

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Назарзода Хайрулло Холназара на тему: «Твердые растворы антимонидов и висмутидов редкоземельных элементов», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.01 – Материаловедение (в электротехнике)

Актуальность темы исследования.

В настоящее время к одной из наиболее перспективных областей химии и материаловедения относят область целенаправленного синтеза различных сплавов с заранее заданными эксплуатационными характеристиками. Особый интерес к научным разработкам в этой области обусловлен не только необходимостью теоретического обоснования механизма образования различных сплавов, но и в необходимости создания материалов, обладающих полезными свойствами, например, магнитными или полупроводниковыми. В этом аспекте получение и исследование физико-химических свойств сплавов и соединений редкоземельных элементов (РЗЭ) с разными элементами периодической системы Д.И. Менделеева, в частности, с сурьмой и висмутом является актуальной задачей, представляющей собой как теоретическое, так и практическое значение.

Диссертация Назарзода Х.Х. по пунктам 1-4 отвечает формуле специальности 05.02.01 - материаловедение (по отраслям), как области науки и технологии, занимающаяся разработкой новых основ синтеза заданной структуры материалов и созданием материалов с заданными свойствами, путем установления фундаментальных связей между их составом и строением.

Целью диссертационной работы Назарзода Х.Х. явилось: построение диаграмм состояния систем $Gd_4Sb_3 - Ln_4Sb_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb$), $Tb_4Sb_3 - Dy_4Sb_3$, $Gd_4Bi_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb$), $Gd_4Sb_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb$), $Gd_5Sb_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd$) и $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$); выявление оптимальных условий синтеза твердых растворов, а

также сплавов систем $\text{Ln} - \text{Bi}$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}$); разработка материалов, проявляющих повышенные магнитные свойства, относительно антимонидов Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$), висмутидов Ln_4Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}$) и Ln_5Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Lu}$).

Структура и объём диссертации.

Диссертация Назарзода Хайрулло Холназара изложена на 310 страницах компьютерного набора, состоит из введения, пяти глав, выводов, библиографического списка, включающего 271 наименование. Диссертация содержит 146 рисунков, 42 таблиц и 42 страниц приложений. Основные научные результаты диссертации опубликованы в научных изданиях.

Во введении диссертации приводится актуальность, цель и задачи работы, степень разработанности темы, структура и объём работы, научная новизна и практическая значимость работы, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов, публикации и вклад автора.

Первая глава диссертационной работы посвящена обобщению литературных данных по взаимодействию РЗЭ с сурьмой и висмутом. Проанализированы кристаллохимические, магнитные, электрофизические, теплофизические, термодинамические и химические свойства антимонидов и висмутидов редкоземельных элементов. Установлено, что наиболее полно исследованы лишь моноантимониды (LnSb) и моновисмутиды (LnBi) редкоземельных элементов. Антимониды и висмутиды других составов изучены незначительно. При этом в научной литературе не встречаются сведения по диаграммам состояния систем $\text{Gd}_4\text{Sb}_3 - \text{Ln}_4\text{Sb}_3$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$), $\text{Tb}_4\text{Sb}_3 - \text{Dy}_4\text{Sb}_3$, $\text{Gd}_4\text{Bi}_3 - \text{Ln}_4\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Tb}$), $\text{Gd}_4\text{Sb}_3 - \text{Ln}_4\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Tb}, \text{Yb}$), $\text{Gd}_5\text{Sb}_3 - \text{Ln}_5\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}$) и $\text{Gd}_5\text{Bi}_3 - \text{Ln}_5\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Lu}$) и физико-химическим свойствам сплавов, образующихся в них, а также сплавов и соединений системы $\text{Ln} - \text{Bi}$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}$), являющимися объектами исследования в данной работе.

Назарзода Х.Х. на основе анализа диаграмм состояния РЗЭ с сурьмой

и висмутом сделаны соответствующие выводы о достоверности тех или иных данных, касающихся конкретных систем.

