


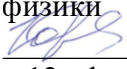


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП

Огнев А.В.



«УТВЕРЖДАЮ»
Директор департамента
общей и экспериментальной
физики

Короченцев В.В.
«12» февраля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Спинтроника и наномagnetизм

Направление подготовки 03.04.02 «Физика»

(Прикладная физика (совместно с НИЦ "Курчатовский институт" и ИАПУ ДВО РАН))

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3
лекции 0 час.
практические занятия 16 час.
лабораторные работы 34 час.
в том числе с использованием МАО лек. 0 /пр. 0 /лаб.18 час.
всего часов аудиторной нагрузки 50 час.
в том числе с использованием МАО 18 час.
самостоятельная работа 94 час.
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.
контрольные работы (количество) – не предусмотрены
курсовой проект не предусмотрен
зачет не предусмотрен
экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки по направлению подготовки 03.04.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 г. № 914.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики ШЕН ДВФУ, протокол № 3 от «05» февраля 2021 г.

Директор департамента: к.х.н., доцент, Короченцев В.В.

Составитель: к.ф.-м.н. Давыденко А.В.

Владивосток
2021

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента: _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента: _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Цель: формирование представления о составе и назначении современной спинтроники.

Задачи:

1. Формирование знаний о составе и назначении спиновой электроники.

2. Выработка навыков разработки и создания материалов для использования в спиновой электронике.

3. Выработка навыков настройки системного, прикладного и инструментального программного обеспечения систем автоматизации и управления спиновой электроники.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются профессиональные компетенции.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	ПК-1 Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива	ПК-1.1 ставит цели и задачи научного исследования в соответствующей области знаний ПК-1.2 анализирует основные достижения и концепции в области прикладной физики, нанотехнологий и наноматериалов ПК-1.3 проводит научные исследования, получает новые научные и прикладные результаты самостоятельно, и в составе научного коллектива
	ПК-2 Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	ПК-2.1 применяет методы анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач ПК-2.2 выбирает методы исследования, соотносит проблему, цели, задачи, предмет и методы исследования, формулирует проблему научного исследования, обосновывает его актуальность и новизну ПК-2.3 организывает и проводит научные исследования, обрабатывает полученные результаты
Организационно-управленческий	ПК-5 Способен планировать и организовывать исследования в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научные семинары	ПК-5.1 выбирает инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов ПК-5.2 анализирует и применяет способы планирования, и организации исследований в области прикладной физики,

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		наноматериалов и нанотехнологий
	ПК-6 Способен использовать навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей	ПК-6.1 соблюдает этапы проектирования изделий, составляющих основу компонентной базы электроники, порядок разработки технических заданий на проектирование технологических процессов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
ПК-1.1 ставит цели и задачи научного исследования в соответствующей области знаний	Знает алгоритм постановки цели и задач научного исследования
	Умеет формулировать научно-исследовательские задачи в соответствующей области знаний
	Владеет навыками постановки задачи научного исследования, теоретическими и экспериментальными методами, и средствами решения
ПК-1.2 анализирует основные достижения и концепции в области прикладной физики, нанотехнологий и наноматериалов	Знает современное состояние науки в области прикладной физики, нанотехнологий и наноматериалов
	Умеет применять передовые методы и технологии в получении новых наноструктурированных материалов
	Владеет навыками анализа основных достижений и концепций в современной науке для разработки собственного технологического процесса создания наноматериалов и изделий электронной техники
ПК-1.3 проводит научные исследования, получает новые научные и прикладные результаты самостоятельно, и в составе научного коллектива	Знает основы научно-исследовательской деятельности
	Умеет самостоятельно выбирать эффективные методы решения поставленных задач и разрабатывать новые методы для получения новых научных, и прикладных результатов
	Владеет современными методами решения профессиональных задач; навыками осуществления самостоятельной и коллективной научно-исследовательской деятельности
ПК-2.1 применяет методы анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	Знает основные методы анализа концептуальных и теоретических моделей решения научных задач
	Умеет выбирать методы анализа концептуальных и теоретических моделей для решения конкретной задачи
	Владеет методами анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач
ПК-2.2 выбирает методы исследования, соотносит проблему, цели, задачи, предмет и методы исследования, формулирует проблему научного исследования, обосновывает его актуальность и новизну	Знает основные методы проведения научного исследования
	Умеет формулировать проблему, обосновывать актуальность и новизну научного исследования, применять методы прикладной физики к решению конкретной научной задачи
	Владеет навыками профессионального мышления,

