

Международная научно-практическая конференция
«Материаловедение, формообразующие
технологии и оборудование 2020»
(ICMSSTE 2020)

Фаза Берри в монокристаллах разбавленного магнитного полупроводника $(\text{Cd}_{0.7}\text{Zn}_{0.28}\text{Mn}_{0.02})_3\text{As}_2$

В.С. Захвалинский, Т.Б. Никуличева, Е.А. Пилюк*



*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
308015, Белгород, ул.Победы, 85*

**e-mail: pilyuk@yandex.ru*

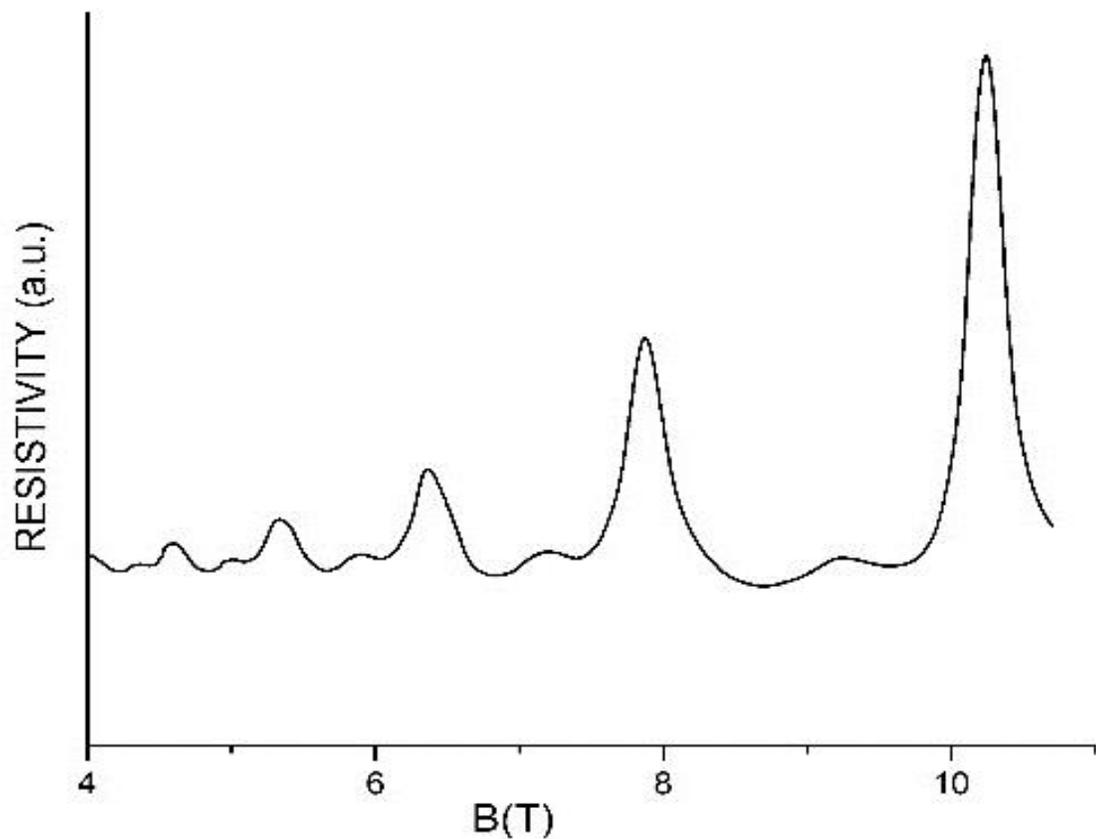
Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук, проект № МК-238.2020.2

Цель - изучение топологических свойств разбавленного магнитного полупроводника $(\text{Cd}_{0.7}\text{Zn}_{0.28}\text{Mn}_{0.02})_3\text{As}_2$.

