

$$I_2(z) = \sqrt{-\frac{2pb^2}{9n}} \left( \frac{2b^2\sqrt{3}}{9} i \right)^n e^{ibz\frac{\sqrt{3}}{3}} (1+o(1)).$$

С учётом введённых обозначений и получим равенство (9). Лемма 2 доказана.

Перейдём к доказательству теоремы. Применяя формулу (4), получим, что  $Q_{2n}(z) = (1+o(1))$ . С учётом данного равенства, лемм 1, 2 и определения аппроксимаций Эрмита—Паде получаем выражения (5) и (6). Теорема доказана.

#### Список цитируемых источников

1. Никишин, Е. М. Рациональные аппроксимации и ортогональность / Е. М. Никишин, В. Н. Сорокин. — М. : Наука. 1988. — 256 с.
2. Бейкер, Дж. Аппроксимации Паде / Дж. Бейкер, П. Грейвс—Моррис — М. : Мир, 1986.—502 с.
3. Аптекарев, А. И. О сходимости рациональных аппроксимаций к набору экспонент /А. И. Аптекарев // Вестн. МГУ. Сер. 1. Математика. Механика.—1981.—№ 1. — С. 68—74.
4. Hermite, C. Sur la fonction exponentielle / C. Hermite. — C. R. Acad. Sci. (Paris). — 1873. — Vol. 77. — P. 18—293.
5. Perron, O. Die Lehre von den Kettenbrüchen / O. Perron. — Leipzig-Berlin : Teubner. — 1929. — 322 p.
6. Сидоров, Ю. В. Лекции по теории функций комплексного переменного : учеб. для вузов. — 3-е изд. / Ю. В. Сидоров, М. В. Федорюк, М. И. Шабунин. — М. : Наука. — 480 с.

Материал поступил в издание 11.03.2013 г.

УДК 537.86

**В. М. Гибез, Г. В. Качкар**

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

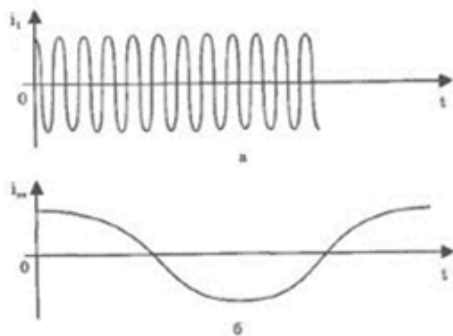
#### ИЗЛУЧЕНИЕ И ПРИЁМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН. ПРИНЦИП РАДИОСВЯЗИ

Для осуществления радио- и телевизионной связи используются высокочастотные электромагнитные волны.

To provide radio and TV communication high-frequency hertzian waves are used.

Возможность практического применения электромагнитных волн для установления связи без проводов продемонстрировал 7 мая 1895 года знаменитый русский физик Александр Степанович Попов. Этот день считается днём рождения радио. Для осуществления радиосвязи необходимо обеспечить возможность излучения электромагнитных волн. Закрытый колебательный контур не излучает электромагнитные волны в окружающее пространство. Если колебательный контур состоит из катушки и двух пластин плоского конденсатора, не параллельных друг другу, то чем под большим углом развёрнуты эти пластины, тем более свободно выходит электромагнитное поле в окружающее пространство. Предельным случаем раскрытия колебательного контура является удаление пластин конденсатора на противоположные концы прямой катушки. В действительности контур состоит из катушки и длинного провода — антенны. Один конец антенны заземлён, второй поднят над поверхностью земли [1].

Катушка антенны имеет индуктивную связь с катушкой колебательного контура генератора незатухающих электромагнитных колебаний. Вынужденные колебания высокой частоты в антенне создают в окружающем пространстве переменное электромагнитное поле. Со скоростью 300 000 км / с электромагнитные волны распространяются от антенны. Энергия излучаемых электромагнитных волн при одинаковой амплитуде колебаний силы тока в антенне пропорциональна четвертой степени частоты колебаний. Поэтому для осуществления радио- и телевизионной связи используются электромагнитные волны с частотой от нескольких сотен тысяч герц до тысяч мегагерц. Эти высокочастотные волны называют несущими волнами, которые модулируют в простейшем случае звуковой частотой (рисунк 1).



*a* — колебания тока несущей частоты, *b* - колебания тока звуковой частоты

Рисунок 1 — Процесс наложения колебаний одной частоты на колебания другой

Формула колебаний следующая:

$$\varphi = A \times \sin \omega \left( t - \frac{X}{V} \right)$$

Рассмотрим процесс амплитудной модуляции, состоящий в изменении амплитуды несущей волны по закону сигнала низкой частоты. В электрическую цепь транзисторного генератора последовательно с колебательным контуром включают катушку трансформатора. На вторую катушку трансформатора подаётся переменное напряжение звуковой частоты с выхода микрофона после необходимого усиления.

