

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сердитова Наталья Евгеньевна
Должность: проректор по образовательной деятельности
Дата подписания: 21.08.2025 10:37:47
Уникальный программный ключ:
6cb002877b2a1ea640fdebb0cc541e4e05322d13

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Магнетизм редкоземельных соединений

Направление подготовки

03.04.02 Физика

Направленность (профиль)

Физика конденсированного состояния вещества

Для студентов

2 курса, очной формы обучения

Составитель: к.ф.-м.н. Карпенков А.Ю.

Тверь, 2025

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины является изучение природы формирования фундаментальных свойств интерметаллических соединений редкоземельных металлов с 3-d переходными металлами, являющихся основой для создания современных функциональных материалов с уникальными магнитными характеристиками (экстремально высокой магнитной анизотропией, гигантской магнитострикцией, наивысшим на сегодня энергетическим произведением, максимальной величиной магнитокалорического эффекта).

Данная дисциплина формирует необходимые профессиональные компетенции для успешного проведения научно-исследовательской работы в рамках производственной практики, преддипломной практики и для подготовки магистерских диссертаций.

Задачами освоения дисциплины являются:

- получение знаний о физической природе формирования магнитных свойств интерметаллических соединений на основе редкоземельных и 3d- переходных металлов;
- изучение экспериментальных методов исследования физических характеристик редкоземельных соединений и сплавов;
- освоение методов анализа массива экспериментальных данных и теоретического анализа физических характеристик материалов с применением специализированного программного обеспечения.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина располагается в части учебного плана ООП, формируемой участниками образовательных отношений.

Для освоения дисциплины необходимы знания, полученные при изучении дисциплин «Физика конденсированных сред», «Магнетизм в конденсированных средах», «Статические и динамические свойства магнетиков».

Профессиональные компетенции, сформированные при изучении данной дисциплины, необходимы для успешной работы обучающегося при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины: 4 зачетных единиц, 144 академических часов, в том числе:

контактная аудиторная работа: лекции 26 часов, практические занятия 26 часов;

самостоятельная работа: 65 часов, в том числе контроль 27 часов.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен выполнять проектирование и разработку продукции в части, касающейся разработки объемных нанометаллов, сплавов и композитов на их основе, а также выбора расходных и вспомогательных материалов	ПК-3.1. Формулирует рекомендаций по изменению состава, структуры материалов, а также режимов и способов их обработки на основе анализа моделей, характеризующих связь между эксплуатационными, технологическими и инженерными свойствами и параметрами состава и структуры материала ПК-3.2. Организует процесс измерения и испытания полученных образцов на контрольном, измерительном и испытательном оборудовании ПК-3.3. Анализирует результаты испытаний образцов материалов
ПК-5 Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам	ПК-5.2. Разрабатывает планы и методические программы проведения исследований и разработок по определенной тематике ПК-5.3. Проводит анализ и теоретическое обобщение научных данных в соответствии с задачами исследования

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения

Экзамен

6. Язык преподавания русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)				Самостоятельная работа, в том числе
		Лекции		Практические занятия		
		всего	в т.ч. ПП	всего	в т.ч. ПП	
Переходные элементы в периодической системе элементов Д.И. Менделеева. Анализ параметров 4f-переходных металлов с применением доступных цифровых инструментов и физико-химических баз данных.	8	2		2		6
Редкоземельные металлы. Редкоземельные элементы в природе. Производство редкоземельных металлов (РЗМ).	8	2		2		4
Электронная структура атомов и ионов РЗМ. Кристаллическая структура и магнитные свойства РЗМ. Использование электронной базы данных кристаллической структуры материалов для определения параметров решетки РЗМ.	14	2		2		10
Магнитная структура РЗМ цериевой и иттриевой подгрупп. Теория спиральных магнитных структур Дзялошинского.	10	2		2		6
Физическая природа гигантской магнитной анизотропии и магнитострикции РЗМ.	10	2		2		6
Интерметаллические соединения. Причины образования интерметаллидов в сплавах РЗМ с 3d-переходными металлами. Диаграммы состояния. Анализ фазовых диаграмм сплавов РЗМ-М с применением специализированных цифровых инструментов.	14	2		2		10