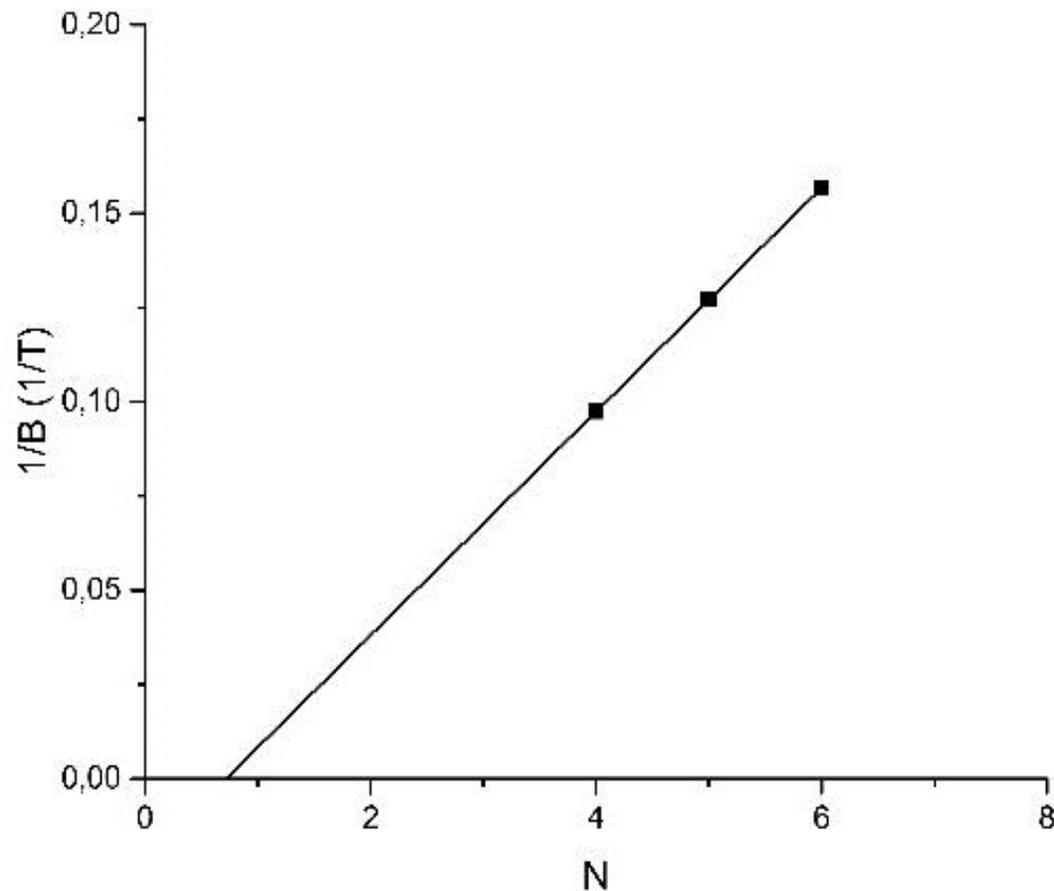
Необычные свойства арсенида кадмия, такие как аномально высокая подвижность носителей заряда, давно обратили на себя внимание исследователей. После появления теоретических исследований, предсказавших возможность наличия у арсенида кадмия топологических свойств, а затем наблюдение этих свойств в экспериментах с применением фотоэмиссионной спектроскопии с угловым разрешением (ARPES), произошёл резкий рост интереса к Cd_3As_2 и его твердым растворам.

В монокристаллах твердых растворов $(\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x)_3\text{As}_2$ на основе исследования осцилляций Шубникова-де Гааза (ШдГ) и температурных зависимостей поперечного магнетосопротивления экспериментально наблюдался фазовый переход от дираковского полуметалла (ДП) к полупроводнику с увеличением концентрации Zn выше $x = 0.38$.

