

## 13.4. Электромагнитные волны

**13.4.1.** Ретранслятор телевизионной программы «Орбита» установлен на спутнике связи «Радуга», который движется по круговой орбите на высоте  $h = 36\,000$  км над поверхностью Земли, занимая постоянное положение относительно Земли. Сколько времени распространяется сигнал от передающей станции до приемного устройства?

**13.4.2.** Наименьшее расстояние от Земли до Сатурна  $s = 1,2$  Тм. Через какой минимальный промежуток времени может быть получена ответная информация с космического корабля, находящегося в районе Сатурна, на радиосигнал, посланный с Земли?

**13.4.3.** Передатчик, установленный на борту космического корабля «Восток», работал на частоте  $\nu = 20$  МГц. Определите длину волны и период излучаемых передатчиком радиоволн.

**13.4.4.** В радиоприемнике один из коротковолновых диапазонов может принимать передачи, длина волны которых  $\lambda = 24 \div 26$  м. Найдите частотный диапазон.

**13.4.5.** На рисунке 13.4.1 дан график распределения напряженности электрического поля электромагнитной волны по заданному направлению (лучу) в данный момент времени. Найдите длину волны и частоту колебаний.

**13.4.6.** На рисунке 13.4.2 дан график зависимости напряженности электрического поля от времени в данной точке пространства. Найдите период колебаний и длину волны.

**13.4.7.** Сила тока в открытом колебательном контуре зависит от времени по закону  $I = 0,1 \cos 6 \cdot 10^5 \pi t$ . Найдите длину излучаемой волны.

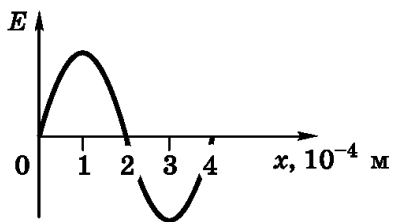


Рис. 13.4.1

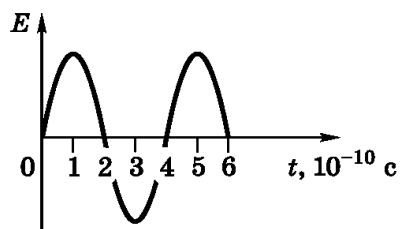


Рис. 13.4.2

**13.4.8.** Сколько колебаний происходит в электромагнитной волне с частотой  $\nu_1 = 10^{10}$  Гц за время, равное периоду звуковых колебаний с частотой  $\nu_2 = 2000$  Гц?

**13.4.9.** Определите частоту, на которую настроен колебательный контур, содержащий катушку индуктивностью  $L = 10$  мГн и конденсатор емкостью  $C = 10$  мкФ. Активным сопротивлением контура пренебречь.

**13.4.10.** Приемный контур состоит из катушки индуктивностью  $L = 2$  мкГн и конденсатора емкостью  $C = 1800$  пФ. На какую длину волны  $\lambda$  рассчитан контур?

**13.4.11.** Катушка приемного контура радиоприемника имеет индуктивность  $L = 1$  мкГн. Какова емкость конденсатора, если идет прием станции, работающей на длине волны  $\lambda = 1000$  м?

**13.4.12.** На какую длину волны настроен колебательный контур, состоящий из катушки индуктивностью  $L = 2$  мГн и плоского конденсатора? Пространство между пластинами конденсатора заполнено веществом с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon = 11$ . Площадь пластин конденсатора  $S = 800$  см<sup>2</sup>, расстояние между ними  $d = 1$  см.

• **13.4.13.** Какой интервал частот может перекрыть один из диапазонов радиоприемника, если индуктивность колебательного контура этого диапазона  $L = 1$  мкГн, а его емкость изменяется от  $C_1 = 50$  пФ до  $C_2 = 100$  пФ?

**13.4.14.** В контур включены катушка самоиндукции с переменной индуктивностью от  $L_1 = 0,5$  мкГн до  $L_2 = 10$  мкГн и конденсатор переменной емкости от  $C_1 = 10$  пФ до  $C_2 = 500$  пФ. Какой диапазон частот и длин волн можно охватить настройкой этого контура?

**13.4.15.** Емкость переменного конденсатора изменяется от  $C_1 = 56$  пФ до  $C_2 = 667$  пФ. Какой комплект катушек самоиндукции нужно иметь, чтобы колебательный контур можно было настраивать на радиостанции в диапазоне от  $\lambda_1 = 40$  м до  $\lambda_2 = 2600$  м?