Во второй главе приведены научно обоснованные методики синтеза твердых растворов $Gd_{4-x}Ln_xSb_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb; x = 0.4 \div 3.6$), $Tb_{4-x}Dy_xSb_3$; $x = 0.4 \div 3.6$), $Gd_{4-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb; x = 0.4 \div 3.6$), $Gd_{4-x}Sb_{3-y}Ln_xBi_y$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb; x = 0.4 \div 3.6, y = 0.3 \div 2.7$), $Gd_{5-x}Sb_{3-y}Ln_xBi_y$ ($Ln = Pr, Nd; x = 0.5 \div 4.5; y = 0.3 \div 2.7$) и $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; x = 0.5 \div 4.5$), новизна которых отмечена пятью малыми патентами Республики Таджикистан, а также методы синтеза моноантимонидов $LnSb$ ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb$), антимонидов Ln_4Sb_3 ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb$), моновисмутидов $LnBi$ ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), висмутидов Ln_5Bi_3 ($Ln = Pr, Gd, Nd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), Ln_4Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb$), сплавов и соединений системы $Ln - Bi$ ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb$).

Следует отметить, что метод синтеза указанных твердых растворов посредством предварительно синтезированных антимонидов Ln_4Sb_3 ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb$), Tm, Lu), висмутидов Ln_5Bi_3 ($Ln = Pr, Gd, Nd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) и Ln_4Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Yb$) имеет ряд преимуществ, по сравнению с известными методами синтеза антимонидов и висмутидов, приведенных в научной литературе.

В данной главе, приведены методики проведения дифференциального термического (ДТА), рентгенофазового (РФА) и микроструктурного (МСА) анализов, исследования электрофизических, магнитных свойств и измерение плотности, полученных антимонидов, висмутидов и твердых растворов.

Следует отметить, что подробно описана установка по измерению электрофизических свойств, разработанная с участием Назарзода Х.Х.

Третья глава диссертационной работы посвящена исследованию диаграмм состояния систем $Gd_4Sb_3 - Ln_4Sb_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb$), $Tb_4Sb_3 - Dy_4Sb_3$, $Gd_4Bi_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb$), $Gd_4Sb_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb$), $Gd_5Sb_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd$) и $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$).

Диаграммы состояния изучены методами ДТА, РФА и МСА. Кроме

того, для уточнения строения диаграмм состояния дополнительно изучены концентрационные зависимости удельного электросопротивления, термо-э.д.с. и микротвердости твердых растворов исследованных систем. Установлено, что все изученные диаграммы состояния однотипны и характеризуются образованием в них непрерывного ряда изоструктурных твердых растворов, кристаллизующихся в кубической сингонии типа анти-Th₃P₄, гексагональной типа Mn₅Si₃ и в ромбической сингонии типа Y₅Bi₃.

Образованию твердых растворов в изученных системах Gd₄Sb₃ – Ln₄Sb₃ (Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb), Tb₄Sb₃ – Dy₄Sb₃, Gd₄Bi₃ – Ln₄Bi₃ (Ln = Pr, Nd, Tb), Gd₄Sb₃ – Ln₄Bi₃ (Ln = Pr, Nd, Tb, Yb), Gd₅Sb₃ – Ln₅Bi₃ (Ln = Pr, Nd) и Gd₅Bi₃ – Ln₅Bi₃ (Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu), по мнению Назарзода Х.Х., способствует геометрический фактор, включающий два фактора- размерный и структурный. Атомные радиусы РЗЭ разнятся не более, чем на 5.7 %, что способствует образованию твердых растворов. Структурный фактор также благоприятствует образованию твердых растворов, поскольку исходные компоненты и твердые растворы изоструктурны.

В четвертой главе диссертации приведены результаты исследования электрофизических свойств (удельное электросопротивление и термо-э.д.с.) антимонидов, висмутидов и твердых растворов систем Gd₄Sb₃ – Ln₄Sb₃ (Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb), Tb₄Sb₃ – Dy₄Sb₃, Gd₄Bi₃ – Ln₄Bi₃ (Ln = Pr, Nd, Tb), Gd₄Sb₃ – Ln₄Bi₃ (Ln = Pr, Nd, Tb, Yb), Gd₅Sb₃ – Ln₅Bi₃ (Ln = Pr, Nd), Gd₅Bi₃ – Ln₅Bi₃ (Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu), сплавов и соединений систем Ln – Bi (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb) в диапазоне температур 298-773 К.

