

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А. И. ГЕРЦЕНА»



Выпускная квалификационная работа

Гальваномагнитные свойства тонких пленок висмута, легированных оловом, в интервале температуры 77 – 300 К

Обучающегося 2 курса магистратуры
Очной формы обучения
Алимурадовой Зульфии Адильевны

Научный руководитель:
кандидат физ.-мат. наук, доцент
Комаров Владимир Алексеевич

Рецензент:
доктор физ.-мат. наук, профессор,
Пронин Владимир Петрович

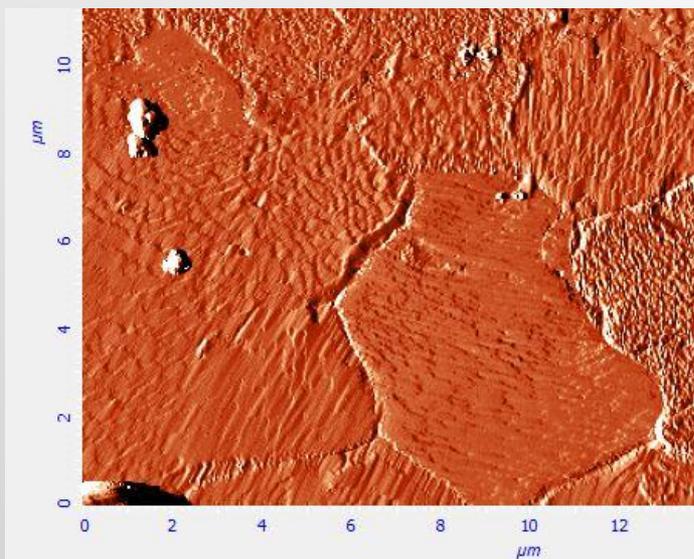
Санкт-Петербург 2019

- **Актуальность работы** заключается в изучении пленок висмута, легированных оловом, в то время как большое количество работ посвящены изучению чистого висмута.
- **Цель:** исследовать гальваномагнитные свойства пленок висмута, легированных оловом.
- **Задачи:**
 - Создание пленок висмута разной толщины легированных оловом,
 - Исследовать структуру полученных пленок
 - Исследовать гальваномагнитные свойства данных пленок, а именно удельное сопротивление, магнетосопротивление, коэффициент Холла.

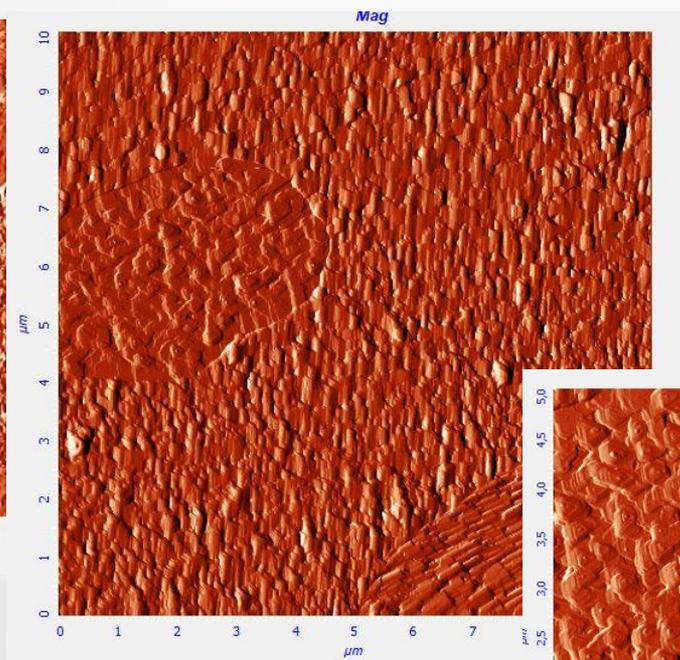
Методы используемые в работе

- Метод дискретно термического напыления тонких пленок висмута, легированных оловом.
 - Пленки были получены термическим напылением в вакууме $3 \cdot 10^{-5}$ Торр.
 - Температура подложки 393 К.
 - Температура отжига 513 К.
- Метод атомно-силовой микроскопии
- Методы исследования гальваномагнитных свойств

