





мого обмена энергией между системой атомных ядер и системой электронов в любых материалах, содержащих более одного атома.

Нагревание содержащих ЭКЦ образцов сопровождается увеличением скорости тепловой генерации носителей зарядов и вызывает соответствующее увеличение скорости электронно-колебательных переходов. Иначе говоря, осуществляется положительная обратная связь, способствующая возникновению термоэлектрической неустойчивости, изменению соответствующих электрофизических свойств материала, усилению внутренних электрических флуктуаций и шумов.

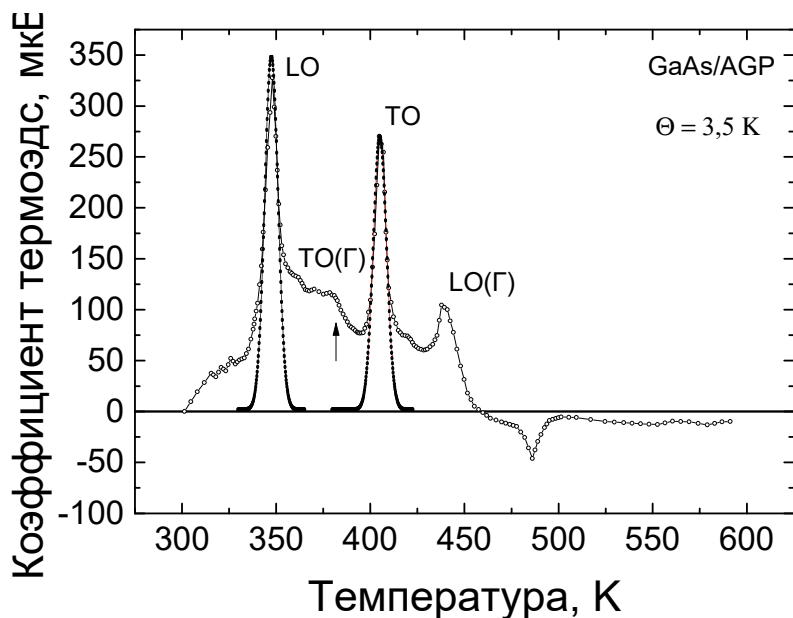


Рис. 3. Характерная температурная зависимость коэффициента термоэдс образца GaAs/AGP, содержащая узкие полосы УЭФ. Пунктирные линии на рисунке представляют зависимости  $J(T)$ .

На рис. 2 приведена типичная для содержащих ЭКЦ образцов зависимость температуры материала (от времени) при монотонном нагревании без теплового контакта образца с термостатом, т.е. без стабилизации температуры материала. Из рис. 2 видно, что при нагревании проявляется немонотонное изменение температуры образца. При этом подводящая к образцу электроэнергия при измерении его сопротивления исчезающе мала по сравнению с наблюдаемыми изменениями тепловой энергии образца и не

влияет на его термоэлектрическую неустойчивость.

Наблюдаемое явление термоэлектрической неустойчивости происходит в виде периодических изменений температуры и соответствующих изменений удельного сопротивления материала, а также в виде неустойчивости теплоемкости и оптических свойств образцов в результате внутрикристаллических электронно-колебательных, неадиабатических процессов.

Температурные зависимости дифференциальной термоэдс содержащих ЭКЦ полупроводников имеют полосы увлечения электронов фононами (УЭФ) [5] контуры которых в окрестности максимума описываются функцией Гаусса  $J(T) = const \cdot \exp\left\{-\frac{(T - T_m)^2}{2\theta^2}\right\}$ , где  $T_m$  - температура материала в максимуме полосы УЭФ, совпадающая с температурой Дебая тех фононов, которые связаны с ЭКЦ и вызывают данную полосу УЭФ.

Температура  $\theta$  равна полуширине полосы температурной зависимости УЭФ на её полувысоте. Величины  $\theta$  определяются свойствами ЭКЦ и не зависят от температуры материала. Значения  $\theta$  одинаковы у всех полос УЭФ, вызванных различными типами фононов в конкретном материале, а в разных материалах принимают значения в примерном диапазоне от 2К до 8К.