Установлено, что антимониды, висмутиды и твердые растворы в диапазоне температур 298-773 К проявляют металлическую проводимость, о чем свидетельствуют значения удельного электросопротивления, термо-э.д.с. антимонидов, висмутидов и твердых растворов при комнатной температуре и их линейное изменение во всем диапазоне температур. Согласно точки зрения Назарзода Х.Х., относительно низкая электропроводность антимонидов, висмутидов и твердых растворов обусловлена вкладом магнитной

составляющей удельного электросопротивления в общее удельное электросопротивление и влиянием химической связи. С этим выводом Назарода Х.Х. можно согласиться, поскольку известно, что в парамагнитной области магнитная составляющая общего удельного сопротивления имеет наибольшее значение.

В пятой главе диссертационной работы представлены результаты исследования магнитных свойств антимонидов, висмутидов и твердых растворов систем $Gd_4Sb_3 - Ln_4Sb_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb$), $Tb_4Sb_3 - Dy_4Sb_3$, $Gd_4Bi_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb$), $Gd_4Sb_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb$), $Gd_5Sb_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd$), $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), сплавов и соединений систем $Ln - Bi$ ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb$) в диапазоне температур 298-773 К.

Установлено, что твердые растворы в диапазоне температур 298-773 К проявляют парамагнитные свойства. Температурная зависимость обратной величины молярной магнитной восприимчивости твердых растворов указанных систем во всем исследованном диапазоне температур следует закону Кюри-Вейсса. Исключение составляют сплавы системы $Gd - Bi$ диапазона концентраций 10, 20, 30, 37.5, 42.86 ат. % Bi , которые при температурах 353, 393, 434, 453 и 498 К, соответственно, не подчиняются закону Кюри-Вейсса. По мнению Назарода Х.Х., это связано с особенностью магнитной структуры указанных сплавов, которую в дальнейшем можно определить, например, методами нейтронографии, ядерного магнитного резонанса и ядерного гамма-резонанса.

Относительно высокие значения парамагнитных температур Кюри твердых растворов в диссертационной работе объясняются высокой энергией обмена между ионами $Gd-Gd$ и ионами $Gd-Ln$ ($Ln = Tb, Dy$) Так, в антимонидах Ln_4Sb_3 ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Yb$), в висмутидах Ln_4Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Yb$) и Ln_5Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) и во всех полученных твердых растворах с увеличением в них концентрации ионов

гадолиния, тербия и диспрозия наблюдается заметный рост парамагнитной температуры Кюри.

Назарзода Х.Х. для объяснения магнитных свойств твердых растворов умело воспользовался теорией Рудермана-Киттеля-Касуи-Иосиды (РККИ), согласно которой магнитный порядок в РЗЭ устанавливается под действием косвенного обменного взаимодействия 4f-электронов через электроны проводимости.

Диссертационная работа Назарзода Х.Х. имеет как научную, так и практическую значимость.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем: разработаны научно-обоснованные методы синтеза твердых растворов $Gd_{4-x}Ln_xSb_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb; x = 0.4\div 3.6$), $Tb_{4-x}Dy_xSb_3; x = 0.4\div 3.6$), $Gd_{4-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb; x = 0.4\div 3.6$), $Gd_{4-x}Sb_{3-y}Ln_xBi_y$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb; x = 0.4\div 3.6, y = 0.3\div 2.7$), $Gd_{5-x}Sb_{3-y}Ln_xBi_y$ ($Ln = Pr, Nd; x = 0.5\div 4.5; y = 0.3\div 2.7$), $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; x = 0.5\div 4.5$), новизна которых отмечена пятью малыми патентами Республики Таджикистан; разработаны методы синтеза моноантимонидов $LnSb$ ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb$), антимонидов Ln_4Sb_3 ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb$), моновисмутидов $LnBi$ ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), висмутидов Ln_4Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb$), а также сплавов и соединений системы $Ln - Bi$ ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb$) с воспроизводимыми свойствами; построены диаграммы состояния систем $Gd_4Sb_3 - Ln_4Sb_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb$), $Tb_4Sb_3 - Dy_4Sb_3$, $Gd_4Bi_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb$), $Gd_4Sb_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb$), $Gd_5Sb_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd$) и $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), во всем диапазоне концентраций; выявлена закономерность в их строении, проявляющаяся в образовании в них твердых растворов замещения

