

**Аспирант 3 года обучения Коренистов Павел Сергеевич
лаборатории низких температур**

Научный руководитель – д.ф.-м.н., Марченков Вячеслав Викторович

Специальность 1.3.8. – Физика конденсированного состояния

Тема работы – Синтез, структура и электронные транспортные свойства четверного сплава Гейслера FeCrTiAl.

Задачи текущего года

1. Изучение литературы по теоретическим и экспериментальным исследованиям сплавов Гейслера, включая различные базы данных: OQMD, AflowLib, Materials Project;
2. Анализ и обработка результатов исследований по сплавам системы Co-Cu-Mn-Al;
3. Подготовка диссертации (работа над литературным обзором по тематике исследования);
4. Освоение методов приготовления сплавов Гейслера: плавка в дуговой печи и методом спекания в атмосфере водорода;
5. Выбор модельного сплава для изучения состояний спинового бесщелевого полупроводника и его приготовление в дуговой печи и методом спекания из порошка.

**Аспирант 3 года обучения Коренистов Павел Сергеевич
лаборатории низких температур**

Результаты, полученные в текущем году

1. Изучалась литература по тематике работы, включая открытые базы данных (OQMD, AflowLib, Materials Project).
2. Обработывались результаты исследований, посвященных изучению свойств сплавов системы Co-Cu-Mn-Al.
3. Подготовлен черновик литературного обзора предстоящей диссертации.
4. Выбран модельный сплав (FeCrTiAl) для изучения состояний спинового бесщелевого полупроводника, полагаясь на результаты теоретической работы *Q. Gao и его соавторов* [1].
5. В данный момент ведется работа по приготовлению сплава.

Опубликовано **3** статьи и представлено **5** докладов на конференциях (в трех являюсь первым автором).

1. Gao Q., Opahle I., Zhang H. High-throughput screening for spin-gapless semiconductors in quaternary Heusler compounds // Phys. Rev. Mater. 2019. Vol. 3, № 2. P. 024410.

**Аспирант 3 года обучения Коренистов Павел Сергеевич
лаборатории низких температур**

Апробация работы

Статьи

1. Marchenkov V.V., Irkhin V. Yu., Marchenkova E.B., Semiannikova A.A., Korenistov P.S. Magnetic order and electronic transport properties in the Mn_3Al compound: The role of the structural state // *Phys. Lett. A*. 2023. Vol. 471. P. 128803.
2. Семянникова А.А., Перевозчикова Ю.А., Коренистов П.С., Марченкова Е.Б., Королев А.В., Марченков В.В. Магнитные и электрические свойства соединений Гейслера Co_2MnZ ($Z = Al, Si, Ga, Ge, Sn$) // *Физика металлов и металловедение*. 2022. Т. 123, № 7. С. 753–758.
3. Марченков В.В., Ирхин В.Ю., Семянникова А.А., Коренистов П.С., Марченкова Е.Б. Электросопротивление, магнитные и гальваномагнитные свойства литого и быстрозакаленного сплава Гейслера Mn_3Al // *Физика металлов и металловедение*. 2023. Т. 124. С. 339—345.

**Аспирант 3 года обучения Коренистов Павел Сергеевич
лаборатории низких температур**

Тезисы докладов на международных конференциях

1. Semiannikova A.A., Irkhin V.Yu., Korenistov P.S., Terentyev P.B., Marchenkova E.B., Marchenkov V.V. Electrical, magnetic and galvanomagnetic properties of Mn_3X alloys ($X = Al, Ga, Ge, Sn$) // VIII Euro-Asian Symposium Trends in MAGnetism (EASTMAG-2022), Kazan, 22-26 августа, 2022: Тезисы докладов, г. Казань, Zavoisky Physical-Technical Institute FRC Kazan SC RAS.- 178 с.
2. Коренистов П.С., Ирхин В.Ю., Семянникова А.А., Марченкова Е.Б., Марченков В. В. Особенности электронного транспорта и магнитных свойств сплава Mn_3Al в литом и быстрозакаленном состоянии // X Международная молодежная научная конференция Физика. Технологии. Инновации (ФТИ-2023), Екатеринбург, 15-19 мая, 2023: Тезисы докладов, г. Екатеринбург, ФТИ.- 1126 с.

**Аспирант 3 года обучения Коренистов Павел Сергеевич
лаборатории низких температур**

Тезисы докладов на всероссийских конференциях

1. Семянникова А.А, Ирхин В.Ю., Коренистов П.С., Терентьев П.Б., Марченкова Е.Б., Марченков В.В. Особенности электрических, магнитных и гальваномагнитных свойств сплавов Mn_3Z // XXII Всероссийская школа-семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-22) памяти М.И. Куркина, Екатеринбург, 24 ноября – 1 декабря, 2022: Тезисы докладов, г. Екатеринбург, ИФМ УрО РАН.- 164 с.
2. Коренистов П.С. Об экспериментальной реализации теоретически предсказанных новых сплавов Гейслера. Спиновый бесщелевой полупроводник $FeCrTiAl$ // 27 Всероссийская научная конференция студентов физиков (ВНКСФ-27), Екатеринбург, 3-6 апреля, 2023: Тезисы докладов, г. Екатеринбург, ИЭФ УрО РАН.- 326 с.
3. Коренистов П.С., Семянникова А.А, Ирхин В.Ю., Марченкова Е.Б., Марченков В.В. Структура, электрические и магнитные свойства интерметаллических соединений марганца Mn_3X ($X=Al, Ga, Ge$) после различных обработок // 27 Всероссийская научная конференция студентов физиков (ВНКСФ-27), Екатеринбург, 3-6 апреля, 2023: Тезисы докладов, г. Екатеринбург, ИЭФ УрО РАН.- 326 с.