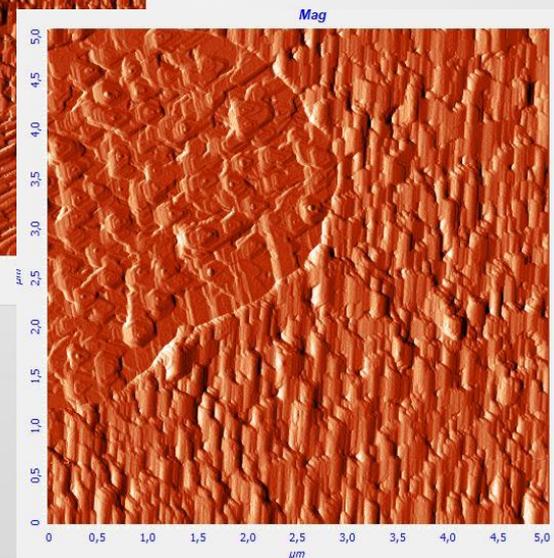
Метод атомно – силовой микроскопии



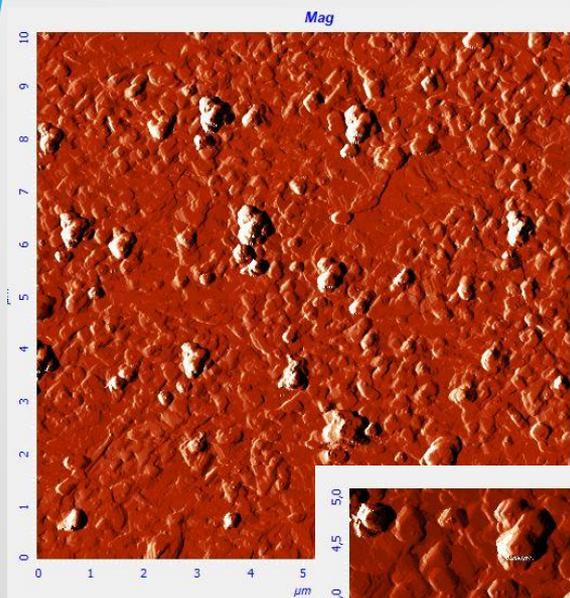
АСМ-изображение поверхности плёнки висмута, легированной оловом 0.1 ат. %, толщина – 980 нм