$Gd_{4-x}Ln_xSb_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb; x = 0.4\div 3.6$), $Tb_{4-x}Dy_xSb_3; Gd_{4-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb; x = 0.4\div 3.6$), $Gd_{4-x}Sb_{3-y}Ln_xBi_y$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb; x = 0.4\div 3.6, y = 0.3\div 2.7$), $Gd_{5-x}Sb_{3-y}Ln_xBi_y$ ($Ln = Pr, Nd; x = 0.5\div 4.5; y = 0.3\div 2.7$), $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; x = 0.5\div 4.5$), изоструктурных с исхо-

дными компонентами - Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$), Ln_4Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Tb}, \text{Yb}$), Ln_5Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Nd}, \text{Tm}, \text{Lu}$) и кристаллизующихся в кубических сингониях типа NaCl , $\text{anti-Th}_3\text{P}_4$, в гексагональной сингонии типа Mn_5Si_3 и ромбической сингонии типа Y_5Bi_3 , в однотипности систем, а также определить пределы существования указанных твердых растворов; установлена корреляция концентрационных зависимостей электрофизических свойств (удельного электросопротивления и термо-э.д.с.) твердых растворов $\text{Gd}_{4-x}\text{Ln}_x\text{Sb}_3$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}; x = 0.4 \div 3.6$), $\text{Tb}_{4-x}\text{Dy}_x\text{Sb}_3$; $\text{Gd}_{4-x}\text{Ln}_x\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Tb}; x = 0.4 \div 3.6$), $\text{Gd}_{4-x}\text{Sb}_{3-y}\text{Ln}_x\text{Bi}_y$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Tb}, \text{Yb}; x = 0.4 \div 3.6, y = 0.3 \div 2.7$), $\text{Gd}_{5-x}\text{Sb}_{3-y}\text{Ln}_x\text{Bi}_y$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}; x = 0.5 \div 4.5; y = 0.3 \div 2.7$), $\text{Gd}_{5-x}\text{Ln}_x\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Lu}; x = 0.5 \div 4.5$) с исследованными диаграммами состояния; определено, что эти твердые растворы и сплавы системы $\text{Ln} - \text{Bi}$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}$) проявляют металлическую проводимость; исследованием магнитных свойств указанных твердых растворов, антимонидов Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$), висмутидов Ln_4Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Tb}, \text{Yb}$), и Ln_5Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Lu}$) сплавов системы $\text{Ln} - \text{Bi}$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}$) выявлено, что им свойственна парамагнитная природа; установлено, что магнитный порядок как в РЗЭ, так и в антимонидах, висмутидах, твердых растворах и в сплавах систем $\text{Ln} - \text{Bi}$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}$) устанавливается под действием косвенного обменного взаимодействия через электроны проводимости, взаимодействием Рудермана-Киттеля-Касуи-Иосиды (РККИ); определены парамагнитные температуры Кюри антимонидов, висмутидов, твердых растворов и сплавов систем $\text{Ln} - \text{Bi}$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}$), эффективные магнитные моменты ионов РЗЭ и оценен тип их магнитного упорядочения.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

антимониды, висмутиды, твердые растворы, сплавы и соединения систем $\text{Ln} - \text{Bi}$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}$) могут представить интерес для электротехники при создании термоэлементов и резисторов; в использовании

антимонидов, висмутидов и твердых растворов в качестве добавок в соединения AlSb, GaSb и InSb для установления влияния f- и d-элементов на их физико-химические свойства; в качестве наконечников для магнитных сверхпроводящих соленоидов; в криогенной технике для повышения магнитного потока в устройствах, работающих не только при температурах жидкого азота, но и при гелиевых температурах; антимониды, висмутиды и твердые растворы можно использовать и как добавки в магнитные материалы для повышения магнитной индукции; данными диссертационной работы данными могут пользоваться аспиранты и научные сотрудники, в процессе выполнения научных работ. Кроме того, материалы данной диссертационной работы могут использоваться и в учебном процессе при чтении лекций по физической, неорганической химии, физико-химическому анализу и материаловедению.

