

## **Р3731. ИЗУЧЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ДЕЦИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА В ДВУХПРОВОДНОЙ ЛИНИИ**

### Цель работы:

Изучение бегущей и стоячей электромагнитных волн сверхвысокой частоты (СВЧ) дециметрового диапазона в двухпроводной линии Лехера.

### Решаемые задачи:

1. Доказательство существования режима стоячей волны СВЧ в короткозамкнутой и разомкнутой на конце двухпроводной линии.
2. Доказательство существования режима бегущей волны СВЧ в согласованной на конце двухпроводной линии.
3. Определение длины волны СВЧ по расположению пучностей напряженности электрического и индукции магнитного поля.

### Меры безопасности

**Во избежание длительного пребывания людей под воздействием опасного для живого организма высокочастотного облучения передатчик СВЧ включать только на время измерения!**

### Физические основы измерений:

В эксперименте изучается распространение электромагнитных волн дециметрового диапазона ( $\nu = 433,92$  МГц) вдоль линии Лехера. Волновое сопротивление линии составляет 200 Ом. Стоячая волна напряженности электрического поля детектируется при помощи пробника состоящего из лампы накаливания, к которой присоединены два коротких контактных проводника (рис. 1). Эти контакты перемещают вдоль линии. В пучностях электрического поля напряженность электрического поля и, следовательно, напряжение (разность потенциалов) между двумя контактами достигает своего максимального значения, и лампа светит ярко.

Стоячая волна индукции магнитного поля детектируется посредством индуктивной петли связи, нагруженной на лампу накаливания. В пучностях магнитного поля лампа светит ярко, потому что индукция магнитного поля, возникающая между проводами линии, и вместе с ней ЭДС, индуцируемая в петле связи, колеблется с максимальной амплитудой (рис. 2).

Упражнение. Изучение бегущей и стоячей электромагнитных волн в двухпроводной линии Лехера.

1. Включить СВЧ-генератор.
2. Перемещая индикаторную лампу вдоль разомкнутой на конце

двухпроводной линии (рис.1), измерить и занести в таблицу положения всех пучностей и узлов напряженности электрического поля.

3. По формуле  $\lambda = 2l / (n - 1)$  вычислить длину волны, где  $l$  – расстояние между первой и последней с номером  $n$  пучностями (или узлами).

4. По формуле  $\nu = c / \lambda$  определить частоту генератора ( $c = 3 \cdot 10^8$  м/с).

5. Замкнуть линию на ее конце и выполнить указания п.п. 2 – 4.

6. Нагрузить линию волновым сопротивлением  $R_H = Z_0$  (согласовать линию на конце) и при помощи индикатора напряжения убедиться, что в линии преобладает бегущая волна электрического поля.

7. Разомкнуть линию.

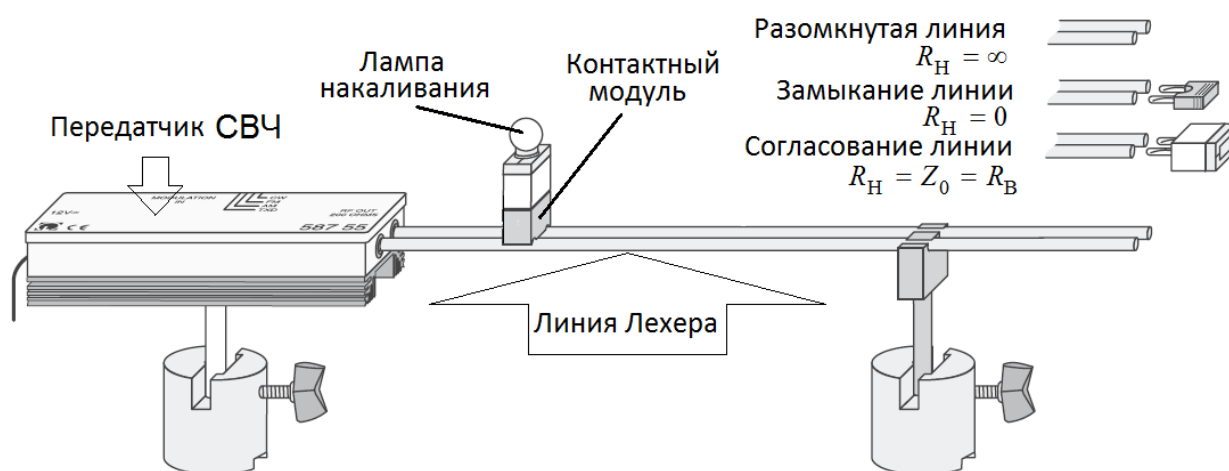


Рис. 1. Экспериментальная установка для изучения волны напряженности электрического поля вдоль линии Лехера.