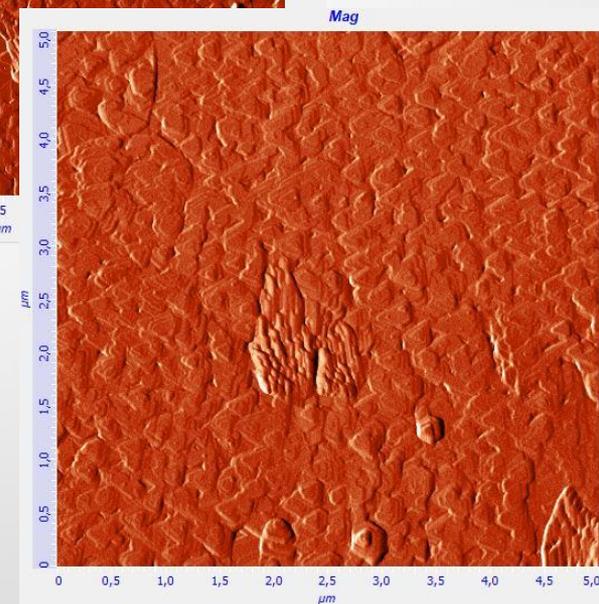
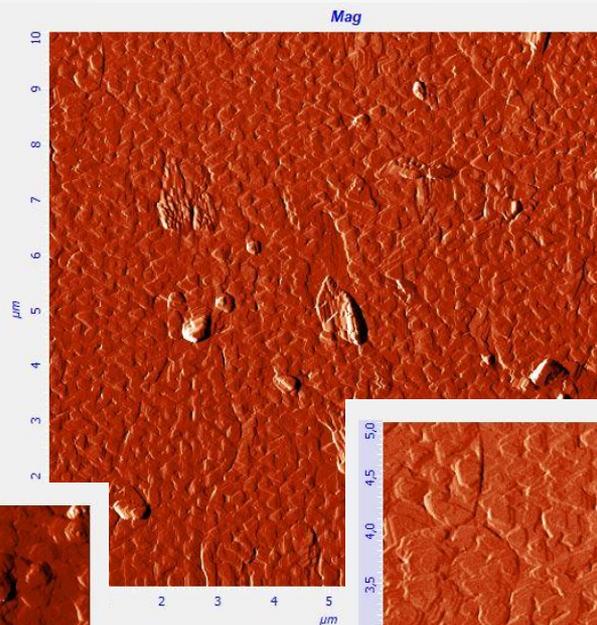
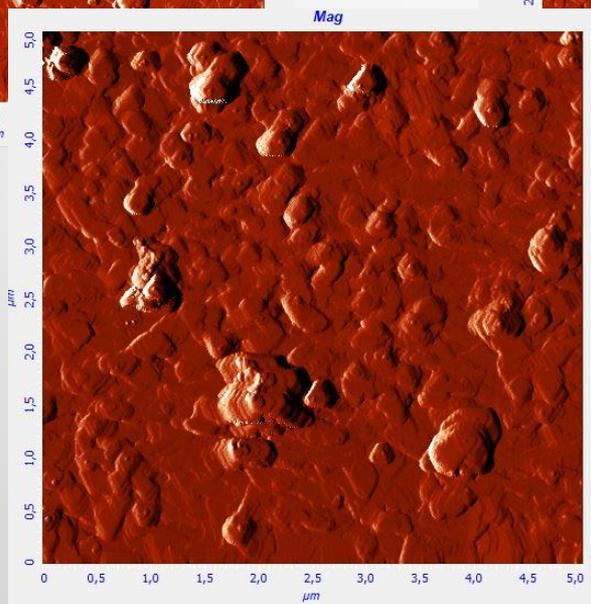
АСМ-изображение поверхности плёнки висмута, легированной оловом 0.1 ат. %, толщина – 440 нм



Метод атомно – силовой микроскопии

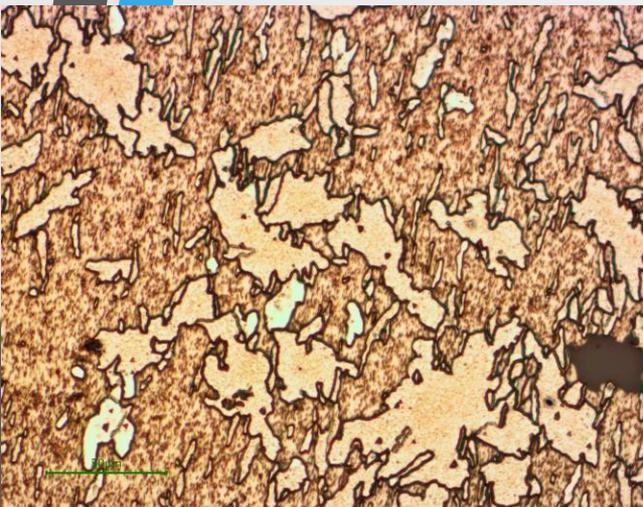


АСМ-изображение
поверхности плёнки
висмута, легированной
оловом 0.1 ат. %, толщина
– 230 нм

