

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра физики низких температур и сверхпроводимости

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

Наименование дисциплины:

Учебная (ознакомительная) практика

Уровень высшего образования:

Специалитет

Направление подготовки:

03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

Направленность (профиль) ОПОП:

физика низких температур и сверхпроводимости

Форма обучения: Очная форма обучения

Москва 2023

Рабочая программа учебной (ознакомительной) практики «Практика по математическому моделированию» разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки программы специалитета 03.05.02 «Фундаментальная и прикладная физика».

Год (годы) приема на обучение _____2020_____

Авторы–составители:

1. К.ф.-м.н, Маркина Мария Михайловна, кафедра физики низких температур и сверхпроводимости физического факультета МГУ
2. К.ф.-м.н, Васильчикова Татьяна Михайловна, ФИО, кафедра физики низких температур и сверхпроводимости физического факультета МГУ

Заведующий кафедрой физики низких температур и сверхпроводимости физического факультета МГУ

Д.ф.-м.н., профессор, Васильев Александр Николаевич



Аннотация к рабочей программе учебной (ознакомительной) практики

Прохождение учебной (ознакомительной) практики призвано познакомить обучающихся с научными исследованиями в выбранной области специализации, получить первичные профессиональные умения и навыки, освоить базовые понятия научно-исследовательской работы. В рамках учебной практики обучающиеся осваивают современные подходы к анализу экспериментальных данных по теплоемкости, магнитной восприимчивости и намагниченности твердых тел. Первая часть учебной практики посвящена анализу температурной зависимости теплоемкости, которая является одной из важнейших характеристик твердого тела и позволяет получить информацию об упругой, электронной и магнитной подсистемах и фазовых переходах. Особое внимание уделяется выделению регулярной и нерегулярной части теплоемкости, что является нетривиальной практической задачей. Вторая часть посвящена освоению принципов математического анализа численных экспериментальных данных по статическим и динамическим магнитным свойствам твердых тел. Обучающиеся знакомятся с подходами к обработке температурной зависимости магнитной восприимчивости, полевой зависимости намагниченности и анализу эволюции спектров электронного парамагнитного резонанса при вариации температуры.

Разделы рабочей программы

1. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО).
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (при наличии)
3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с формируемыми компетенциями
4. Формат обучения.
5. Язык обучения.
6. Содержание дисциплины.
7. Объем дисциплины
8. Структурированное по темам (разделам) содержание дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий
9. Текущий контроль и промежуточная аттестация.
10. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).
11. Шкала оценивания.
12. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.
13. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.
14. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

1. Место практики в структуре ОПОП ВО

Учебная (ознакомительная) практика входит в структурный элемент программы специалитета «Практика, в том числе научно-исследовательская работа». Целями практики являются: знакомство студентов с научными исследованиями в выбранной области специализации, формирование первичных профессиональных умений и навыков, знакомство с базовыми понятиями научно-исследовательской работы.

Учебная (ознакомительная) практика осуществляется в научной группе кафедры физики низких температур и сверхпроводимости физического факультета параллельно с теоретическим обучением.

Учебная (ознакомительная) практика осуществляется в 6 семестре.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

Базовые знания курсов общей физики и высшей математики, а также основ квантовой механики и молекулярной физики.

Достаточное владение английским языком для чтения научной литературы.

Владение основами компьютерных технологий, численными методами и методами математического моделирования в физике.

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с формируемыми компетенциями

В результате прохождения учебной (ознакомительной) практики у обучающихся должны быть сформированы:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
ОПК-1. Способен применять современные теоретические модели физических явлений, процессов и систем, результаты экспериментальных исследований в фундаментальных и прикладных исследованиях и разработках	ОПК-1.2. Владеет базовой терминологией и понятийным аппаратом профессиональной области исследования. ИУК-2.2 Понимает логику построения современных теоретических моделей профессиональной области исследований. ИУК-2.3. Использует теоретические основы базовых разделов физики при решении конкретных физических задач.	Знать основные теоретические подходы в области физики низких температур, физики конденсированного состояния вещества, магнетизма Уметь интерпретировать результаты современных экспериментальных и теоретических исследований в области физики низких температур, физики конденсированного состояния вещества, магнетизма Владеть базовыми методами проведения научно-исследовательской работы и базовыми методами анализа экспериментальных данных в области физики низких температур, физики конденсированного состояния вещества, магнетизма

3. Форма обучения: очная.

