

О Т З Ы В

научного руководителя на диссертационную работу

Римского Григория Семёновича

**«Кристаллическая структура, магнитные и электрические свойства
твердых растворов $Ni_{1-x}Me_xMnSb$ ($Me = Ti, V, Cr, Fe, Co$)»**,

представленной на соискание ученой степени кандидата

физико-математических наук

(специальность 01.04.07 – физика конденсированного состояния)

Полугейслеровские соединения представляют собой особый класс материалов со значительным потенциалом для различных применений. В настоящее время требования к энергопотреблению вынуждают переходить от классической микроэлектроники к спинтронике, которая, основана на квантовых эффектах. Кроме того, изменяется и сама спинтроника: вместо внешних магнитных полей она фокусируется на использовании внутренних релятивистских эффектов. В совокупности это приводит к появлению спиновых токов без рассеяния (спиновый эффект Холла в топологических изоляторах). Исследования в области термоэлектричества идут аналогичным путем: вместо заряда, вызванного градиентом температуры, фокусируется внимание на использовании термически индуцированного спинового тока (спиновый эффект Холла и Зеебека вместе с их обратными эквивалентами). В результате, класс полугейслеровских соединений предлагает простой способ получения полупроводников *n*- и *p*-типа путем простого химического легирования исходного соединения. Будущее энергетики – использование природных восстанавливаемых источников энергии имеет свою собственную реализацию в полугейслеровских соединениях в виде широкозонных изоляторов. Ширина запрещенной зоны может изменяться в диапазоне от 0 до 4 эВ за счет разности электроотрицательности составляющих соединения химических элементов. Магнитные характеристики могут быть изменены в этих соединениях с помощью "электронного" легирования. Сочетание различных свойств чувствительных к химическому составу, таких как сверхпроводимость, топологические граничные состояния и другие, приводит к созданию новых многофункциональных материалов, которые могут революционизировать технологические приложения. В связи с этим исследование влияния замещения на физические свойства полугейслеровских соединений, несомненно, является актуальной задачей физики конденсированного состояния.

В диссертационной работе Римского Г.С. представлены результаты изучения кристаллических, магнитных и электрических характеристик впервые синтезированных систем твердых растворов замещения

$Ni_{1-x}Me_xMnSb$ ($Me = Ti, V, Cr, Fe, Co$). В результате выполненных экспериментов выявлены и изучены особенности кристаллических и магнитных фазовых превращений. В низкотемпературной области обнаружено проявление фазы с антиферромагнитным упорядочением на фоне ферромагнитного порядка основной матрицы. Теоретически обосновано и подтверждено экспериментом, что во всех впервые синтезированных твердых растворах косвенное обменное взаимодействие между катионами реализуется через коллективизированные электроны проводимости.

Научная новизна, значимость полученных результатов, их достоверность не вызывает сомнений. Полученные Римским Г.С. научные результаты важны для понимания и развития основополагающих представлений формирования особенностей взаимосвязи магнитных характеристик и кроссовера спина электронов в сложных интерметаллидах. Полученные результаты позволят разработать новые концепции, а также модели структурного упорядочения, с учетом которых будет возможен синтез принципиально новых функциональных материалов с необходимыми физическими свойствами.

Диссертационная работа Римского Г.С. соответствует приоритетным направлениям научных исследований Республики Беларусь: направлению – «Новые многофункциональные материалы, специальные материалы с заданными свойствами» перечня Приоритетных направлений научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2016 – 2020 годы (Указ Президента Республики Беларусь от 22.04. 2015 г. № 166); направлению – 4. «Машиностроение, машиностроительные технологии, приборостроение и инновационные материалы» перечня Приоритетных направлений научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2021 – 2025 годы (Указ Президента Республики Беларусь от 07.05.2020 г., №156).

По результатам диссертационной работы Римского Г.С. опубликовано 23 работы, в том числе 7 статей в рецензируемых научных журналах, 7 статей в сборниках материалов конференций, 9 тезисов докладов на международных и республиканских конференциях. Римский Г.С. принимал личное участие с докладами на многочисленных научных и научно-технических конференциях. Результаты выполненных им исследований внедрены в учебный процесс. Он лауреат Стипендии Президента Республики Беларусь талантливым молодым ученым на 2022 год.

Римский Г.С. зарекомендовал себя как творческий, трудолюбивый и компетентный исследователь. Соискатель обладает высоким уровнем подготовленности к проведению научных исследований и в достаточной мере владеет методами научного анализа. Все это характеризует его как квалифицированного специалиста.

Как научный руководитель соискателя считаю, что диссертационная работа Римского Григория Семёновича соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния за:

– определение границ растворимости замещающих катионов и построение зависимостей изменения параметров элементарной ячейки в системах $Ni_{1-x}Me_xMnSb$ ($Me = Ti, V, Cr, Fe, Co$) при изменении концентрации замещающих катионов;

– определение величин намагниченности насыщения и температур Кюри для всех твердых растворов $Ni_{1-x}Me_xMnSb$ ($Me = Ti, V, Cr, Fe, Co$);

– установление особенностей формирования магнитной структуры твердых растворов $Ni_{0,90}Me_{0,10}MnSb$ ($Me = V, Cr, Co$) по результатам дифракции нейтронов;

– результаты исследований температурных зависимостей удельного электросопротивления твердых растворов $Ni_{1-x}Me_xMnSb$ ($Me = Ti, V, Cr, Fe, Co$) в области температур $\sim 3 - 300$ К, свидетельствующие о металлическом характере их проводимости.

Полученные результаты вносят существенный вклад в развитие физики конденсированного состояния в области исследования и моделирования свойств полугейслеровских соединений.

Главный научный сотрудник
лаборатории физики магнитных
материалов, доктор
физико-математических наук

К.И. Янушкевич