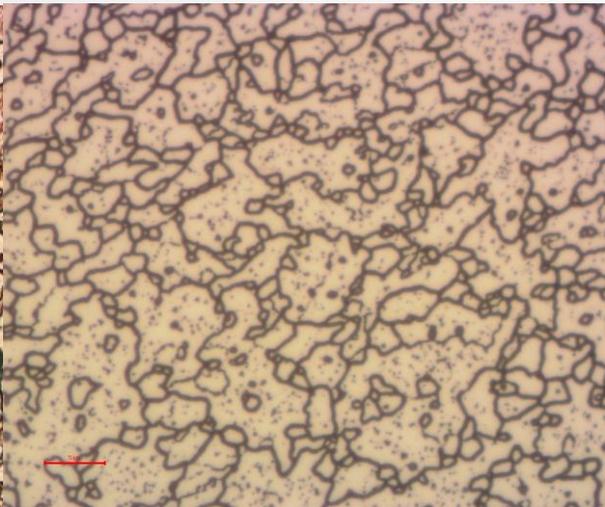


АСМ-изображение поверхности
плёнки висмута, легированной
оловом 0.1 ат. %, толщина – 100 нм

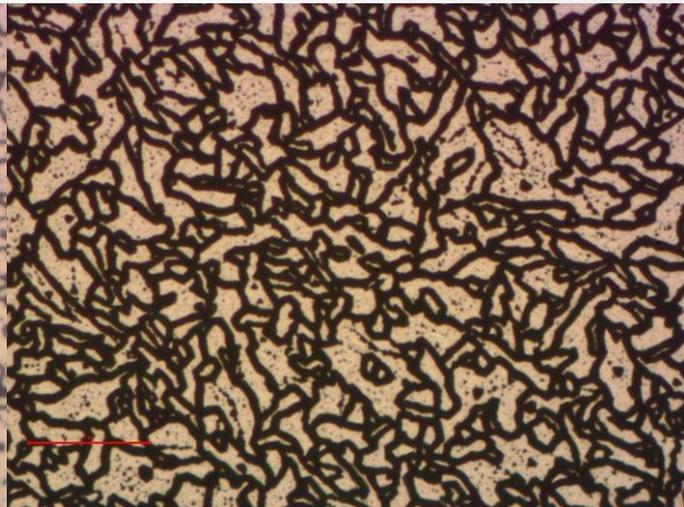
Метод химического травления поверхности пленки



Изображение поверхности, пленки висмута, легированного оловом 0.05 ат. % после химического травления, толщина пленки 440 нм. Средний размер блока – 8 мкм.

