

1. Когда взрослые хотят засушить овощи или фрукты, они их нарезают на тонкие ломтики. Почему?
2. Если кошка сворачивается в клубок, то это признак холода или мороза, а если кошка спит в полный рост – на улице будет тепло. Почему она так поступает?
3. Почему нельзя долго хранить жидкость в открытом сосуде?
4. В какой посуде быстрее остынет жидкость: в тарелке или в чашке?

**Подготовьте** краткие сообщения (5 мин), в которых опишите проведенный эксперимент и попытайтесь объяснить исследованные явления.

На уроке ученики путем жеребьевки распределяют роли докладчика, оппонента и рецензента. Докладчик – это группа, которая готовит свой эксперимент, подготавливает по этому эксперименту небольшое выступление с презентацией. Оппонент – группа, которая вступает в беседу с группой докладчика, задает возникшие вопросы, оспаривает их вывод, если считает, что они не правы. Оценивает группу докладчиков. Рецензент – группа учащихся, которые оценивают предыдущие две выступившие группы. Роль учителя, главным образом, сводится к подведению итогов турнира.

К преимуществам кейс-метода обучения можно отнести:

- использование принципов проблемного обучения – получение навыков решения реальных проблем, возможность работы группы на едином проблемном поле;
  - получение навыков работы в команде;
  - выработка навыков простейших обобщений;
  - получение навыков презентации;
  - получение навыков пресс-конференции, умения формулировать вопрос, аргументировать ответ.

Метод case-study требует подготовленности учащихся, наличия у них навыков самостоятельной работы; неподготовленность, неразвитость их мотивации может приводить к поверхностному обсуждению кейса.

УДК 621.396

*В. Е. Бурмин*

### ОТРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ ОТ МЕТАЛЛО-ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

*В настоящей работе проведено теоретическое рассмотрение процесса отражения плоской электромагнитной волны от металло- диэлектрической структуры. Актуальность задачи обусловлена применением металло- диэлектрических структур при конструировании элементной базы СВЧ – техники, особенно в диапазоне СВЧ – в субмиллиметровом диапазоне длин волн. Кроме того, активное развитие получает создание многослойных металло-диэлектрических структур с заданными свойствами.*

В работе решена задача об отражении от структуры, представляющей совокупность параллельно размещенных слоистой диэлектрической структуры и металлической отражающей поверхности. Показано, что коэффициент отражения указанной структуры может быть представлен в виде

$$\Gamma = \Gamma_n \left( 1 + \frac{\epsilon_n^2 e^{2i\varphi}}{1 - \Gamma_n \Gamma_n e^{2i\varphi}} \right) \quad (1)$$

где

$$Q_n = \frac{Q^{n-1} e^{i n \varphi} (1 - \Gamma^2)}{1 - \Gamma^2 Q^{n-1} e^{i n \varphi}} \quad (2)$$

– эффективный коэффициент передачи диэлектрической структуры, содержащей  $n$  дискретов

$$\Gamma_n = \frac{\Gamma(1 - Q^{2n} e^{i 2n \varphi})}{\Gamma^2 Q^{2n} e^{i 2n \varphi}} \quad (3)$$

– эффективный коэффициент отражения диэлектрической структуры, содержащей  $n$  дискретов, где  $\Gamma_d$  – коэффициент отражения диэлектрического слоя,  $Q$  – коэффициент передачи диэлектрического слоя,  $\varphi = 2\pi \frac{d_0 \sqrt{\epsilon}}{\lambda}$  – фазовая задержка в диэлектрическом слое.  $d_0$  – толщина диэлектрической пластинки.  $d$  – толщина воздушного слоя.

Для модуля коэффициента передачи непоглощающей среды можно получить выражение [1].

$$|\Theta(l)| = \frac{1 - \Gamma^2}{\sqrt{1 - \Gamma^2 \cos \frac{4\pi l}{\lambda_B} + \Gamma^4}} \quad (4)$$

Максимальное значение коэффициент передачи достигается при  $l \cong (2k + 1) \frac{\lambda_B}{2}$  ( $\lambda_B$  – длина волны излучения в волноводе), и равно единице, минимальному значению отвечает  $l \cong (k + \frac{3}{4})\lambda$  и  $|\Theta_{\min}| = \frac{1 - \Gamma^2}{1 + \Gamma^2}$ , где  $\Gamma$  – коэффициент отражения от бесконечной среды.

Реальные оптические среды обладают ослаблением, поэтому на основании полученного соотношения для комплексного коэффициента передачи проведен расчет  $|\Theta(l)|$ :

$$|\Theta(l)| = \frac{\Theta^l (1 - \Gamma^2)}{-\sqrt{\Gamma^4 \Theta^{4l} - 2\Gamma^2 \Theta^{2l} \cos \frac{4\pi}{\lambda} ml + 1}} \quad (5)$$

где  $\Gamma$  – коэффициент отражения отдельного слоя;

$\Theta = e^{-\alpha \Delta l}$  – модуль коэффициент передачи отдельного слоя;

$\alpha$  – показатель ослабления вещества.

