

## Генерация звука двумерным газом не прямых дипольных экситонов

М. В. Боев<sup>+</sup>, В. М. Ковалев<sup>+\*1)</sup>, А. В. Чаплик<sup>+×</sup><sup>+</sup>Институт физики полупроводников им. Ржанова СО РАН, 630090 Новосибирск, Россия<sup>\*</sup>Новосибирский государственный технический университет, 630073 Новосибирск, Россия<sup>×</sup>Новосибирский государственный университет, 630090 Новосибирск, Россия

Поступила в редакцию 26 октября 2015 г.

Рассмотрена задача о генерации звуковых волн газом двумерных не прямых дипольных экситонов при облучении электромагнитной волной. Генерация звуковой волны экситонным газом изучается в рамках метода деформационного потенциала. Показано, что звуковая волна, распространяющаяся в глубь изотропной подложки, в общем случае является суперпозицией продольной и поперечной волн. При больших частотах электромагнитного возмущения генерируемая звуковая волна почти полностью вырождается в поперечную. Вычислены амплитуды обеих волн. Определены их частотные зависимости при температурах как выше, так и ниже температуры конденсации экситонного газа.

DOI: 10.7868/S0370274X15240054

Изучение конденсации дипольных экситонов является одним из активных направлений исследований в наноструктурах с широкой одиночной либо двойной квантовыми ямами. При не слишком больших концентрациях частиц экситонный газ представляет собой слабо взаимодействующую систему, достаточно хорошо описываемую в рамках модели слабо неидеального бозе-газа. В рамках такого подхода был изучен ряд интересных эффектов в экситонном конденсате [1–6].

Генерация звуковых волн в твердых телах, обусловленная возбуждением электронных степеней свободы кристалла, неоднократно рассматривалась в литературе. В частности, в работах [7–9] изучался вопрос о генерации гиперзвука плазменными колебаниями двумерного и одномерного электронного газа под действием электромагнитного возмущения.

В настоящем сообщении мы рассмотрим вопрос о генерации звуковых волн экситонным газом под действием внешнего электромагнитного возмущения, промодулированного металлической дифракционной решеткой (grating structure), расположенной над 2D экситонным газом. Основным вопросом здесь является поведение амплитуды колебаний вектора смещения решетки при фазовом переходе экситонного газа в режим бозе-эйнштейновского конденсата. Помимо общефизического интереса, такая задача может иметь и практическое значение как метод экспериментального детектирования указанного перехода.

Исследуемая система схематически изображена на рис. 1. Монохроматическая электромагнитная вол-

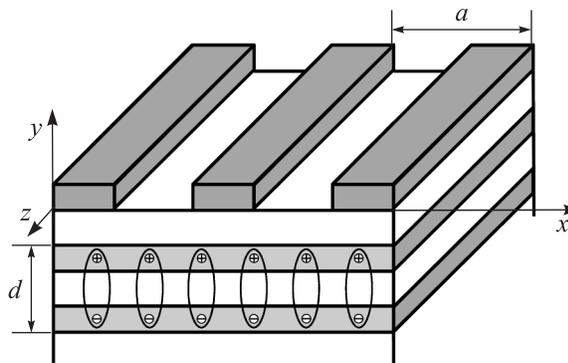


Рис. 1. Экситонный газ в двойной квантовой яме

на, падающая на структуру ортогонально, имеет вид  $E_x(x, t) = E_x^0 e^{-iky - i\omega t}$ . После прохождения металлической дифракционной решетки в прошедшей волне, кроме  $E_x$ -компоненты, появляется и компонента  $E_y(x, t)$ , направленная ортогонально поверхности 2D экситонного газа, которая возмущает последний. Прошедшее дифракционную решетку электромагнитное поле можно разложить на гармоники. Мы рассмотрим взаимодействие экситонов с одной гармоникой. Энергия взаимодействия дипольного момента экситона, расположенного в плоскости  $y = 0$ , с электромагнитным полем запишется в виде

$$W(x, t) = pE_y^0 e^{ik_a x - i\omega t}, \quad (1)$$

<sup>1)</sup>e-mail: vadimkovalev@isp.nsc.ru