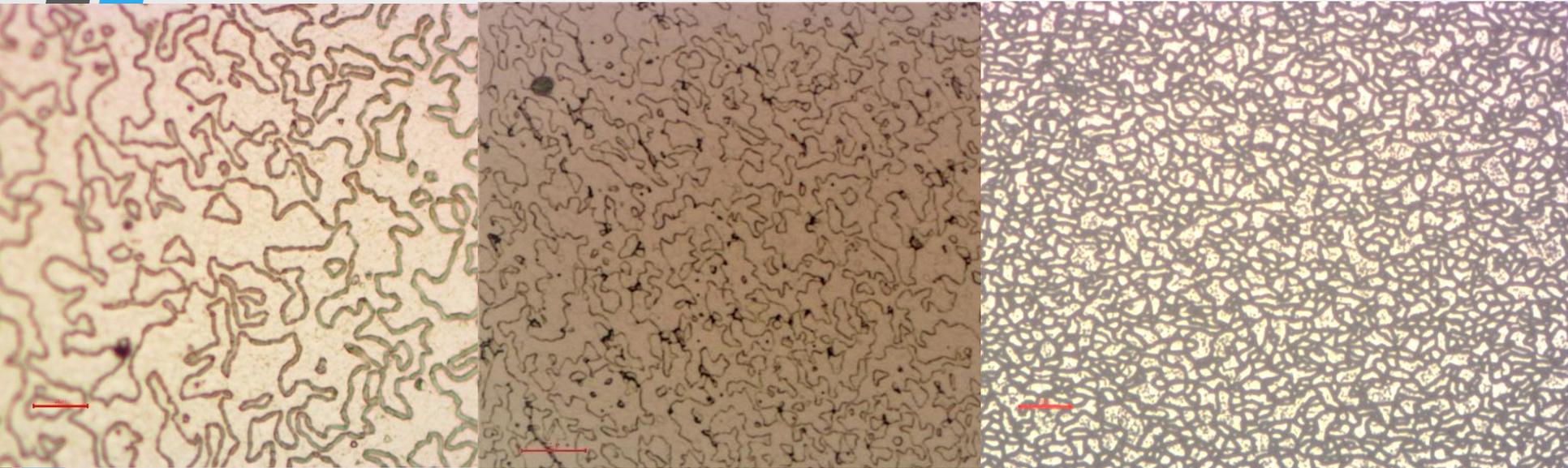


Изображение поверхности, пленки висмута, легированного оловом 0.05 ат. % после химического травления, толщина пленки 230 нм. Средний размер блока 5 мкм.



Изображение поверхности, пленки висмута, легированного оловом 0.05 ат. % после химического травления, толщина пленки 100 нм. Средний размер блока в 5 мкм.

Метод химического травления поверхности пленки

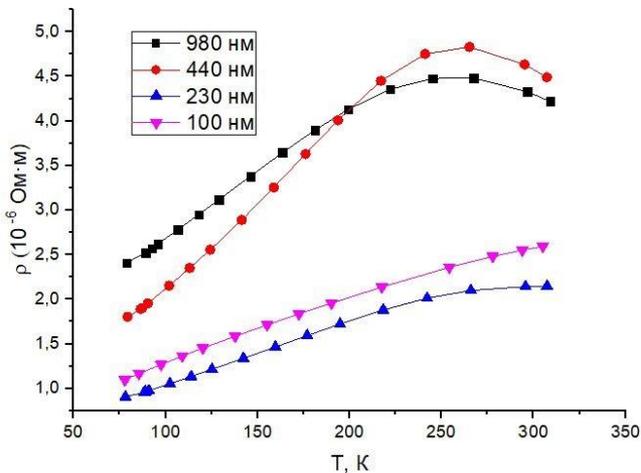


Изображение поверхности,
пленки висмута,
легированного оловом 0.1
ат. % после химического
травления, толщина пленки
560 нм. Средний размер
блоков 6.2 мкм.

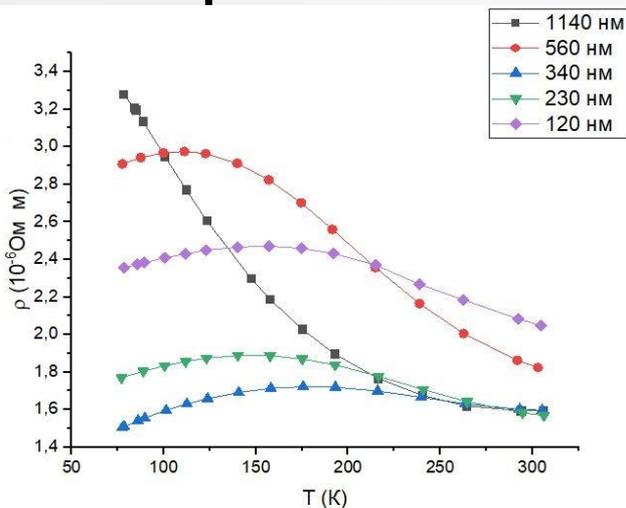
Изображение поверхности,
пленки висмута,
легированного оловом
0.1 ат. % после химического
травления, толщина пленки
230 нм. Средний размер
блоков 2.5 мкм

Изображение поверхности,
пленки висмута,
легированного оловом 0.1
ат. % после химического
травления, толщина пленки
120 нм. Средний размер
блоков 2.4 мкм.