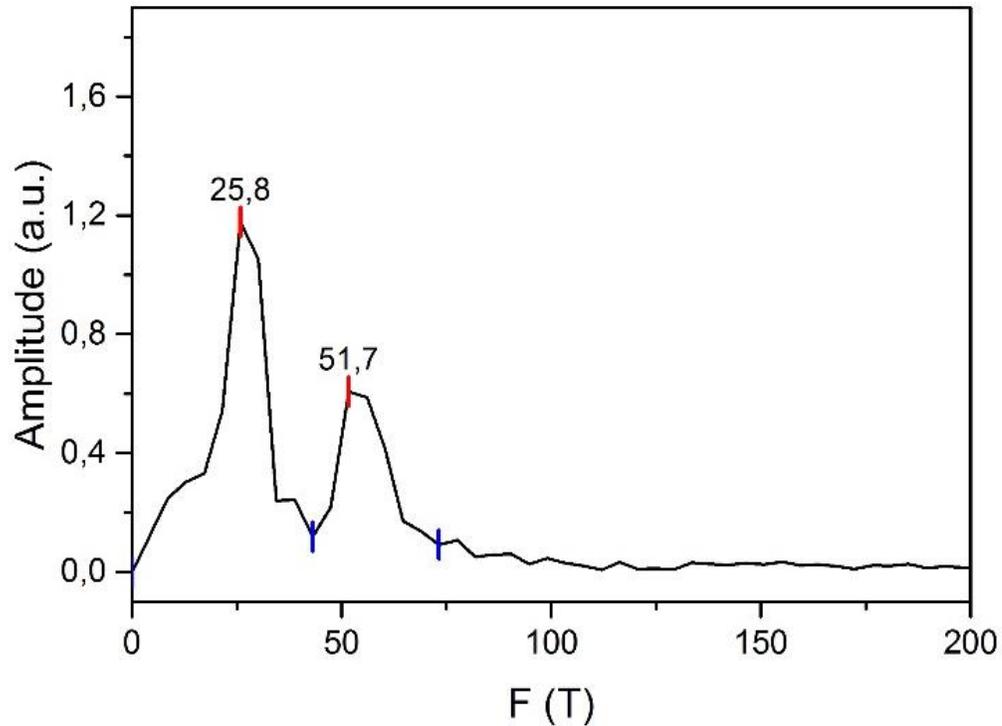
Ранее нами были проведены исследования поперечного магнетосопротивления на неориентированных монокристаллах четверного твёрдого раствора полумагнитного полупроводника $(\text{Cd}_{1-x-y}\text{Zn}_x\text{Mn}_y)_3\text{As}_2$ ($x+y=0.4$; $y = 0.04$ и 0.08). На основе анализа ШдГ осцилляций было показано влияние Mn на топологические свойства твёрдого раствора CZMA. В образце CZMA с меньшей концентрацией Mn ($y = 0.04$) наблюдалась сильная зависимость эффективной циклотронной массы от внешнего магнитного поля. Кроме того, в образце CZMA ($y = 0.08$) наблюдение фазового сдвига близкого к $\beta = 0.5$ указывало на наличие фазы Берри и 3D Дираковских фермионов в монокристалле.



Осцилляции поперечного магнетосопротивления, полученные при $T = 4.2$ К для монокристаллов $(\text{Cd}_{0.7}\text{Zn}_{0.28}\text{Mn}_{0.02})_3\text{As}_2$