Переменное напряжение звуковой частоты, складываясь с постоянным напряжением источника генератора, приводит к изменению со звуковой частотой амплитуды колебаний силы тока высокой частоты в контуре генератора. Амплитуда колебаний тока несущей частоты изменяется амплитудой тока звуковой частоты [2].

Формула биения имеет следующий вид:

$$A_{\text{биение}} = 2 A_c \cos \frac{\omega}{2} t$$

Формула уравнения биений:

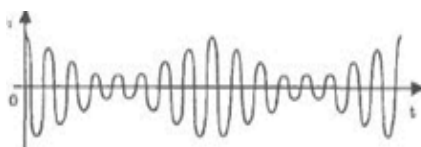


Рисунок 2 — Модулированные колебания тока несущей частоты, которые излучаются в пространстве

Электромагнитные волны, излучённые антенной радиопередатчика, вызывают вынужденные колебания свободных электронов в любом проводнике. Напряжение между концами проводника, в котором электромагнитная волна возбуждает вынужденные колебания электромагнитного тока, пропорциональны длине проводника. Поэтому для приёма электромагнитных волн в простейшем радиоприёмнике применяется длинный провод — приёмная антенна.

Вынужденные колебания в антенне 1 возбуждаются электромагнитными волнами от всех радиостанций. Для того чтобы слушать только одну радиопередачу, колебания напряжения не направляют непосредственно на вход усилителя, а сигналы подают на колебательный контур 2 с изменяющейся собственной частотой колебаний. Изменение собственной частоты колебаний в контуре приёмника производится обычно изменением электроёмкости переменного конденсатора.

При совпадении частоты вынужденных колебаний в антенне с собственной частотой колебаний контура наступает резонанс, при этом амплитуда вынужденных колебаний напряжения на обкладках конденсатора контура достигает максимального значения. Таким образом, из большого числа электромагнитных колебаний, возбуждённых в антенне, выделяются колебания нужной частоты [3]

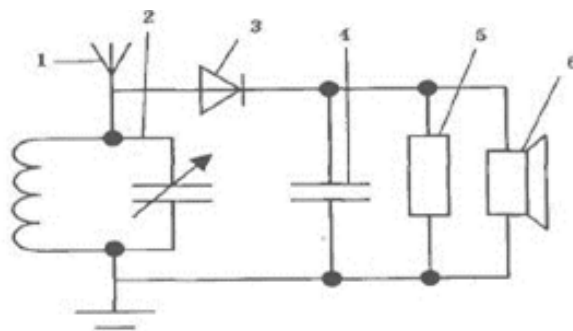


Рисунок 3 — Контура приёмника модулированных колебаний высокой частоты

Существование электромагнитных волн было теоретически предсказано великим английским физиком Дж. Максвеллом в 1864 году. Ученый проанализировал все известные к тому времени законы электродинамики и сделал попытку применить их к изменяющимся во времени электрическому и магнитному полям. Он обратил внимание на асимметрию взаимосвязи между электрическими и магнитными явлениями. Максвелл ввёл в физику понятие вихревого электрического поля и предложил новую трактовку закона электромагнитной индукции, открытой Фарадеем в 1831 году: всякое изменение магнитного поля порождает в окружающем пространстве вихревое электрическое поле, силовые линии которого замкнуты. Максвелл высказал гипотезу о существовании и обратного процесса: изменяющееся во времени электрическое поле порождает в окружающем пространстве магнитное поле.

С колебательного контура приёмника модулированные колебания высокой частоты поступают на детектор 3. В качестве детектора можно использовать полупроводниковый диод, пропускающий переменный ток высокой частоты только в одном направлении. После прохождения детектора сила тока в цепи изменяется во времени по закону (рисунок 4).

В течение каждого полупериода высокой частоты импульсы тока заряжают конденсатор 4, вместе с тем конденсатор медленно разряжается через резистор 5.



Рисунок 4 — Прохождение изменения силы тока в цепи во времени по закону

Электроёмкость рассчитывается по формуле

$$C = \frac{q}{\Delta\varphi} = \frac{q}{U}$$

Значения электроёмкости конденсатора 4 и сопротивления 5 выбраны таким образом, что через резистор 5 протекает ток, изменяющийся во времени со звуковой частотой, использованной при модуляции колебаний в генераторе. Для преобразования электрических колебаний в звуковое переменное напряжение звуковой частоты подаётся на телефон 6 (рисунок 3).