Приведенное на рис. 3 типичное семейство полос УЭФ в GaAs, обусловлено акустическими и оптическими фононами, измерено при стабилизации температуры образца с помощью термостата. Контур каждой из полос УЭФ описывается функцией  $J(T)$  при  $\theta=3,5$ К.

На рис. 4 приведено семейство полос УЭФ в содержащем ЭКЦ GaAs, обусловленное связью ЭКЦ с LA, TA, LO и TO фононами, измеренное в условиях малых автоосцилляций температуры материала, когда возникают периодические автоколебания

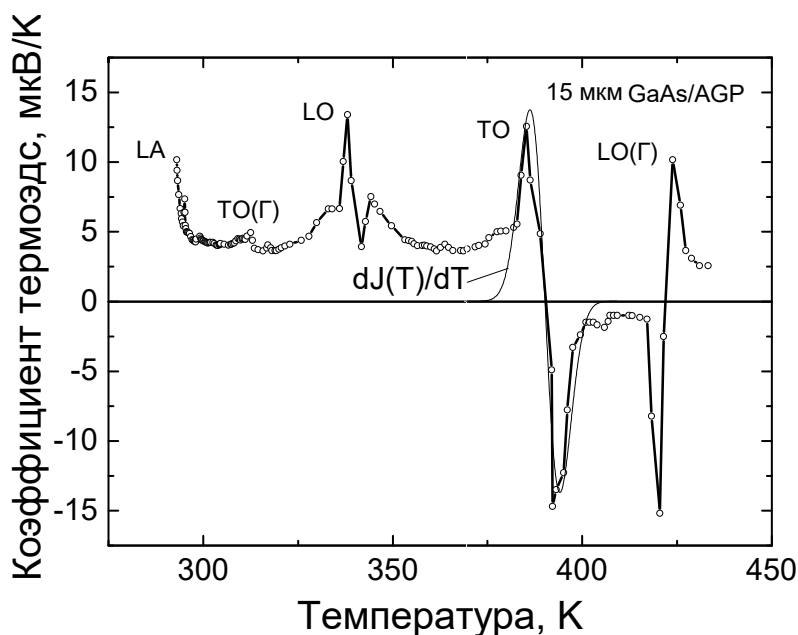


Рис. 4. Характерная температурная зависимость коэффициента термоэдс образца GaAs/AGP, содержащая узкие полосы УЭФ, измеренная при малых автоколебаниях температуры образца.

ние функций электронных приборов, которые, благодаря температурной независимости  $\theta$ , могут иметь в десятки раз пониженные собственные, внутренние шумы по сравнению с известными аналогами адиабатической электроники.

температуры малой амплитуды. Из сравнения рис. 3 и 4 видно, что малые осцилляции температуры материала обеспечивают дифференцирование электронно-колебательного тока  $J(T)$  подобно применяемому в модуляционной спектроскопии дифференцированию спектров посредством малых периодических изменений спектральной длины волны.

Неадиабатические процессы в материалах, обусловленные взаимодействием движений атомных ядер с движениями электронов и фононов, вызывают принципиально важные особенности их термоэлектрических свойств, способные обеспечить расширение

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давыдов А.С. Квантовая механика. – М.: Наука, 1973. 703 с.
2. Doltsinis N.L., Marx D. AB Inito Molecular Dynamics: Theory and Implementation. // Journ. of Theoretical and Computational Chemistry. – 2002. v.1, № 2. p. 319-349.
3. Huang K. and Rhys A. Theory of light absorption and nonradiative transitions in F-centers. // Proc. Roy. Soc. – 1950, v. A204, p. 406-423.
4. Пекар С.И. О влиянии деформации решеток электронами на оптические и электрические свойства кристаллов. // Успехи Физических Наук. – 1953, т. L, вып. 2, с. 197-423.
5. Вдовенков В.А. Способ осуществления увлечения электронов фононами. // Описание патента Ru2349990. – 2009, бюлл. № 8, 30 с.
6. Вдовенков В.А. Способ осуществления гиперпроводимости и сверхтеплопроводности. // Описание патента Ru2497236. – 2013, бюлл. № 30, 109 с.