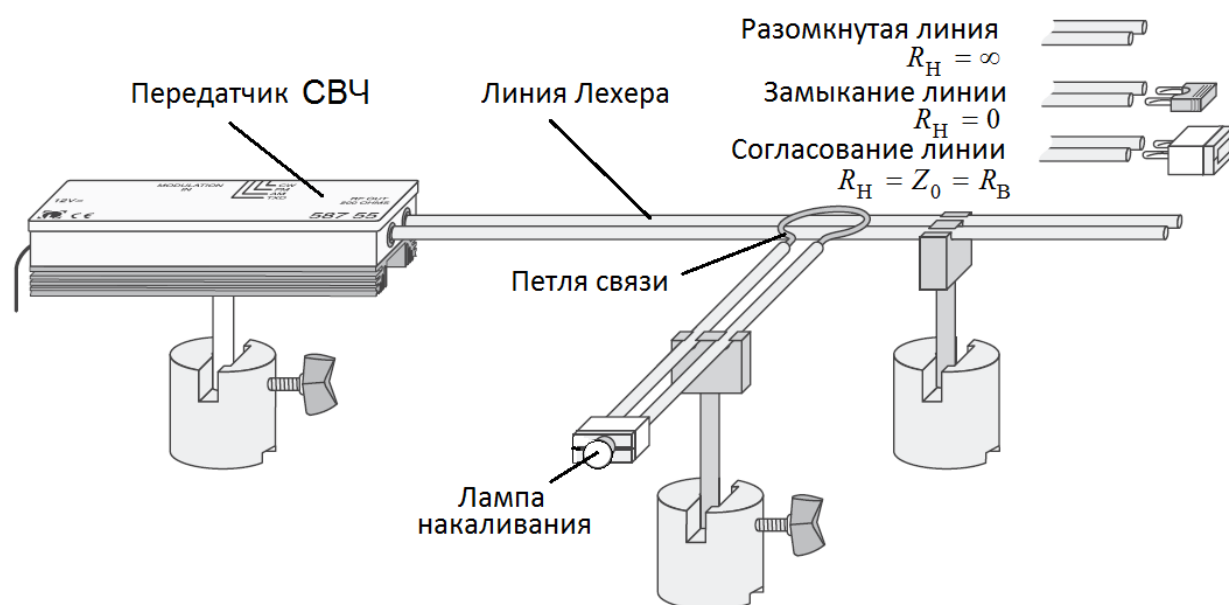


Рис. 2. Экспериментальная установка для изучения волны индукции магнитного поля вдоль линии Лехера.

8. Установить петлю индуктивной связи над линией так, как это показано на рис. 2.
9. Перемещая датчик индукции магнитного поля (петлю связи) вдоль линии (рис.2), измерить положения пучностей и узлов индукции магнитного поля. Сравнить их расположение с расположением пучностей и узлов электрического поля (п. 2). Дать объяснение результатам сравнения.
10. По формуле  $\lambda = 2l / (n - 1)$  вычислить длину волны индукции магнитного поля и сравнить ее с длиной волны, полученной в п. 3.
11. По формуле  $\nu = c / \lambda$  определить частоту генератора ( $c = 3 \cdot 10^8$  м/с).
12. Замкнуть линию накоротко на ее конце.
13. Прodelать задания, указанные в п.п. 9 - 11 с замкнутой линией.
14. Нагрузить линию волновым сопротивлением  $R_H = Z_0$  (согласовать линию на конце) и при помощи индикатора убедиться, что в линии преобладает бегущая волна.
15. Выключить генератор.
16. Нарисовать в выбранном вами масштабе схему расположения пучностей и узлов электрического и магнитного полей.

#### Вопросы для подготовки.

1. Электромагнитная теория Максвелла (уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме, волновое уравнение, уравнения среды).
2. Свободные электромагнитные волны и их свойства. Плотность энергии и давление электромагнитного поля, вектор Умова-Пойнтинга.
3. Электрические цепи с сосредоточенными и распределенными параметрами.
4. Особенности распространения бегущей волны в длинной линии, волновое сопротивление линии.
5. Стоячие электромагнитные волны в замкнутой и разомкнутой линии.
6. Генерирование электромагнитных колебаний. Схема простейшего LC-генератора.

#### Литература.

1. Калашников С. Г. Электричество. – М.: Физматлит, 2003.
2. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т. 3. Электричество. – М.: Физматлит-МФТИ, 2002.
3. Савельев И. В. Курс общей физики. Кн. 2. Электричество и магнетизм. – М.: Апрель – АСТ, 2003.
4. Иродов И. Е. Электромагнетизм. Основные законы. – М.-СПб.: Физматлит, 2000.
5. Лабораторные работы общего физического практикума. Электричество и магнетизм. – Казань: КГУ, 2006.