**13.4.16.** На какую длину волны настроен колебательный контур с индуктивностью  $L = 4 \cdot 10^{-2}$  Гн, если максимальная сила тока в контуре  $I_m = 10$  А, а максимальное напряжение на конденсаторе  $U_m = 50$  В? Активным сопротивлением контура пренебречь.

**13.4.17.** Конденсатор колебательного контура приемника имеет емкость  $C$ . На какую длину волны резонирует контур приемника, если отношение максимального напряжения на конденсаторе к максимальной силе тока в катушке контура при резонансе равно  $m/n$ ?

**13.4.18.** В колебательном контуре происходят свободные незатухающие колебания. Найдите длину волны, на которую настроен контур, если максимальный заряд конденсатора  $q_m = 10^{-6}$  Кл, а максимальная сила тока в катушке  $I_m = 10$  А.

• **13.4.19.** Определите длину волны, на которую настроен колебательный контур, если максимальный заряд конденсатора  $q_m = 2 \cdot 10^{-8}$  Кл, а максимальная сила тока в контуре  $I_m = 1$  А. Какова емкость конденсатора, если индуктивность контура  $L = 2 \cdot 10^{-7}$  Гн?

**13.4.20.** На каком расстоянии от антенны радиолокатора находится объект, если отраженный от него радиосигнал возвратился обратно через время  $t = 100$  мкс?

**13.4.21.** Каким может быть максимальное число импульсов, посылаемых радиолокатором за время  $t = 1$  с, при разведывании цели, находящейся на расстоянии  $l = 30$  км от него?

**13.4.22.** Радиолокатор работает на волне  $\lambda = 15$  см и дает  $N = 4000$  импульсов в течение 1 с. Длительность каждого импульса  $\tau = 2$  мкс. Сколько колебаний содержится в каждом импульсе и какова глубина разведки локатора?

**13.4.23.** Радиолокатор работает в импульсном режиме. Частота повторения импульсов  $\nu = 1500$  Гц. Длительность импульсов  $\tau = 1,2$  мкс. Каковы минимальная и максимальная дальности обнаружения цели?

#### Ответы:

**13.4.1.**  $t = 0,12$  с.

**13.4.2.**  $t = 8 \cdot 10^3$  с = 2,2 ч.

**13.4.3.**  $\lambda = \frac{c}{\nu} = 15$  м;  $T = \frac{1}{\nu} = 5 \cdot 10^{-8}$  с,  
где  $c$  — скорость света.

**13.4.4.**  $1,15 \cdot 10^7$  Гц  $\leq \nu \leq 1,25 \cdot 10^7$  Гц.

**13.4.5.**  $\lambda = 4 \cdot 10^{-4}$  м;  $\nu = \frac{c}{\lambda} = 7,5 \cdot 10^{11}$  Гц.

**13.4.6.**  $T = 4 \cdot 10^{-10}$  с;  $\lambda = cT = 0,12$  м.

**13.4.7.**  $\lambda = \frac{2\pi c}{\omega} = 3,14 \cdot 10^3$  м.

**13.4.8.**  $N = \frac{\nu_1}{\nu_2} = 5 \cdot 10^6$ .

**13.4.9.**  $\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 503,3$  Гц.

**13.4.10.**  $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC} \approx 113$  м.

**13.4.11.**  $C = \frac{\lambda}{4\pi^2 c^2 L} = 11,27$  пФ.

**13.4.12.**  $\lambda = 2\pi c \sqrt{\frac{\epsilon\epsilon_0 SL}{d}} = 2350$  м.

**13.4.14.**  $2,25$  МГц  $\leq \nu \leq 71,2$  МГц.

**13.4.15.**  $2,8$  мГн  $\geq L \geq 8,04$  мкГн.

**13.4.16.**  $\lambda = \frac{2\pi LI_m}{U_m} = 0,05$  м.

**13.4.17.**  $\lambda = \frac{2\pi mcC}{n}$ .

**13.4.18.**  $\lambda = \frac{2\pi cq_m}{I_m} \approx 188,5$  Å.

**13.4.20.**  $s = \frac{ct}{2} = 15$  км.

**13.4.21.** 5000.

**13.4.22.**  $N = \frac{\tau c}{\lambda} = 4000$ ;

$s = \frac{c}{2} \left( \frac{t}{N} - \tau \right) = 37,2$  км.

**13.4.23.**  $l_{\min} = \frac{\tau c}{2} = 180$  м;

$l_{\max} = \frac{c}{2\nu} = 100$  км.