**Магнитооптика сильнокоррелированных двумерных электронных систем**

**в структурах ZnO/MgZnO**

А.Б. Ваньков, И.В. Кукушкин, В.В. Соловьев,

ИФТТ РАН, 142432 Московская обл.,г. Черноголовка, ул.Академика Осипьяна, д.2

В последние годы возник значительный интерес к исследованию фундаментальных свойств сильно коррелированных двумерных электронных систем (ДЭС) в высококачественных гетероструктурах ZnO/MgZnO. Наиболее привлекательное свойство этих систем состоит в многократном увеличении масштаба кулоновских корреляций относительно ДЭС в GaAs структурах при сохранении рекордных подвижностей. Благодаря этому обстоятельству, например, многообразие состояний дробного КЭХ наблюдается при сравнительно высоких температурах ~1K. Проявление сильных кулоновских корреляций в ZnO сказывается и в других необычных магнитотранспортных эффектах. В настоящей работе обсуждаются результаты первых магнитооптических экспериментов, в которых обнаружилось нетривиальное поведение ключевых характеристик ДЭС – эффективной массы, энергетического спектра, энергии коллективных возбуждений – в зависимости от плотности двумерных электронов и при больших значениях параметра взаимодействия. Методом оптически детектируемого резонансного микроволнового поглощения на ряде высококачественных гетероструктур ZnO/MgZnO были исследованы энергии объемных и краевых плазменных возбуждений. Из их магнитодисперсии был определен параметр циклотронной массы с рекордной для этих структур точностью 1-3%. При изменении концентрации двумерных электронов в диапазоне 1011-1012 см-2 было выявлено сильное возрастание массы (от 0.28*m0* до 0.35*m0*). Аномальный рост массы приписан влиянию кулоновского взаимодействия в сочетании с непараболичностью зоны[1]. Важно, что масштаб кулоновских корреляций ДЭС в данном диапазоне концентраций довольно велик и параметр взаимодействия *rs* находится в диапазоне от 4 до 14. Влияние кулоновских корреляций на эффективную массу двумерных электронов проявляется также в динамике спектров фотолюминесценции двумерных электронов. Так из спектральной ширины полосы фотолюминесценции, т.е. энергии Ферми, может быть оценен параметр эффективной массы двумерной Ферми-жидкости. Величина этой эффективной массы оказывается еще более усиленной относительно циклотронной массы вблизи поверхности Ферми и сильно зависит от электронной плотности. При средних концентрациях (3 - 6x1011 см-2) и *rs*~6 ее значение достигает 0.45*m0*.

В этом же диапазоне концентраций и высоких значений параметра rs сама спектральная полоса фотолюминесценции имеет нетривиальную форму – наблюдается сингулярность линии рекомбинации на уровне Ферми, по-видимому, обусловленная реализацией экситонов Махана. Степень выраженности сингулярности увеличивается при малых плотностях, а при концентрациях выше 2x1012 см-2 спектральная форма линии фотолюминесценции возвращается к монотонному экспоненциальному ослаблению от дна подзоны до уровня Ферми, как например в случае двумерных систем в структурах GaAs/AlGaAs.

Необычной является магнитополевая динамика спектров фотолюминесценции с уровней Ландау – она имеет пилообразный вид с участками отрицательного наклона и резкими скачками энергетического положения (с масштабом в 1мэВ) в окрестности целочисленных факторов заполнения. Наблюдение *1/B*-периодических осцилляций сигнала фотолюминесценции позволяет точное определение концентрации двумерных электронов, а также измерение межподзонного расщепления [2].

Наконец, методом резонансного неупругого рассеяния света были изучены коллективные возбуждения в ДЭС. Обнаружены межподзонные коллективные возбуждения, в энергии которых помимо поляризационного вклада проявляется корреляционный вклад с экстремумами в режиме КЭХ с факторами заполнения =1 и =2. В частности, ветви межподзонных возбуждений испытывают скачок по энергии с масштабом 1-2мэВ точно на факторе заполнения =2.

Многие из перечисленных экспериментальных фактов не имеют прямой аналогии с поведением ДЭС в традиционных структурах на основе GaAs по причине существенно большего масштаба кулоновских корреляций. Их объяснение потребует развития альтернативных теоретических подходов, не сводящихся к теории возмущений по параметру rs, а напротив базирующихся на ферми-жидкостной модели.

[1] Microwave magnetoplasma resonances of 2D-electrons in MgZnO/ZnO heterojunctions ,V. E. Kozlov, A. B. Van'kov, S. I. Gubarev, I. V. Kukushkin et.al, PhysRevB, 91, 085304 (2015).

[2] Optical probing of MgZnO/ZnO heterointerface confinement potential energy levels, V. V. Solovyev, A. B. Van’kov, I. V. Kukushkin et.al, Applied Physics Letters 106, 082102 (2015).