Методы синтеза сплавов редкоземельных интерметаллидов. Расчет шихты сплавов с применением специализированного ПО.	8	2		2		4
Магнитокристаллическая анизотропия и обменные взаимодействия соединений редкоземельных интерметаллидов на основе железа и кобальта.	10	2		2		6
Постоянные магниты (ПМ) на основе интерметаллидов РЗМ с 3d-переходными металлами. Методы получения экстремально высокого энергетического произведения.	14	2		2		10
Новые функциональные материалы с экстремальными свойствами на основе интерметаллидов РЗМ с 3d-переходными металлами.	14	2		2		10
Наноструктурированные и композиционные магнитные материалы на основе сплавов редкоземельных интерметаллидов.	18	4		4		10
Компьютерный дизайн материалов. Метод компьютерного предсказания кристаллических структур USPEX.	14	2		2		10
Контроль	27					
ИТОГО	144	26		26		92

III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
Переходные элементы в периодической системе элементов Д.И. Менделеева. Анализ параметров 4f-переходных металлов с применением доступных цифровых инструментов и физико-химических баз данных.	лекция практика	традиционная лекция, групповое решение задач с применением цифровых инструментов
Редкоземельные металлы. Редкоземельные элементы в природе. Производство редкоземельных металлов (РЗМ).	лекция практика	проблемная лекция, групповое решение задач с применением цифровых инструментов

Электронная структура атомов и ионов РЗМ. Кристаллическая структура и магнитные свойства РЗМ. Использование электронной базы данных кристаллической структуры материалов для определения параметров решетки РЗМ.	лекция практика	проблемная лекция, групповое решение задач с применением цифровых инструментов
Магнитная структура РЗМ цериевой и иттриевой подгрупп. Теория спиральных магнитных структур Дзялошинского.	лекция практика	традиционная лекция активное слушание, групповое решение задач
Физическая природа гигантской магнитной анизотропии и магнитострикции РЗМ.	лекция практика	проблемная лекция, групповое решение задач
Интерметаллические соединения. Причины образования интерметаллидов в сплавах РЗМ с 3d-переходными металлами. Диаграммы состояния. Анализ фазовых диаграмм сплавов РЗМ-М с применением специализированных цифровых инструментов.	лекция практика	проблемная лекция, групповое решение задач с применением цифровых инструментов
Методы синтеза сплавов редкоземельных интерметаллидов. Расчет шихты сплавов с применением специализированного ПО.	лекция практика	проблемная лекция, групповое решение задач групповое решение задач с применением цифровых инструментов
Магнитокристаллическая анизотропия и обменные взаимодействия соединений редкоземельных интерметаллидов на основе железа и кобальта.	лекция практика	проблемная лекция, групповое решение задач с применением цифровых инструментов
Постоянные магниты (ПМ) на основе интерметаллидов РЗМ с 3d-переходными металлами. Методы получения экстремально высокого энергетического произведения.	лекция практика	проблемная лекция, групповое решение задач с применением цифровых инструментов
Новые функциональные материалы с экстремальными свойствами на основе интерметаллидов РЗМ с 3d-переходными металлами.	лекция практика	проблемная лекция, групповое решение задач с применением цифровых инструментов
Компьютерный дизайн материалов. Метод компьютерного предсказания кристаллических структур USPEX	лекция	проблемная лекция, совместная работа на вычислительной платформе

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

Типовые задания для оценки уровня формирования компетенций.

ПК-3

Задание:

- Изобразите схему ориентации спиновых и орбитальных моментов в соединении SmCo_5 .
- Запишите формулу, по которой можно оценить намагниченность двухподрешеточного магнетика. Поясните, в каких случаях она может использоваться?
- Перечислите основные особенности атомов РЗМ, которые делают эти элементы привлекательными для практических применений?
- Каково соотношение энергий МКА и обменной в редкоземельных металлах и металлах группы железа?
- Используя специализированное ПО, рассчитайте навеску сплава $\text{SmFe}_{11}\text{Ti}$, учитывая завышение по Sm.
- Используя информационную базу данных materials.springer.com опишите кристаллическую структуру соединения $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$.
- Используя информационную базу данных materials.springer.com, сравните параметры кристаллической структуры соединений, входящих в фазовую диаграмму Sm-Co.

ПК-5

Задание: получив массив экспериментальных данных в форме файлов с расширением .txt или .dat, построить зависимости в заданной системе единиц измерения; описать полученные зависимости.