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
	необходимыми для адекватного использования методов современной физики в теоретических и прикладных задачах, понятийным аппаратом
ПК-2.3 организывает и проводит научные исследования, обрабатывает полученные результаты	Знает методику проведения научного исследования
	Умеет организовывать НИР в научном коллективе, распределять и делегировать выполняемую работу
	Владеет навыками аналитической работы, методами и технологиями проведения научного исследования
ПК-5.1 выбирает инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов	Знает основные инструменты для организации исследований в области прикладной физики
	Умеет применять необходимые инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов
	Владеет основными инструментами для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов
ПК-5.2 анализирует и применяет способы планирования, и организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий	Знает основные способы планирования, и организации исследований
	Умеет выбирать способы планирования исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий
	Владеет навыками организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий
ПК-6.1 соблюдает этапы проектирования изделий, составляющих основу компонентной базы электроники, порядок разработки технических заданий на проектирование технологических процессов	Знает этапы проектирования изделий, составляющих основу компонентной базы электроники
	Умеет поэтапно проектировать изделия, составляющие основу компонентной базы электроники, формулировать техническое задание на проектирование технологических процессов
	Владеет навыками разработки технических заданий на проектирование технологических процессов

1. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы 144 академических часа, в том числе 50 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и 94 академических часа на самостоятельную работу обучающихся (в том числе 36 час. на подготовку к экзамену).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лб	Лабораторные занятия
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Контроль	Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР		
1	Раздел 1. Ферромагнетизм тонких пленок	3		34	8		28	36	Экзамен
2	Раздел 2. Магнитные наноструктуры	3			8		30		
	Итого:			34	16		58	36	

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Не предусмотрено

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Лабораторные работы

Лабораторная работа 1. Вакуумные системы.

Студенты изучают устройство вакуумных систем, вакуумные насосы, устройства перемещения и манипулирования образцами в вакууме.

Лабораторная работа 2. Методы осаждения тонких пленок.

В данной работе студенты работают с техникой и оборудованием, предназначенным для осаждения тонких магнитных пленок.

Лабораторная работа 3. Фотолитография.

В данной работе студенты наблюдают и осуществляют процесс создания простых литографических структур микромасштаба, например, контактных площадок. Наносят фоторезист нужной толщины, смывают его, проявляют шаблоны.

Лабораторная работа 4. Электронно-лучевая литография и сканирующая электронная микроскопия.

В данной работе студенты изучают принципы функционирования сканирующего электронного микроскопа. Они учатся перемещаться по поверхности образца, менять увеличение, режимы работы, делать снимки.

Лабораторная работа 5. Электронно-лучевая литография.

В данной работе студенты создают наношаблоны из фоторезиста. Для этого используется электронно-лучевая литография в комбинации со сканирующим электронным микроскопом. Студенты наблюдают и осуществляют полный процесс создания шаблона, включая загрузку образцов, манипулирование, настройку, экспонирование по меткам.

Лабораторная работа 6. Измерение магнитной анизотропии тонких пленок на вибромагнитометре.

В данной работе студенты работают на вибромагнитометре, наклеивают образцы на держатель, снимают петли магнитного гистерезиса под разными азимутальными углами к направлению магнитного поля.

Лабораторная работа 7. Измерение магнитных свойств массивов нанообъектов на вибромагнитометре.

В данной работе студенты измеряют полярные диаграммы массивов наночастиц, чтобы по ним определить механизм их перемагничивания.

Лабораторная работа 8. Исследование однородности магнитных свойств тонких пленок.

В данной работе студенты измеряют карту распределения коэрцитивной силы по поверхности тонкой магнитной пленки с помощью Керр-магнитометра и делают выводы об однородности магнитных свойств образца.