**Аспирант 3 года обучения Коренистов Павел Сергеевич
лаборатории низких температур**

Зачеты и экзамены

Получен зачет по педагогике и английскому письму.



Участие в грантах

Проект РНФ №22-22-00935

Стипендии

Стипендия правительства Российской Федерации за 2022/2023 год

Аспирант 3 года обучения Коренистов Павел Сергеевич
лаборатории низких температур
Таблица показателей

Показатели	Баллы	1 год		2 год		3 год		Итого баллов
		Кол-во	Баллы	Кол-во	Баллы	Кол-во	Баллы	
Публикации в изданиях ВАК (вышедшие из печати)	20	5	100	2	40	3	60	200
Публикации в изданиях ВАК (принятые в печать)	5	1	5	1	5		0	10
Свидетельство о программах для ЭВМ, зарегистрированных в установленном порядке	20		0		0		0	0
Патент	20		0		0		0	0
Соавторство в монографии	5		0		0		0	0
Оформленное ноу-хау	5	1	5		0		0	5
Публикации в других изданиях (не тезисы)	2		0		0		0	0
Тезисы доклада на международной конференции	5	1	5	4	20	2	10	35
Тезисы доклада на российской конференции	3		0		0	3	9	9
Участие в конференции с устным докладом	2		0	1	2		0	2
Участие в конференции со стендовым докладом	1		0	1	1	3	3	4
Сданный на «отлично» кандидатский экзамен	20			1	20		0	20
Сданный на «хорошо» кандидатский экзамен	15	1	15		0		0	15
Сданный на «удовлетворительно» кандидатский экзамен	10				0		0	0
Участие в грантах в качестве: исполнителя	5	2	10	2	10	1	5	25
Участие в грантах в качестве: руководителя	10				0		0	0
Общая сумма			140		98		87	325

Спиновые бесщелевые полупроводники

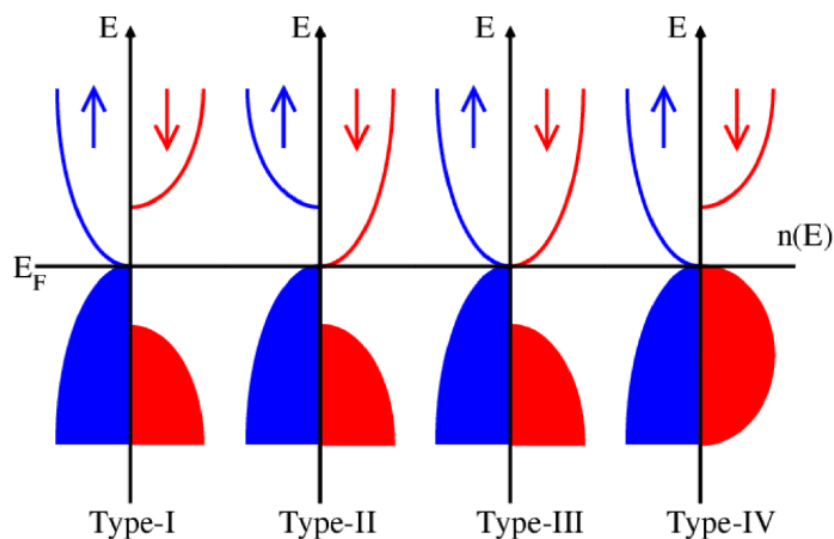


Рисунок 1 – Схематическое изображение плотности электронных состояний вблизи уровня Ферми для СПБ–соединений [1]

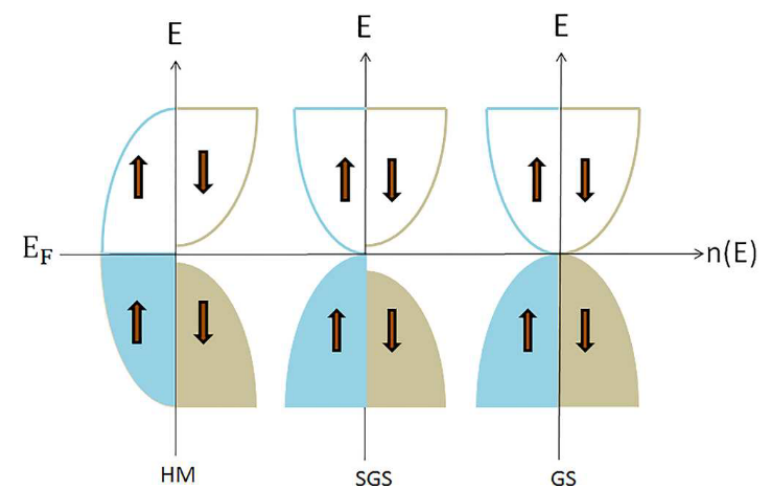


Рисунок 2 - Схематическое изображение плотности электронных состояний вблизи уровня Ферми для бесщелевого полупроводника (GS), спинового бесщелевого полупроводника (SGS) и полуметаллического ферромагнетика (HM) [2].