4. **Язык обучения:** русский.

5. **Содержание дисциплины**

Тема 1. Подготовительный этап практики

Организационные вопросы прохождения практики. Вводный инструктаж по технике безопасности. Постановка целей и задач учебной практики. Знакомство с экспериментальными установками кафедры.

Тема 2. Первичное знакомство с научно-исследовательской работой. Анализ базовых термодинамических свойств твердого тела. Оценки основных параметров упругой, зарядовой и магнитной подсистем твердого тела

Постановка научной задачи. Знакомство с литературой по тематике. Изучение необходимых методических материалов для решения поставленной научной задачи. Методы получения температурной зависимости теплоемкости твердого тела. Анализ полученных экспериментальных данных. Границы применимости математических моделей. Оценки основных параметров твердого тела.

Тема 3. Получение и анализ температурных и полевых зависимостей намагниченности

Методы получения температурных и полевых зависимостей намагниченности твердого тела. Устройство СКВИД-магнетометра. Анализ полученных экспериментальных данных. Получение оценок параметров магнитной подсистемы. Границы применимости классической и квантовой теории магнетизма.

Тема 4. Получение и анализ спектров электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Оценка важнейших параметров ЭПР

Теоретические основы метода ЭПР. Методика ЭПР-спектрометра X-диапазона. Схема системы термостатирования с гелиевым проточным криостатом для исследования эволюции спектров ЭПР в широком диапазоне температур. Анализ полученных экспериментальных данных и оценки важнейших параметров ЭПР. Сравнение с данными, получаемыми методом вибрационного магнетометра. Границы применимости моделей.

Тема 5. Визуализация кристаллической структуры твердого тела. Низкоразмерные магнетики. Поиск и исследование новых соединений. Анализ поведения термодинамических и резонансных свойств соединений этого класса.

Визуализация и анализ кристаллической структуры с помощью современных программных пакетов. Оценки углов и расстояний между магнитными ионами и лигандами. Специфика поведения термодинамических характеристик низкоразмерных магнетиков. Теоретические подходы к анализу экспериментальных данных. Использование сочетания различных методик для получения оценок параметров решеточной и магнитной подсистем соединений этого класса.

Тема 6. Представление результатов анализа базовых структурных, термодинамических и резонансных свойств твердого тела

Подготовка отчета по результатам проделанной работы. Подготовка итоговых рисунков, таблиц, презентации и защита полученных результатов.

7. Объем дисциплины

НАЗВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	Трудоемкость в зачетных единицах	объем нагрузки в ак. часах		
		Общая трудоемкость	Контактная работа	Самостоятельная работа студентов
Учебная практика	4	144	68	76

8. Структурированное по темам (разделам) содержание дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

№ темы	Разделы (этапы) практики	Количество часов			Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Всего	Контактная работа	Самостоятельная работа	
1	Подготовительный этап (беседа с ответственным сотрудником кафедры, постановка задачи, инструктаж по технике безопасности, знакомство с экспериментальными установками)	16	8	8	Собеседование
2	Подготовка к проведению научного исследования. Ознакомление с экспериментальными и теоретическими методами научной области исследования. Ознакомление с работой программного обеспечения. Обработка экспериментальных данных для трех задач учебной практики	32	16	16	Собеседование
3	Изучение научной литературы по	24	12	12	Собеседование

	актуальному состоянию научных задач в области физики низких температур, экспериментальным и теоретическим подходам к решению поставленных ранее задач. Обработка и анализ экспериментальных данных по намагниченности для двух задач учебной практики				
4	Проведение анализа экспериментальных данных ЭПР (под руководством специалиста более высокой квалификации) в рамках выполнения двух задач учебной практики	24	12	12	Собеседование
5	Проведение анализа и визуализации кристаллической структуры твердого тела. Изучение научной литературы по низкоразмерному магнетизму и анализ экспериментальных данных в рамках выполнения двух задач учебной практики	28	12	16	Собеседование
6	Промежуточная аттестация, включающая	20	8	12	Доклад

	подготовку и предоставление отчета по выполнению учебной практики (зачет с оценкой) .				
ИТОГО:		144	68	76	

9. Текущий контроль и промежуточная аттестация.