Задание: получив описание объекта исследования, составить обзор его физических свойств и возможность его использования в устройствах микроэлектроники.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература

1. Физические свойства материалов : учебное пособие / В. И. Грызунов, Т. И. Грызунова, О. А. Клецова [и др.]. — 3-е изд., доп. — Москва : ФЛИНТА, 2019. — 137 с. — ISBN 978-5-9765-2404-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115546>
2. Электричество и магнетизм : учебное пособие / Ш. А. Пиралишвили, Е. В. Шалагина, Н. А. Каляева, Е. А. Попкова. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-2430-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209804>
3. Карпенков А.Ю. **Магнитные** 3d-моменты и спиновые флуктуации в интерметаллических соединениях РЗМ-3d переходный металл [Электронный ресурс] : учебное пособие. Ч. 2 : Зонные ферро- и ферримагнетики / А. Ю. Карпенков, Д. Ю. Карпенков, Г. Г. Дунаева ; Министерство науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», Физико-технический факультет, Кафедра физики конденсированного состояния. - Тверь : Тверской государственный университет, 2021.<http://megapro.tversu.ru/megaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=5277274>
4. Карпенков А. Ю. Магнитные 3d-моменты и спиновые флуктуации в интерметаллических соединениях РЗМ-3d переходный металл [Электронный ресурс] : учебное пособие. Ч. 1 : Теория зонного магнетизма. Зонные парамагнетики / А. Ю. Карпенков, Д. Ю. Карпенков, П. А. Ракунов ; Министерство науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», Физико-технический факультет, Кафедра физики конденсированного состояния. - Тверь: Тверской государственный университет, 2021. - <http://megapro.tversu.ru/megaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=5277273>

б) Дополнительная литература

1. Дубровский В. Г. Электричество и магнетизм: сборник задач и примеры их решения : учебное пособие / В. Г. Дубровский, Г. В. Харламов. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 92 с. - ISBN 978-5-7782-1600-6 ; [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228733>
2. Кузнецов С. И. Курс лекций по физике. Электростатика. Постоянный ток. Электромагнетизм. Колебания и волны : учебное пособие / С. И. Кузнецов, Л. И. Семкина, К.И. Рогозин. - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2016. - 290 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-4387-0562-8 ; [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442116>
3. Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И., Спектор А.А. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учебное пособие.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. - 168.
4. Моделирование и визуализация экспериментальных данных : учебное пособие (лабораторный практикум) / авт. - сост. Е.В. Крахоткина. — Ставрополь : СевероКавказский федеральный ун-т, 2018. — 125 с. — Текст : электронный // Электроннобиблиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/92565.html>
5. Как использовать онлайн-доску Miro в обучении // [Электронный ресурс]. <https://we.study/blog/miro>

2) Программное обеспечение

Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows

Adobe Acrobat Reader

Google Chrome

OpenOffice

Notepad++

Origin 8.1 Sr2

Многофункциональный редактор ONLYOFFICE

VLC media player

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com ;
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/> ;
3. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>
4. Онлайн – справочник по химическим и физическим свойствам материалов <https://materials.springer.com/bookshelf>
5. Онлайн – Периодическая таблица элементов (Periodic Search – SpringerMaterials) <https://materials.springer.com/periodictable>
6. База данных IRIC (Information Resources on Inorganic Chemistry) <http://iric.imet-db.ru/>
7. Базы данных института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова <http://window.edu.ru/resource/909/52909>
8. База данных по материаловедению «Материалы XXI века» НИТУ МИСИС <http://ism-data.misis.ru/>

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

Метод компьютерного предсказания кристаллических структур USPEX.
<https://uspex-team.org/ru/uspex/overview>

Онлайн-доска Miro: <https://miro.com/>

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Практическое занятие – форма систематических учебных занятий, с помощью которых обучающиеся изучают разделы дисциплины используя практико-ориентированные задания. Практическое занятие проводится на основе теоретического материала представленного на лекции. На занятиях применяются индивидуальные и групповые задания, требующие навыка работы с научной литературой, информационными системами и базами данных в области материаловедения. В качестве цифровых инструментов обработки и анализа данных используются системы визуализации данных и программа для численного анализа данных и научной графики OriginPro 8.1.

В качестве сред группового взаимодействия используется среда Microsoft Teams, LMS, онлайн-доска Miro.

При подготовке к практическим занятиям следует использовать основную литературу из представленного списка, а также руководствоваться рекомендациями и указаниями преподавателя. Для наиболее глубокого освоения дисциплины рекомендуется изучать литературу и информационные ресурсы, представленные в РПД.