1. Wang X.L. Proposal for a New Class of Materials: Spin Gapless Semiconductors // Phys. Rev. Lett. 2008. Vol. 100, № 15. P. 156404.
2. Rani D. et al. Spin-gapless semiconductors: Fundamental and applied aspects // J. Appl. Phys. 2020. Vol. 128, № 22. P. 220902.

Спиновые бесщелевые полупроводники

1. Gao Q., Orahle I., Zhang H. High-throughput screening for spin-gapless semiconductors in quaternary Heusler compounds // Phys. Rev. Mater. 2019. Vol. 3, № 2. P. 024410.

сплав	Постоянная решетки	M_{total}	ΔH_f	Число валентных электронов	Стабильность	Тип СБП	$T_{c_{calculate}}$ [2]
CoFeTaSn	6,154	2	-0.1522	21	0,0898	I	
CoOsCrAl	5,866	2	-0.2412	21	0,0688	II	369
FeCrHfAl	6,142	3	-0.2456	21	0,0504	II	568
FeCrTiAl	5,964	3	-0.292	21	0,0504	II	560
FeCrZrAl	6,194	3	-0.2156	21	0,0914	III	
FeVTaAl	6,097	2,99	-0.2202	21	0,0958	II	681
IrCoNbAl	6,162	1,99	-0.5563	21	0,0277	I	
IrCoNbGa	6,173	2	-0.4043	21	0,0097	I	
IrCoTaAl	6,14	2	-0.5579	21	0,0631	I	
IrCoTiSi	5,965	2	-0.6805	21	0,0785	I	
MnCrNbAl	6,077	3	-0.1912	21	0,0228	II	624
MnCrTaAl	6,053	2,99	-0.2124	21	0,0256	II	637
NiFeMnAl	5,731	4	-0.2773	28	0,0577	IV	
OsCrHfAl	6,299	3	-0.403	21	0,053	II	428
OsCrZrAl	6,347	3	-0.3543	21	0,0617	SOC-II	
RuCrHfAl	6,284	3	-0.4544	21	0,0666	II	669
RuCrZrAl	6,335	3	-0.4154	21	0,0626	III	

2. Aull T. et al. *Ab initio* design of quaternary Heusler compounds for reconfigurable magnetic tunnel diodes and transistors // Phys. Rev. Mater. 2019. Vol. 3, № 12. P. 124415.

Спиновый бесщелевой полупроводник FeCrTiAl

Актуальность исследований состоит в том, чтобы изучить взаимосвязь между структурой, магнитными, электронными транспортными свойствами и состояниями спинового бесщелевого полупроводника.

Данное исследование может привести:

1. К пониманию природы СБП состояний в сплавах Гейслера;
2. К обнаружению новых уникальных явлений.

В итоге, новые сплавы Гейслера могут оказаться полезными для создания современных энергоэффективных устройств электроники и спинтроники.

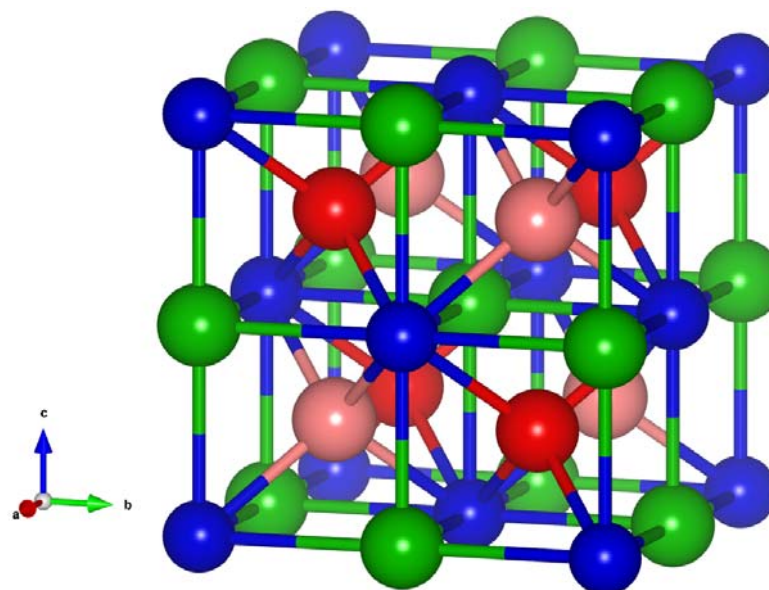


Рисунок 3 – Кристаллическая структура прототипа четверных сплавов Гейслера (LiPdMgSn)

Спасибо за внимание!