Перед началом практики обучающиеся получают задание на практику по форме, приведенной в Приложении № 1.

Текущий контроль по практике осуществляется в рамках собеседования педагогического (научного) работника с обучающимся, и заключается в оценке качества знаний по научной проблематике, которой посвящено индивидуальное задание, аргументированности позиции; оценивается широта используемых теоретических знаний и корректность используемых экспериментальных методик.

Формой промежуточной отчетности является дифференцированный зачет, который проходит в виде защиты студентом отчета по выполненным заданиям учебной практики (см. Приложение № 2).

Промежуточная аттестация по результатам прохождения учебной практики проходит до начала экзаменационной сессии.

10. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

Перечень оценочных средств, применяемых на каждом этапе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, представлены в таблице

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
Оценочные средства текущего контроля		
Собеседование (в форме беседы, дискуссии по теме)	Средство контроля, организованное как свободная беседа, дискуссия по тематике изучаемой дисциплины, рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по всем изученным разделам, темам; свободного использования терминологии для аргументированного выражения собственной позиции.	Перечень вопросов
Оценочные средства промежуточной аттестации		
Доклад по результатам прохождения учебной практики	Средство контроля, организованное как устное выступление обучающегося по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.	Перечень вопросов

11. Шкала оценивания.

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения			
	2/ не зачтено	3/ зачтено	4/ зачтено	5/ зачтено
ЗНАТЬ: основные теоретические подходы в профессиональной области исследования	Отсутствие знаний основных теоретических подходов в профессиональной области исследования	В целом успешные, но не систематически знания основных теоретических подходов в профессиональной области исследования	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы знания основных теоретических подходов в профессиональной области исследования	Успешные и систематические знания основных теоретических подходов в профессиональной области исследования
УМЕТЬ: интерпретировать результаты современных экспериментальных и теоретических исследований в профессиональной области исследования	Отсутствие умения интерпретировать результаты современных экспериментальных и теоретических исследований в профессиональной области исследования	В целом успешное, но не систематическое умение интерпретировать результаты современных экспериментальных и теоретических исследований в профессиональной области исследования	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы умение интерпретировать результаты современных экспериментальных и теоретических исследований в профессиональной области исследования	Успешное и систематическое умение интерпретировать результаты современных экспериментальных и теоретических исследований в профессиональной области исследования
ВЛАДЕТЬ: базовыми методами проведения научно-исследовательской работы в профессиональной области исследования	Отсутствие/фрагментарное владение базовыми методами проведения научно-исследовательской работы в профессиональной области исследования	В целом успешное, но не систематическое владение базовыми методами проведения научно-исследовательской работы в профессиональной области исследования	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы базовыми методами проведения научно-исследовательской работы в профессиональной области исследования	Успешное и систематическое владение базовыми методами проведения научно-исследовательской работы в профессиональной области исследования

12. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

- Типовые вопросы из инструктажа по технике безопасности
 1. Правила работы с криогенными жидкостями.
 2. Правила работы с вакуумными системами.
 3. Правила работы с электроприборами.
 4. Правила работы с программным обеспечением.
 5. Требования безопасности перед началом работы:
не трогать без разрешения преподавателя (или лаборанта) приготовленные к работе материалы и оборудование;
внимательно выслушать инструктаж по ТБ перед проведением работы и расписаться за него в журнале по ТБ;
получить учебное задание у преподавателя (или лаборанта) на работу.
 6. Требования безопасности во время занятий:
выполнять все действия только по указанию преподавателя (лаборанта);
при знакомстве с экспериментальными установками в лабораториях кафедры соблюдать порядок и дисциплину, не делать резких движений, не трогать посторонних предметов, не включать/не выключать тумблеры и кнопки, не открывать/не закрывать вентили и краны;
выполнять только работу, строго определённую учебным заданием;
перед выполнением каждого этапа лабораторной работы внимательно выслушать предварительный инструктаж преподавателя (лаборанта).

