n=2,5$ МВт ($k \approx 50$) и $t_n=8$ нс. Форма огибающей сигнала была колоколообразной и стабильной во времени. Временная нестабильность следования не превышала 20 нс. Этот разброс во времени уменьшается при использовании пускового разрядника и внешнего запуска.

Таким образом, полученные результаты показывают, что, используя в 3-сантиметровом диапазоне сверхразмерные накопительные объемы, можно получать большое усиление импульсной мощности на выходе установки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Birx D., Dick G., Little W., Mersereau J., Scalapino J. — Appl. Phys. Letters, 1978, 33, № 5, p. 466.
2. Alvarez R., Birx D., Janer E. — Particle Accelerators, 1981, № 3, p. 125.
3. Девятков Н. Д., Диденко А. Н., Замятина Л. Я., Разин С. В., Юшков Ю. Г. — Радиотехника и электроника, 1980, 25, № 6, с. 1227.