На основании рекуррентных формул для отмеченного параметра

$$\Gamma_{\pm \Phi} = \Gamma + \frac{\Gamma}{1} \quad (6)$$

нами получена соответствующая зависимость в виде:

$$\Gamma_n(l) = \Gamma_m = \frac{\Gamma}{1} \quad (7)$$

где  $\Gamma$  – комплексный коэффициент отражения;

$\Theta$  – комплексны коэффициент передачи.

$$\Theta = \Theta(l) = \Theta_m e^{i \varphi(l)} \quad (8)$$

$l = m \Delta l$ ,  $\Delta l$  – толщина слоя;

$$\phi(l) = m\Delta\phi, \Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}nl;$$

$n$  – показатель преломления среды.

$$\Gamma(l) = \Gamma \sqrt{\frac{2(1 - \cos \frac{4\pi l}{\lambda})}{(1 - 2\Gamma^2 \cos \frac{4\pi l}{\lambda} + \Gamma^4)}} \quad (9)$$

Для реальных оптических сред, обладающих ослаблением на основании полученного соотношения для комплексного коэффициента отражения был проведен расчет для  $|\Gamma(l)|$ :

$$|\Gamma(l)| = \Gamma \sqrt{\frac{\theta^{4l} - 2\theta^{2l} \cos \frac{4\pi}{\lambda} ml + 1}{\Gamma^4 \theta^{4l} - 2\Gamma^2 \theta^{2l} \cos \frac{4\pi}{\lambda} ml + 1}} \quad (10)$$

Представленная зависимость полностью согласуется с аналогичной зависимостью для однородного слоя, в частности отражение отсутствует при суммарной толщине слоя равной половине длины волны, длине волны, трем вторым и так далее. Особенностью представленного результата является то, что коэффициент отражения практически равен нулю для структуры из одного элемента. Из оптики хорошо известно, что полуволновой слой можно рассматривать как слой нулевой толщины при рассмотрении процессов электромагнитных волн. Однако в то время, как реальная реализация слоя нулевой толщины в оптике невозможны, в СВЧ-диапазоне таковым слоем может являться элемент толщиной значительно меньшей длины волны излучения.

В поглощающей среде характерный вид осцилляции коэффициента отражения сохраняется, однако при наличии ослабления полного подавления отраженной волны в полуволновой пластинке не наблюдается. Более того при достаточно большом ослаблении в отдельном элементе (порядка 5%) осциллирующий характер коэффициента отражения практически исчезает, хотя наличие максимума коэффициента отражения сохраняется, величина максимума уменьшается, а его положение смещается в сторону более тонкого слоя.

Моделирование сред с заданными параметрами может считаться корректным только в том случае, когда расчетные результаты при распространении их на непрерывные среды совпадают с уже известными фактами. С этой точки зрения показательным является рассмотрение распространение волны в волноводе конечного размера, заполненным диэлектриком.

Рассмотрим амплитуду волны в произвольном элементе с текущим номером и при общем числе дискретов  $m$ , как суперпозицию волн, прошедших через  $n$  элементов с учетом переотражений, как это было проделано выше [2].

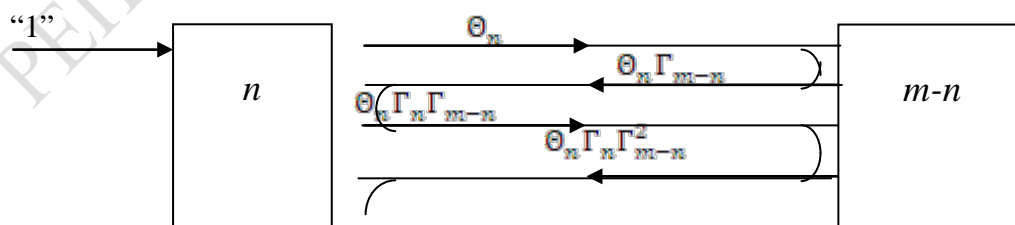


Рисунок 1 – Схема прохождения электромагнитной волны

Тогда, с учетом того, что

$$\dot{\Gamma}_n = \frac{\Gamma(1-\dot{\Theta}^{2n})}{\Gamma^2\dot{\Theta}^{2n}-1} \quad \text{и} \quad (10)$$

$$\dot{\Gamma}_{m-n} = \frac{\Gamma(1-\dot{\Theta}^{2(m-n)})}{\Gamma^2\dot{\Theta}^{2(m-n)}-1} \quad (11)$$

после несложных преобразований можно получить

$$\dot{U}_n = \dot{U}_0(1-\Gamma)\dot{\Theta}^n(1+\Gamma\dot{\Theta}^{2(m-n)}), \quad (13)$$

а для амплитуды можно записать

$$U_n = U_0(1-\Gamma)\Theta^n \sqrt{1 + 2\Gamma\Theta^{2(m-n)} \cos 2\Delta\varphi(m-n) + \Gamma^2\Theta^4}, \quad (14)$$

где  $\Delta\varphi$  – фаза коэффициента передачи отдельного дискрета.