- Типовые вопросы по тематике задач учебной практики.
 1. В чем заключается сложность математического описания поведения теплоемкости твердого тела в широком интервале температур?
 2. Почему теплоемкость твердого тела стремится к нулю при понижении температуры, а при высоких температурах выходит на постоянное значение?
 3. В чем заключаются достоинства и недостатки моделирования функцией Дебая? Сколько параметров в этой модели?
 4. В чем заключаются достоинства и недостатки моделирования функцией Эйнштейна? Сколько параметров в этой модели?
 5. Как можно оценить температуру Дебая по общему виду кривой теплоемкости, не делая расчетов?
 6. В чем заключается способ описания теплоемкости твердого тела в области низких температур?
 7. В каком интервале температур можно пользоваться приближенным законом Дебая? Как можно оценить температуру Дебая в этом интервале?
 8. Чему равен коэффициент Зоммерфельда? Какие характерные значения он принимает?
 9. Что такое температура Ферми и чему она равна в металлах?
 10. Как выглядят структурные и магнитные фазовые переходы на температурной зависимости теплоемкости твердого тела? Можно ли их различить?

11. Как можно выделить нерегулярный вклад в теплоемкость при структурном фазовом переходе?
12. В чем состоит сложность при выделении магнитного вклада в теплоемкость твердого тела?
13. Как можно выделить магнитный вклад в теплоемкость при низких температурах, используя немагнитный изоструктурный аналог?
14. Как оценить скачок теплоемкости при магнитном фазовом переходе по экспериментальной кривой и по теории молекулярного поля?
15. Как найти величину энтропии, выделяющейся при магнитном превращении, по экспериментальным данным и по теории молекулярного поля?
16. Перечислите источники магнетизма в твердом теле.
17. Какие две основные реакции на изменение внешнего магнитного поля наблюдаются у веществ?
18. Сформулируйте определение магнитной восприимчивости.
19. Какими законами описывается температурная зависимость магнитной восприимчивости, и для каких веществ они справедливы?
20. В каком интервале температур можно пользоваться законом Кюри–Вейсса? Как можно оценить эффективный магнитный момент в этом интервале?
21. Какими параметрами описывается сигнал ЭПР и в чем их физический смысл?
22. Как выбрать начальные значения параметров для обработки кривой $dP/dH(H)$?
23. Как рассчитать интегральную интенсивность спектра поглощения и как она связана с магнитной восприимчивостью вещества?
24. Как вычислить концентрацию парамагнитных центров в веществе?
25. Что такое кристаллическая решетка?
26. Какие существуют элементы симметрии?
27. Какие методы исследований атомной кристаллической структуры вы знаете?
28. Что такое дальний и ближний порядок в магнетике?
29. Приведите примеры систем с разупорядоченным основным состоянием. Что такое спиновая щель?
30. Запишите уравнение Блيني–Бауэрса.
31. Какая методика исследований эффективна для выделения низкоразмерного вклада от магнитной подсистемы и почему?
32. Что такое спиновая жидкость?
33. Как формулируется критерий Боннер–Фишера?

13. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

При аттестации обучающийся представляет отчет по практике по установленной форме (см. Приложение 2).

Типовой отчет должен содержать описание учебных задач, необходимые данные обзора научной литературы по тематике, итоговые рисунки, таблицы, полученные самостоятельно по предложенным экспериментальным данным, обработанным согласно установленным требованиям, теоретические обоснования применяемых методик и подходов.

Объем отчета и возможные дополнительные разделы (при необходимости) устанавливаются руководителем практики.

Защита отчета проводится до начала промежуточной аттестации по предметам теоретического обучения.