Акты испытания и подтверждения к диссертационной работе прилагаются, где указывается, что твердые растворы $Gd_{5-x}Tb_xBi_3$, $Gd_{5-x}Dy_xBi_3$, $x = 0.5-4.5$ и $Gd_{4-x}Tb_xSb_3$ ($x = 0.4-3.6$) являются перспективными магнитными материалами для практического использования их в криогенной технике.

Таким образом, в диссертационной работе решена важная техническая задача. Впервые получены и исследованы новые магнитные материалы - твердые растворы систем $Gd_4Sb_3 - Ln_4Sb_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb$), $Tb_4Sb_3 - Dy_4Sb_3$, $Gd_4Bi_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb$), $Gd_4Bi_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb$), $Gd_4Sb_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb$) и $Gd_5Sb_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd$), парамагнитная температура которых выше парамагнитной температуры Кюри исходных компонентов - антимонидов Ln_4Sb_3 ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb$) и висмутидов Ln_4Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb$) и Ln_5Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$).

Степень достоверности и апробация результатов.

Достоверность полученных результатов подтверждается их воспроизводимостью, привлечением современных апробированных методов физико-

химического анализа и использованием в работе сертифицированных приборов.

Основные положения диссертационной работы докладывались на многих международных и республиканских конференциях.

Публикации. По результатам исследований опубликовано 74 научных работ из них 17 в журналах, рекомендуемых ВАК при Президенте Республики Таджикистан, получено 5 малых патента Республики Таджикистан.

Вклад автора заключался в анализе научной литературы по тематике диссертационной работы, решение задач исследований, выполненных в соавторстве, определение путей решения поставленных задач, обработке экспериментальных данных, формулировке основных положений и выводов диссертации.

Достоверность результатов.

Достоверность экспериментально полученных данных диссертантом, подтверждается использованием различных независимых физико-химических методов исследований.

Все основные выводы базируются на обширном экспериментальном материале и научно обоснованы. Они соответствуют содержанию диссертационной работы.

В процессе чтения диссертационной работы и автореферата Назарзода Х.Х. возникли следующие замечания и пожелания:

1. В приложении диссертационной работы, где приведены результаты расчета дифрактограмм твердых растворов, нет сведений по теоретическому расчету интенсивностей отражения рефлексов.

2. Непонятно, почему твердые растворы после завершения синтеза не подвергали химическому анализу?

3. В работе также отсутствуют данные по химическому анализу твердых растворов на содержание в них молибдена, который использовался как тигельный материал.

4. Желательно было бы Назарзода Х.Х. в первой главе диссертации привести рисунки не отдельных, а всех известных диаграмм состояния систем РЗЭ – сурьма и РЗЭ – висмут.

Диссертационная работа «Твердые растворы антимонидов и висмутидов редкоземельных элементов» по актуальности, новизне и практической значимости отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК при Президенте Республики Таджикистан, утвержденное Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 26 ноября 2016 г., № 505, предъявляемым к докторским диссертациям, а Назарзода Хайрулло Холназар за разработку новых магнитных материалов заслуживает присуждения ему искомой ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.01 – Материаловедение (в электротехнике).

Официальный оппонент:

доктор технических наук, доцент,
ректор технологического
университета Таджикистана

И.Т. Амонзода

Адрес: 734061, г. Душанбе, ул. Н.Карабаева, 63/3

Телефон: (+992 37) 234-79-87,

E-mail: rectorat@tut.tj

Подпись Амонзода Илхома

Темура **заверяю:**

Заведующий отделом кадров
и специальной работы



Бухориев Н.А