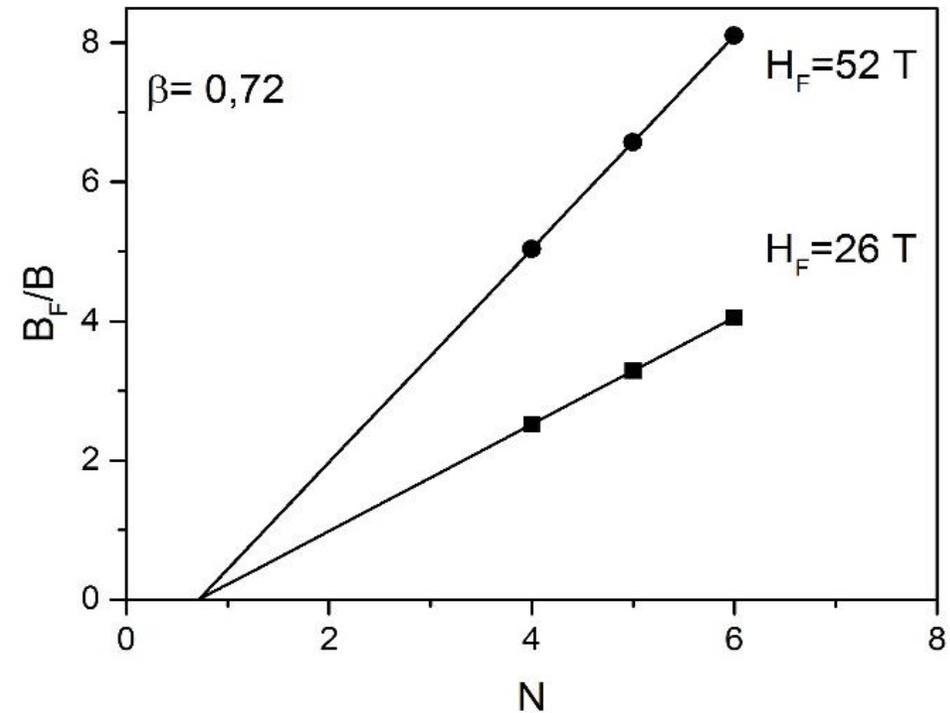


Линейная зависимость обратного магнитного поля $1/B_{\max}$ от индексов уровней Ландау N в $(\text{Cd}_{0.7}\text{Zn}_{0.28}\text{Mn}_{0.02})_3\text{As}_2$



Результаты БПФ-анализа осцилляции ШдГ для
 $(\text{Cd}_{0.7}\text{Zn}_{0.28}\text{Mn}_{0.02})_3\text{As}_2$

$$\rho \propto \cos \left[2\pi \left(\frac{B_F}{B} + \frac{1}{2} + \beta \right) \right]$$



Линейная зависимость B_F/B от N в
кристаллах $(\text{Cd}_{0.7}\text{Zn}_{0.28}\text{Mn}_{0.02})_3\text{As}_2$

Параметры, найденные из осцилляций ШдГ
монокристаллов $(\text{Cd}_{0.7}\text{Zn}_{0.28}\text{Mn}_{0.02})_3\text{As}_2$

$n_H \times 10^{18}$ (cm^{-3})	$\mu_H \times 10^4$ ($\text{cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$)	$m_c(0)/m_0$	$\alpha/m_0 \times 10^3$ (1/T)	T_D (K)	$T_{D\mu}$ (K)
1.0	3.5	0.032	-	24	3.6

Заключение

- Проведено исследование топологических свойств монокристаллов твердых растворов разбавленных магнитных полупроводников $(\text{Cd}_{0.7}\text{Zn}_{0.28}\text{Mn}_{0.02})_3\text{As}_2$, полученных методом Бриджмена.
- В результате анализа осцилляций продольного удельного сопротивления Шубникова-де Гааза в магнитном поле, установлено наличие нетривиальной фазы Берри.
- Зависимость H_F/H_N от N в $(\text{Cd}_{0.7}\text{Zn}_{0.28}\text{Mn}_{0.02})_3\text{As}_2$ демонстрирует сдвиг фазы $\beta \approx 0.72$. Хорошая интерпретация результатов исследования топологических свойств твердых растворов CZMA на основе наблюдения осцилляций поперечного сопротивления осложняется одновременным вкладом в транспортные свойства 2D и 3D составляющих. Наличие ненулевого фазового сдвига $\beta \neq 0$ указывает на наличие фазы Берри и подтверждает наличие топологических свойств в монокристалле $(\text{Cd}_{0.7}\text{Zn}_{0.28}\text{Mn}_{0.02})_3\text{As}_2$.