Вопросы для самоподготовки

1. Периодическая система элементов Д.И.Менделеева. Переходные элементы.
2. Редкоземельные металлы. Редкоземельные элементы в природе. Производство РЗМ. Электронная структура атомов и ионов редкоземельных металлов (РЗМ).
3. Кристаллическая структура и магнитные свойства РЗМ.
4. Магнитная структура РЗМ цериевой и иттриевой подгрупп. Теория спиральных магнитных структур Дзялошинского. Природа гигантской магнитной анизотропии и магнитострикции РЗМ.
5. Интерметаллические соединения. Причины образования интерметаллидов в сплавах РЗМ с 3d-металлами.
6. Методы получения экстремально высокого энергетического производства.
7. Новые функциональные материалы с экстремальными свойствами на основе интерметаллидов РЗМ с 3d-металлами, в том числе наноструктурные и композиционные.
8. Современные цифровые способы визуализации кристаллической структуры сплавов редкоземельных интерметаллидов.
9. Цифровые платформы для анализа и

Контрольные вопросы и задания

1. Какие вещества называются металлами?
2. Какую долю среди переходных элементов составляют металлы?
3. В чем причина пластичности металлов?
4. В чем причина высокой теплопроводности металлов?
5. Назовите основные этапы развития периодической системы элементов.
6. Сколько периодов и групп в периодической системе?
7. Как определить, используя периодическую систему, высшую положительную валентность элемента?

8. Чему соответствует структура периодической системы?
9. Чем определяются свойства атомов элементов?
10. Какие элементы называются переходными?
11. Сколько всего переходных элементов?
12. Что понимают под сплавами и соединениями переходных металлов?
13. Сформулируйте принцип Паули.
14. Какова последовательность заполнения слоев электронной оболочки атома?
15. Назовите полное число электронов в слоях K, L, M, N, O, P, Q.
16. С какого элемента нарушается последовательность заполнения слоев электронной оболочки?
17. В чем физическая причина нарушения последовательности заполнения электронных слоев в переходных элементах?
18. Перечислите группы переходных металлов. Назовите число элементов в каждой группе.
19. Сколько всего редкоземельных металлов?
20. Почему к редкоземельным металлам часто относят Y и Sc?
21. На какие подгруппы подразделяют редкоземельные металлы?
22. Что такое лантаноидное сжатие?
23. Чем отличаются атомные и ионные радиусы?
24. Одинакова ли зависимость атомных и ионных радиусов РЗМ от номера элемента?
25. Назовите правила Хунда.
26. Что такое схема Рассела-Саундерса?
27. Как получают полный момент электронной оболочки в случае элементов цериевой и иттриевой подгрупп?
28. Что такое основной терм?
29. Какими буквами и как обозначают основные термы атомов и ионов?
30. Запишите и объясните обозначения основных энергетических состояний всех редкоземельных трехвалентных ионов?

31. Существует ли разница в заполнении 4f слоя у атомов и ионов РЗМ?
32. Каково содержание редкоземельных элементов в земной коре?
33. Запишите электронную конфигурацию ксенона.
34. Каково радиальное распределение плотности заряда по Хартри-Фоку?
35. Какими электронными слоями заэкранирована 4f оболочка РЗМ?
36. Какие кристаллические структуры имеют РЗМ цериевой подгруппы?
37. Какие кристаллические структуры имеют РЗМ иттриевой подгруппы?
38. Перечислите основные особенности атомов РЗМ, которые делают эти элементы привлекательными для практических применений?
39. Сопоставьте размеры атомов РЗМ и 3d металлов.
40. Запишите выражения для фактора Ланде и поясните его физический смысл.
41. Запишите выражение для константы Кюри.
42. Охарактеризуйте магнитные свойства тяжелых РЗМ.
43. Кратко опишите характер магнитного упорядочения РЗМ.
44. Как определяются экспериментальное и теоретическое значения магнитного момента при абсолютном насыщении?
45. Как определяется эффективный магнитный момент?
46. Как определяется парамагнитная точка Кюри?
47. Почему на кривых намагничивания большинства РЗМ наблюдаются аномалии?
48. Назовите основные механизмы, обеспечивающие высокую магнитокристаллическую анизотропию РЗМ?
49. Как экспериментально различить одноионный и двухионный механизмы магнитной анизотропии?
50. Каково соотношение энергий МКА и обменной в редкоземельных металлах и металлах группы железа?
51. Назовите механизмы гигантской магнитострикции РЗМ.
52. Назовите порядок величины магнитострикции РЗМ и 3d-металлов.
53. Почему часто исследуются сплавы РЗМ с иттрием и гадолинием?