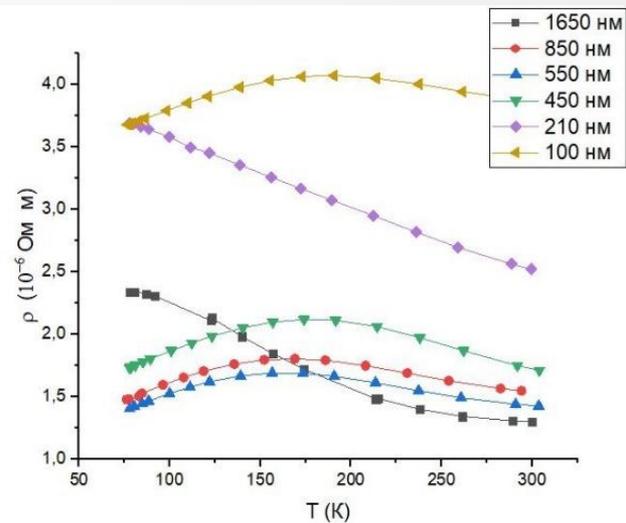
Температурная зависимость удельного сопротивления



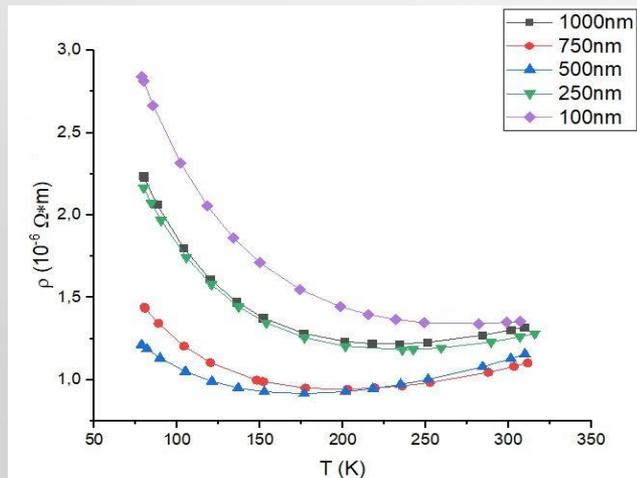
Температурная зависимость удельного сопротивления для пленок висмута легированные оловом с содержанием 0.05 ат. % Sn



Температурная зависимость удельного сопротивления для пленок висмута легированные оловом с содержанием 0.1 ат. % Sn

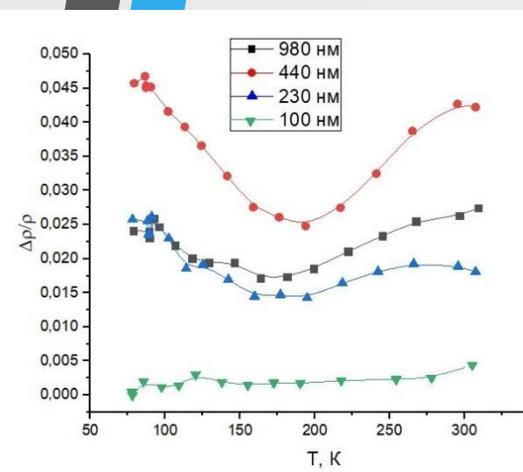


Температурная зависимость удельного сопротивления для пленок висмута легированные оловом с содержанием 0.3 ат. % Sn

