

# ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЕ И ГАЛЬВАНОМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК $\text{Bi}_2\text{Se}_3$

Доможирова А.Н.<sup>1\*</sup>, Чистяков В.В.<sup>2</sup>, Huang J.C.A.<sup>3</sup>, Марченков В.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН,  
г. Екатеринбург, Россия

<sup>3)</sup> Национальный университет Чэн Кунг, Тайнань, Тайвань

\*E-mail: [a.n.domozhirova@mail.ru](mailto:a.n.domozhirova@mail.ru)

## ELECTRICAL RESISTIVITY AND GALVANOMAGNETIC PROPERTIES OF $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ THIN FILMS

Domozhirova A.N.<sup>1\*</sup>, Chistyakov V.V.<sup>2</sup>, Huang J.C.A.<sup>3</sup>, Marchenkov V.V.<sup>1,2</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> M.N. Mikheev Institute of Metal Physics, UB RAS, Yekaterinburg, Russia

<sup>3)</sup> National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan

Annotation. The electrical resistivity and galvanomagnetic properties for the thin films of topological insulator  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  with thicknesses from 10 to 75 nm were measured in the temperature range from 4.2 to 300 K and in magnetic fields up to 10 T.

Недавно были теоретически и экспериментально открыты новые квантовые материалы – топологические изоляторы (ТИ), которые обладают топологически нетривиальной зонной структурой, возникающей вследствие сильного спин-орбитального взаимодействия. Для этих соединений характерно наличие энергетической щели в объеме материала и защищенных бесщелевых поверхностных состояний. Спин-поляризованный ток протекает вдоль поверхности таких материалов практически без потерь, что делает перспективным применение ТИ в устройствах спинтроники и сверхбыстрой электроники [1, 2].

Цель данной работы – синтез и исследование электрических и гальваномагнитных свойств тонких пленок ТИ  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  различной толщины.

Тонкие пленки ТИ  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  толщиной от 10 до 75 нм были выращены методом молекулярно-лучевой эпитаксии на подложках из  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Электрические и гальваномагнитные свойства измерены общепринятым 4-контактным способом на постоянном токе в интервале температур от 4.2 до 300 К и в магнитных полях до 10 Тл.

Измеренные температурные зависимости электросопротивления тонких пленок  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  имеют металлический тип, т.е. электросопротивление увеличивается с ростом температуры. Исследование эффекта Холла показало, что коэффициент Холла отрицательный, т.е. преобладает электронный тип проводимости. Также оценены концентрация  $n$  носителей тока и их подвижность  $\mu$ . Для

пленки  $Bi_2Se_3$  толщиной 75 нм при температуре 4.2 К концентрация  $n$  носителей тока составляет  $\sim 5.35 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ , подвижность  $\mu \approx 8.7 \cdot 10^2 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$ .

*Работа выполнена в рамках государственного задания ФАНО России (тема «Спин», № 01201463330) при частичной поддержке РФФИ (проект № 17-52-52008), Правительства Российской Федерации (постановление № 211, контракт № 02.А03.21.0006) и гранта № 14.З50.31.0025 Министерства образования и науки РФ.*

1. Hasan M.Z., Kane C.L., Rev. Mod. Phys., 82, 3045 (2010).
2. Zhang H., Liu C.X., Qi X.L., Dai X., Fang Z., Zhang S.C., Nat. Phys., 5, 438 (2009).

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

### МОНОКРИСТАЛЛА $PtSn_4$

Доможирова А.Н.<sup>1\*</sup>, Махнев А.А.<sup>2</sup>, Чистяков В.В.<sup>2</sup>, Патраков Е.И.<sup>2</sup>,  
Huang J.C.A.<sup>3</sup>, Марченков В.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

<sup>3)</sup> Национальный университет Чэн Кунг, Тайнань, Тайвань

\*E-mail: [a.n.domozhirova@mail.ru](mailto:a.n.domozhirova@mail.ru)

## ELECTRICAL AND OPTICAL PROPERTIES OF $PtSn_4$ SINGLE CRYSTAL

Domozhirova A.N.<sup>1\*</sup>, Makhnev A.A.<sup>2</sup>, Chistyakov V.V.<sup>2</sup>, Patrakov E.I.<sup>2</sup>,  
Huang J.C.A.<sup>3</sup>, Marchenkov V.V.<sup>1,2</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> M.N. Mikheev Institute of Metal Physics, UB RAS, Yekaterinburg, Russia

<sup>3)</sup> National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan

Annotation. The electrical, galvanomagnetic, and optical properties of topological Weyl semimetal (TWSM)  $PtSn_4$  single crystal were measured in the temperature range from 4.2 to 300 K and in magnetic fields of up to 10 T. Anomalies of the electron transport and the optical properties can be explained by light current carriers of high mobility and apparently are a manifestation of the TWSM nature.

Недавно были экспериментально открыты новые квантовые материалы – топологические вейлевские полуметаллы (ТВПМ). Для этих материалов характерен необычный перенос заряда на поверхности и в объеме. Квазичастицами в ТВПМ являются «безмассовые» вейлевские фермионы, киральные частицы с «нулевой» эффективной массой, которые защищены топологически. В объеме ТВПМ законы дисперсии этих частиц линейны во всех трех направлениях им-