54. Дайте определение интерметаллического соединения по Тейлору.
55. Дайте развернутое определение интерметаллического соединения.
56. Назовите общие черты диаграмм состояния 3d и 4f переходных металлов.
57. Почему при сплавлении РЗМ и 3d-металлов образуются интерметаллические соединения с узкой областью гомогенности?
58. Назовите основные стехиометрии интерметаллидов, образующихся при сплавлении РЗ и 3d-металлов.
59. Соединения какой стехиометрии образуют РЗМ со всеми ферромагнитными 3d-металлами?
60. Назовите кристаллические структуры интерметаллидов стехиометрии 1:2, 1:5, 2:17, образующихся при сплавлении РЗМ с 3d-металлами.
61. Поясните обозначения: CaCu_5 , $D6h/P6mm$.
62. Поясните обозначения: C15 , $O7h - Fd3m$.
63. В чем причина полиморфности некоторых интерметаллидов?
64. Чем определяется выбор структурного типа для соединений стехиометрии R_2B_{17} ?
65. Насколько близка плотность упаковки в фазах Лавеса к плотнейшей упаковке?
66. Почему модель плотного заполнения пространства не подходит для анализа структур металлических сплавов?
67. Какая физическая характеристика отражает стабильность интерметаллида?
68. Каков характер зависимости объема элементарной ячейки интерметаллидов от номера РЗМ?
69. В качестве производных от какой структуры какого соединения могут быть получены разнообразные структурные типы большинства редкоземельных интерметаллидов?
70. Какие характеристики должно иметь интерметаллическое соединение, рассматриваемое в качестве кандидата на совершенный постоянный магнит?

71. Изобразите схему ориентации спиновых и орбитальных моментов в соединении SmCo_5 .
72. Назовите интерметаллиды с максимальными известными на сегодня значениями МКА, магнитострикции, намагниченности, температуры Кюри.
73. Запишите формулу, по которой можно оценить намагниченность двухподрешеточного магнетика. Поясните, в каких случаях она может использоваться.
74. Поясните природу возникновения точки компенсации в двухподрешеточном магнетике.
75. Почему для синтеза интерметаллида для создания постоянных магнитов на основе железа необходимо обращаться к трехкомпонентным соединениям?
76. Назовите интерметаллиды, на базе которых получены постоянные магниты с максимальным известным на сегодня значением $(BH)_{\text{max}}$.
77. Какие информационные ресурсы позволяют провести анализ кристаллической структуры материалов?
78. Приведите пример информационной базы данных для изучения диаграмм состояния бинарных и многокомпонентных сплавов?
79. Поясните метод компьютерного предсказания кристаллических структур USPEX.

VII. Материально-техническое обеспечение

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебно-научная лаборатория магнитных и электрических измерений № 40 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1. Лабораторные электронные весы с гирей М-ER 122ACF JR-600.01 LCD 2. Вольтметр АКИП-2101 3. Вольтметр АКИП-2101 4. Источник питания с опцией интерфейса USB АКИП-1141 5. Источник питания с опцией интерфейса USB АКИП-1141 6. Компьютер iRU Corp 510 I5-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S 7. Компьютер с монитором 940N Core 6550 Box/Asus P5KSE/2*1024DDRII/160/7200/DVDRW/ 8. Экран настенный ScreenMedia 153*203 9. Мультиметр цифровой высокой точности UT804 10. Установка импульсного намагничивания "Мишень" 11. Мультиметр цифровой высокой точности UT804 (2 шт.) 12. Электромагнит (3 шт.) 13. Электромагнит ЭМ-1 14. Осциллограф С-1-68 15. Ферротестер 16. Блок питания Б5-9 17. Вольтметр В7-27А (2 шт.) 18. Генератор ГЗ-102 (3 шт.) 19. Источник питания Б-5-8 (2 шт.) 20. Осциллограф С-1-65 21. Генератор ГЗ-34 (2 шт.) 22. Блок питания Б-5-21 23. Микровеберметр Ф-190 24. Проектор BenQ MP777 25. Блок питания 26. Вольтметр В-7-23 27. Генератор ГЗ-109 28. Генератор Ф-578 29. Источник питания Б-5-21	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows Adobe Acrobat Reader Google Chrome OpenOffice Notepad++ Origin 8.1 Sr2 Многофункциональный редактор ONLYOFFICE VLC media player

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей	Описание внесенных	Реквизиты документа,
-------	----------------------------	--------------------	----------------------

	программы дисциплины	изменений	утвердившего изменения
1.			
2.			