Поскольку  $\Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta l}{\lambda_z}$ , где  $\Delta l$  – толщина отдельного дискрета,  $\lambda_z$  – длина волны излучения в волноводе, а  $n\Delta l = x$  – текущая координата точки, то выражение может быть преобразовано к виду

$$U = U_0 e^{-\alpha x} (1-\Gamma)(1 + 2\Gamma\Theta(l-x) \cos 2\beta(l-x) + \Gamma^2\Theta^4(l-x)^2)^{1/2}, \quad (15)$$

где  $l$  – длина волновода, заполненного диэлектриком;

$x$  – расстояние от входной границы первого элемента до точки наблюдения.

Данное решение полностью совпадает с решением телеграфных уравнений для длинной однородной линии с распределенными параметрами и описывает смешанную волну. При наличии поглощения коэффициент передачи отдельного дискрета может быть представлен, как

$$\dot{\Theta} = e^{-\alpha\Delta l + i\beta\Delta l} \quad (16)$$

и тогда

$$U = U_0(1-\Gamma)e^{-\alpha x} (1 + 2\Gamma e^{-\alpha(l-x)} \cos 2\beta(l-x) + \Gamma^2 e^{-2\alpha(l-x)})^{1/2}, \quad (17)$$

а для значения максимумов и минимумов поля можно записать

$$U_{\max} = U_0(1-\Gamma)(e^{-\alpha x_i} + \Gamma e^{-2\alpha l} e^{\alpha x_i}), \quad (18)$$

$$U_{\min} = U_0(1-\Gamma)(e^{-\alpha x_j} - \Gamma e^{-2\alpha l} e^{\alpha x_j}), \quad (19)$$

где  $x_i$  – координата  $i$ -го максимума;

$x_j$  – координата  $j$ -го минимума.

Различие между максимальным и минимальным значениями амплитуды

$$\Delta U \cong 2U_0(1-\Gamma)\Gamma e^{-\alpha l} e^{-\alpha(l-x)} \quad (20)$$

монотонно убывает как при увеличении показателя затухания  $\alpha$ , так и при увеличении длины заполненного диэлектриком участка.

## Литература

1 Бурмин В. Е., Богатенко А. Н., Кондратенко В. И. Электромагнитные волны в слоисто-неоднородных периодических структурах // Актуальные вопросы физики и техники. Часть 1. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2013. – 90 с.

УДК 53(077)

*Е. Н. Васильева*

### **ДИДАКТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ СОВРЕМЕННОГО ШКОЛЬНОГО УЧЕБНИКА ФИЗИКИ**

*В данной статье рассмотрены вопросы, связанные с построением учебника по физике в средней школе, с его дидактическими принципами. А именно, каким должен быть учебник физики, чтобы у подрастающего поколения развивались не только умственные способности, но и творческие. Учебник должен помочь учащемуся раскрыть его задатки, способность рационально размышлять, а также развить познавательный интерес.*

Разработка и внедрение новых информационных технологий обучения, техническое переоснащение учебных заведений, включение в учебный процесс новых средств обучения, обогащение методов преподавания и форм учебной работы студентов выдвигают на первый план проблему координации и системного согласования той информации, с которой студент сталкивается в вузе. Поэтому задача создания качественной учебной литературы приобретает особую значимость. Для её решения требуются совместные усилия преподавателей, филологов, психологов, книговедов, издателей, полиграфистов.

Учебная литература всё в большей мере выступает в роли активного дидактического средства, работа с которым должна позволить студенту осуществлять контроль и самопроверку, стимулировать его самостоятельную, познавательную деятельность, способствовать формированию творческого начала специалиста. Раскрывая научное содержание дисциплины, её теоритические основы и методологический аппарат, учебная книга призвана стимулировать интерес студентов к работе с научной литературой, способствовать их творческому становлению.

Учебная литература имеет своё чётко определённое читательское и целевое назначение. В общем виде целевое назначение учебной литературы отражает ту социальную функцию, которую выполняет данный тип изданий. Так, в системе средств обучения основной функцией учебных изданий является обеспечение самостоятельной работы студентов по овладению знаниями и их закреплению.

Формальное соответствие рукописи программе курса ещё не должно означать, что она может быть рекомендована в качестве учебника. Чаще всего этому должны предшествовать апробация издания в учебном процессе, всестороннее обсуждение книги, её последующая доработка.

Увеличение доли учебников в общем объёме издаваемой учебной литературы для высшей школы – важнейший резерв более полного обеспечения студентов высших учебных заведений необходимой литературой и повышения эффективности работы издательств.

Анализ содержания используемых в учебном процессе книг нередко показывает, что при их подготовке были использованы разные научно-методические принципы, что снижает эффективность самостоятельной работы студентов с учебниками. Можно выделить следующие недостатки существующих учебников:

- отсутствие необходимых междисциплинарных связей в изложении учебного материала;
- слабая преемственность материала в книгах по различным учебным дисциплинам;
- слабо разработанный справочный аппарат учебной книги;