Рисунок 5 — Подача напряжения звуковой частоты на телефон

Для повышения чувствительности в современных радиоприёмниках сигнал с колебательного контура поступает на вход усилителя высокой частоты (УВЧ), а с выхода усилителя высокой частоты электрические колебания поступают на детектор [4].

Для усиления мощности звукового сигнала на выходе радиоприёмника электрические колебания звуковой частоты с выхода детектора поступают на вход усилителя низкой частоты (УНЧ). Переменное напряжение

звуковой частоты с выхода УНЧ подаётся на обмотку электродинамического громкоговорителя — динамика. Динамик преобразует энергию переменного тока звуковой частоты в энергию звуковых колебаний. Описана схема простейшего детекторного приёмника. В современных радиоприёмниках используются довольно сложные электронные микросхемы, включающие в себя генераторы электромагнитных колебаний. Сложение электрических колебаний от внутреннего генератора приёмника с колебаниями, возбужденными в контуре приёмника электромагнитными волнами от передающих радиостанций, позволяет настраивать приёмник на очень узкий диапазон принимаемых частот. Электромагнитные волны охватывают огромный диапазон длин волн от  $10^4$  до  $10^{-10}$  м. По способу получения можно выделить следующие области длин волн: радиоволны охватывают диапазон от  $10^6$  м до 1 мм: длинные волн — не более  $10^3$  м; средние — от  $10^3$  до 100 м; короткие — от 100 м до 10 м; ультракороткие — от 10 м до 1 мм.

#### Список цитируемых источников

1. *Аксенович Л. А.* Физика в университете : Теория. Задания. 2004. — С. 442-443.
2. *Яворский Б. М.* Основы физики. /Б. М Яворский, А. А. Пинский. т. 2. М. — 1981 — 392с.
3. *Геворкян Р. Г.* Курс общей физики / Р. Г. Геворкян, В. В. Шепель Изд. 3-е, — 1972. — 600с.
4. *Коробейников В. И.* Магнитные антенны для сверхдальней связи. 2005. — 320с.

Материал поступил в издание 18.03.2013 г.

УДК 620.92

*Д. В. Григорчик, А. О. Шах*

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

### СОЛНЕЧНАЯ БАТАРЕЯ — АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ

Солнечная энергетика — нетрадиционная энергетика, основанная на преобразовании солнечного излучения в другие виды энергии.

Solar energetic — is not a traditional source of energy based on conversion of solar irradiation into other sources of energy.

Солнечная энергетика — нетрадиционная энергетика, основанная на преобразовании солнечного излучения в другие виды энергии. В основе преобразования солнечного излучения лежит фотоэлектрический эффект. Фотоэффектом называется испускание электронов веществом при поглощении им квантов электромагнитного излучения [1].

Ключевым элементом солнечной батареи является фотоэлемент (кремниевый фотогальванический), который преобразует видимый солнечный свет, инфракрасное и ультрафиолетовое излучение в электричество.

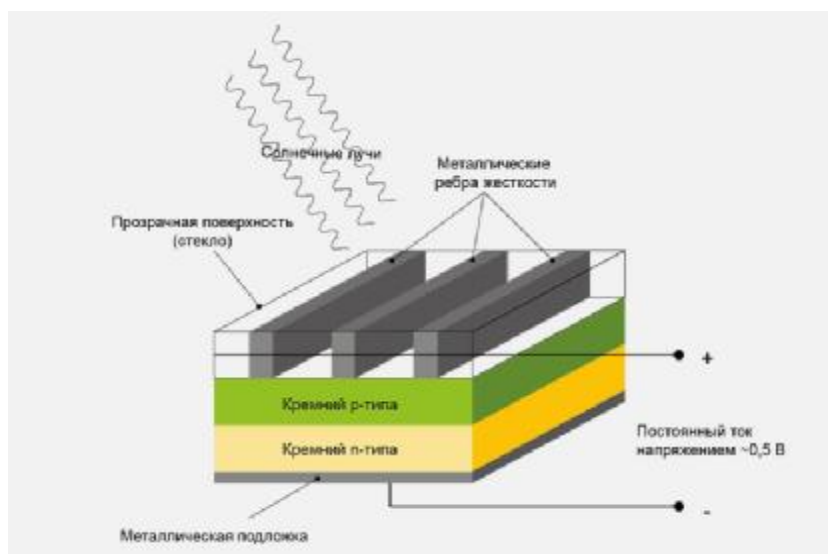


Рисунок 1 — Принцип работы солнечной батареи