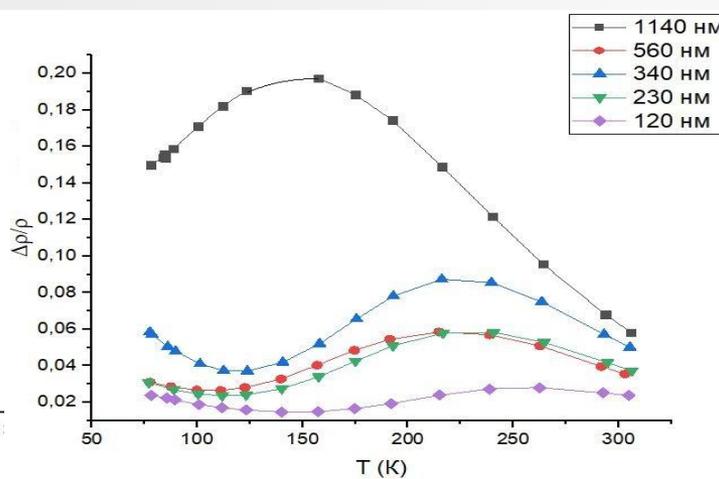


Температурная зависимость удельного сопротивления для пленок чистого висмута

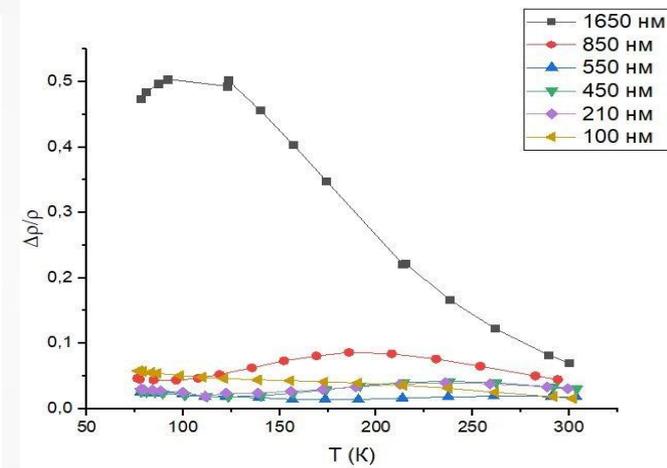
Температурная зависимость магнетосопротивления



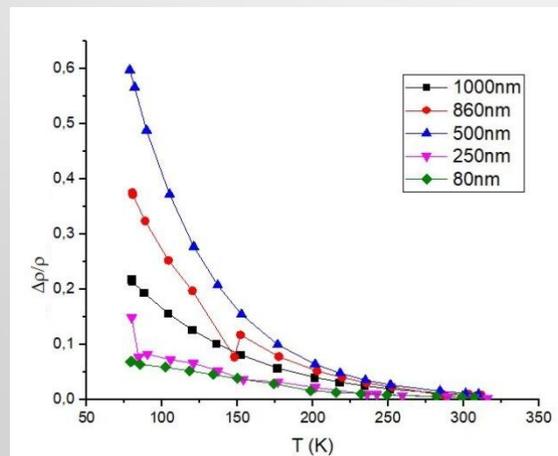
Температурная зависимость магнетосопротивления для пленок висмута легированные оловом с содержанием 0.05 ат. % Sn



Температурная зависимость магнетосопротивления для пленок висмута легированные оловом с содержанием 0.1 ат. % Sn

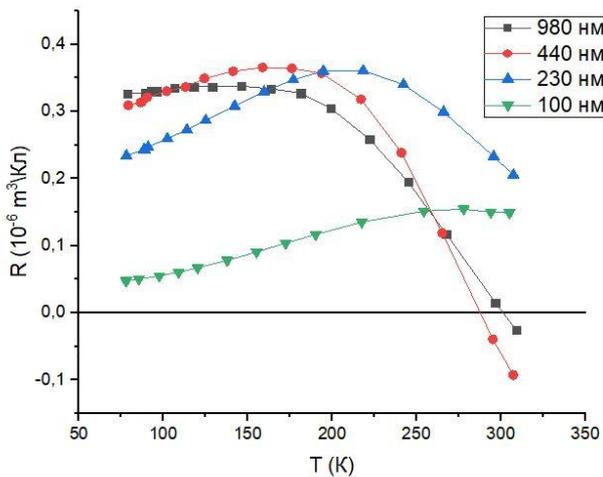


Температурная зависимость магнетосопротивления для пленок висмута легированные оловом с содержанием 0.3 ат. % Sn