Материалы промежуточной аттестации обучающихся

Типовые вопросы по результатам выполнения задач учебной практики.

- Какую роль играет вклад решетки в теплоемкости твердого тела?
- Для каких веществ можно с успехом применять моделирование при помощи функций Дебая и Эйнштейна?
- В каком интервале температур можно пользоваться приближенным законом Дебая? Как можно оценить температуру Дебая в этом интервале?
- Какую роль играет электронная подсистема в теплоемкости твердого тела? Какой зависимостью от температуры она описывается?
- В каких координатах принято представлять теплоемкость в интервале низких температур, в чем удобство такого представления?
- Какой зависимостью от температуры можно описать вклад от магновов в антиферромагнетике при низких температурах? Можно ли оценить температуру Дебая в этом случае?
- Дает ли вклад магнитная подсистема парамагнетика в теплоемкость твердого тела? Какие внешние факторы влияют на этот вклад?
- Почему при магнитном фазовом переходе выделяется конечная величина энтропии?
- Какую роль в магнетизме твердого тела играют электроны на полностью заполненных оболочках иона?
- Какую роль в магнетизме твердого тела играют электроны на внутренних частично заполненных электронных оболочках иона?
- Из чего складывается суммарный магнитный момент электронной оболочки?
- Какой физический смысл имеют три параметра модифицированного закона Кюри–Вейсса?
- В чем заключается явление электронного парамагнитного резонанса?
- Какими двумя моделями описывается форма линии поглощения ЭПР в наиболее простых случаях?
- Что такое g -фактор и как его можно оценить из данных по ЭПР? Чему равен g -фактор свободного электрона?
- Типы кристаллических решеток. Как определяется трехмерная (пространственная) решетка?
- Перечислите кристаллические системы (сингонии). На какие категории они делятся?
- Изобразите вид температурной зависимости магнитной восприимчивости системы димеров.
- Изобразите вид температурной зависимости магнитной восприимчивости для цепочки спинов с $S = 1/2$.
- Какие квантовые основные состояния вы знаете?

14. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

Основная литература.

1. Киттель Ч., «Введение в физику твердого тела». М., Наука, 1978
2. Брандт Н.Б., Чудинов С.М. «Электроны и фононы в металлах». М., Издательство Московского Университета, 1990
3. Карлин Р. «Магнетохимия». М., Мир, 1989.
4. Вонсовский С.В., Магнетизм. Магнитные свойства диа-, пара, ферро-, антиферро-, и ферримагнетиков, М.: «Наука», 1971.
5. Квасников И.А. «Термодинамика и статистическая физика. Том 1. Теория равновесных систем». М., УРСС, 2002

Дополнительная литература.

1. «Физические величины. Справочник». Под ред. Григорьева И.С., Мейлихова Е.З. М., Энергоатомиздат, 1991.
2. Васильев А.Н., Волкова О.С., Зверева Е.А., Маркина М.М., «Низкоразмерный магнетизм», М. Физматлит, 2018, 304 с.
3. Tari A. The Specific Heat of Matter at Low Temperatures. “World Scientific”, Singapore, 2003.
4. Bonner J.C., Fisher M.E., *Phys. Rev.*, **135**, A640 (1964).
5. Johnston D.C., Kremer R.K., Troyer M., Wang X., Klümper A., Bud’ko S.L., Panchula A.F., Canfield P.C., *Phys. Rev. B* **61**, 9558 (2000).
6. Bonner J.C., Friedberg S.A., Kobayashi H., Meier D.L., Blote H.W.J., *Phys. Rev. B* **27**, 248 (1983).
7. Hall J.W., Marsh W.E., Weller R.R., and Hatfield W.E., *Inorg. Chem.*, **20**, 1033–1037 (1981).
8. Weeks C., Song Ya., Suzuki M., Chernova N.A., Zavalij P.Y., and Whittingham M.S, *J. Mater. Chem.*, **13**, 1420–1423 (2003).
9. Eggert S., Affleck I. and Takahashi M., *Phys. Rev. Lett.*, **73**, 332 (1994).