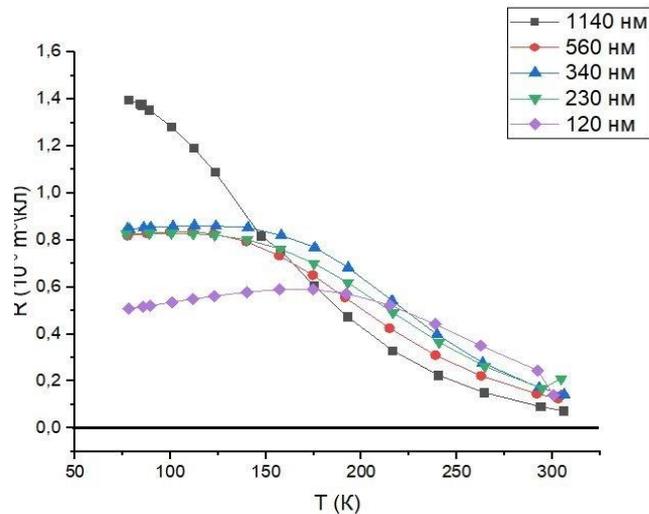


Температурная зависимость магнетосопротивления для пленок чистого висмута

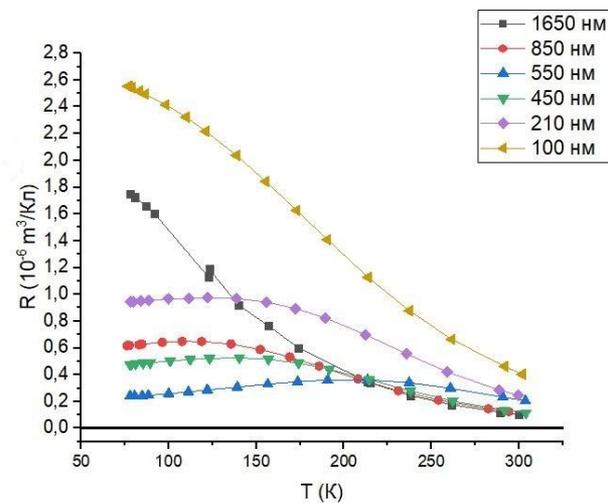
Температурная зависимость коэффициента Холла



Температурная зависимость
коэффициента Холла для пленок
висмута легированные оловом с
содержанием 0.05 ат. % Sn



Температурная зависимость
коэффициента Холла для пленок
висмута легированные оловом с
содержанием 0.1 ат. % Sn



Температурная зависимость
коэффициента Холла для пленок
висмута легированные оловом с
содержанием 0.3 ат. % Sn

Защищаемые положения

- Добавление легирующей примеси приводит к уменьшению размеров блоков пленок висмута полученных методом дискретного термического напыления.
- Введение легирующей примеси олова приводит к существенным изменениям температурных зависимостей пленок висмута: монотонно возрастающее удельного сопротивления при понижении температуры характерное для пленок висмута, сменяется не монотонной зависимостью, которая характеризуется наличием максимумов.
- Температурная зависимость магнетосопротивления для пленок висмута, легируемых оловом, в отличии пленок чистого висмута характеризуется наличием максимумов и минимумов положение которых смещается от толщины пленки.

Заключение

- Была исследована структура поверхности пленок с использованием атомно-силового микроскопа
- Использование метода травления позволило рассчитать средний размер блоков, для всех полученных пленок
- Были исследованы и установлены отличия зависимостей удельного сопротивления, магнетосопротивления и коэффициента Холла тонких пленок висмута с разной концентрацией олова.



Спасибо за внимание