Интернет-ресурсы.

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY <https://elibrary.ru/>
3. Аналитическая база научных статей Web of Science <https://apps.webofknowledge.com>
4. Аналитическая база полнотекстовых научных статей Scopus <https://www.scopus.com/>
5. Научометрическая система InCites <https://apps.webofknowledge.com>
6. Научные журналы издательства Elsevier <https://www.sciencedirect.com/>

Перечень программного обеспечения (ПО)

1. Microsoft Office
2. MS Teams
3. Origin 8 Свободно распространяемое ПО для анализа данных и построения графиков
4. VESTA Свободно распространяемое ПО для визуализации кристаллических структур
5. Adobe Reader XI Свободно распространяемое ПО

Материально-техническое обеспечение

Практика может проводиться в структурных подразделениях МГУ имени М.В.Ломоносова, материальная база которых соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов занятий (лабораторной, практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки) и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Практика может осуществляться на основе договоров с организациями, деятельность которых соответствует профессиональным компетенциям, осваиваемым в рамках ОПОП ВО.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Физический факультет
Кафедра физики низких температур и сверхпроводимости

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ, ВЫПОЛНЯЕМОЕ В ПЕРИОД ПРАКТИКИ

(фамилия, имя, отчество при наличии)

студенту 3 курса

образовательной программы	<u>физика низких температур и сверхпроводимости</u>
Вид практики	<u>Учебная</u>
Тип практики	<u>ознакомительная</u>
Способ проведения	<u>стационарная</u>

Срок прохождения практики с 07 февраля 2023 г.

по 18 мая 2023 г.

Задание на практику

1) Знакомство с автоматизированными экспериментальными установками для исследования температурных и полевых зависимостей термодинамических свойств твердых тел и резонансных характеристик твердых тел, в широком диапазоне температур, магнитных полей и частот. Импорт данных эксперимента.

2) Анализ больших массивов экспериментальных данных с целью получения оценок основных параметров различных подсистем твердого тела: решеточной, зарядовой и магнитной. Выбор начальных значений параметров.

3) Практическая работа по обработке температурных зависимостей теплоемкости представителей различных классов исследуемых объектов: диэлектрик, проводник, сверхпроводник, магнетик, низкоразмерный магнетик. Представление результатов в виде готовых рисунков, диаграмм и таблиц.

4) Практическая работа по обработке температурных и полевых зависимостей намагниченности твердого тела. Оценка границ применимости классических и квантовых моделей для экспериментальных данных.

5) Обработка спектра ЭПР, оценка основных параметров, построение серии кривых для анализа температурной эволюции спектров. Классические и низкоразмерные магнетики. Численный анализ данных, работа с базовыми моделями.

6) Анализ и визуализация кристаллической структуры твердого тела по данным из научной литературы. Оценка параметров кристалла, важных для определения размерности магнитной подсистемы в нем.

Подписи:

Студент:

Руководитель практики:

к.ф.-м.н., доцент Маркина М.М.

к.ф.-м.н., м.н.с. Васильчикова Т.М.

Образец титульного листа отчета о прохождении практики

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Физический факультет

Кафедра физики низких температур и сверхпроводимости

Образовательная программа «физика низких температур и

сверхпроводимости»

специалитет

03.05.02 «Фундаментальная и прикладная физика»

О Т Ч Е Т
по учебной практике

Выполнил студент гр. 320

(ФИО)

(подпись)

Проверили:

к.ф.-м.н., доцент Маркина М.М.

к.ф.-м.н., м.н.с. Васильчикова Т.М.

(должность, ФИО руководителя практики)

(оценка)

(подпись)

(дата)

Примерная структура отчета.

1. Введение (в разделе должны быть приведены цели и задачи практики)
2. Содержательная часть.
 - 2.1. Описание учебных задач, решаемых студентом на практике (в соответствии с целями и задачами программы практики и индивидуальным заданием).
3. Исполненное индивидуальное задание.
4. Заключение
5. Приложения (графики, схемы, таблицы, алгоритмы, иллюстрации и т.п.).