Лабораторная работа 9. Исследование магнитных свойств массивов нанообъектов на магнитометре Керра.

В данной работе студенты исследуют локальные магнитные свойства массивов нанообъектов. Особенность данной работы заключается в том, что студенты в ней могут понять разницу интегральных методов измерения (таких как вибромагнитометр) и локальных методов (таких как Керр-магнитометр).

Лабораторная работа 10. Исследование процессов перемагничивания и доменной структуры тонких пленок с помощью Керр-микроскопа.

В данной работе студенты работают на Керр-микроскопе. Регистрируют магнитную структуру образцов при различных магнитных полях, измеряют петли магнитного гистерезиса.

Практические занятия

Раздел 1. Ферромагнетизм тонких пленок.

Тема 1. Диа-, пара- и ферромагнетики.

Диамагнетизм. Парамагнетизм. Классическая теория парамагнетизма. Квантовая теория парамагнетизма. Ферромагнетизм. Теория молекулярного поля. Обменное взаимодействие. Зонная теория ферромагнетизма.

Тема 2. Магнитные анизотропии.

Магнитокристаллическая анизотропия. Размагничивающее поле. Анизотропия формы. Магнитоупругая анизотропия. Поверхностная анизотропия. Наведенные анизотропии.

Тема 3. Доменные структуры в тонких пленках.

Природа образования доменов. Виды доменных границ. Ширина доменных стенок. Размер доменов. Замыкающие домены. Лабиринтные доменные структуры. Киральные доменные границы.

Раздел 2. Магнитные наноструктуры.

Тема 4. Получение наноструктур.

Рентгеновская литография. Ионно-лучевая литография. Электронно-лучевая литография. Травление сфокусированным ионным пучком.

Тема 5. Свойства магнитных наноструктур.

Наноточки. Нанопроволоки. Наностолбики. Антиточки. Массивы из магнитных наноструктур. Процессы перемагничивания наноструктур. Доменные структуры и доменные границы. Перспективы применения в магнитной памяти.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля

1	в течение семестра	Работа с основной и дополнительной литературой, интернет-источниками. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	58 час.	УО-4 Дискуссия ПР-4 Краткий реферат ПР-6 Лабораторная работа
2	в течение семестра	Подготовка к экзамену	36 час.	Экзамен
	ИТОГО		94 час.	

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью образовательного процесса и рассматривается как организационная форма обучения. Самостоятельная работа по дисциплине осуществляется в виде внеаудиторных форм познавательной деятельности.

Самостоятельная работа включает в себя подготовку к практическим и лабораторным занятиям (в том числе, подготовку кратких рефератов, подготовку к дискуссиям и лабораторным работам), работу с литературой, подготовку к экзамену.

Работа с литературой.

Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы, в том числе при подготовке к практическим и лабораторным занятиям, курсового проекта рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах

или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Подготовка к практическим занятиям.

По каждой теме практического занятия должен быть представлен краткий реферат, в котором кратко изложено содержание вопросов, вынесенных на практическое занятие. Предоставление всех кратких рефератов необходимо для получения допуска к экзамену.

Краткий реферат должен быть написан каждым студентом самостоятельно. Студент должен использовать только те литературные источники (научные статьи, монографии, пособия и т.д.), которые имеют прямое отношение к теме занятия. Не допускаются отстраненные рассуждения, не связанные с анализируемым вопросом. Студенту необходимо строго придерживаться логики изложения – начинать с определения и анализа понятий, перейти к постановке проблемы, проанализировать пути ее решения и сделать соответствующие выводы. Работа должна быть достаточно краткой, но раскрывающей все вопросы темы занятия. Единых и обязательных параметров составления краткого реферата (степень сокращения/представления информации) не предлагается. Объем текста определяется самим студентом.

На практическом занятии содержание краткого реферата докладывается одним из авторов и обсуждается совместно со всеми обучающимися.

Подготовка к дискуссии.

Дискуссия проводится в рамках последних практических занятий по каждому разделу дисциплины.

Студент должен использовать дополнительные материалы при подготовке выступления. Выступление по теме дискуссии должно отличаться четкостью выражения мыслей, аргументацией и обоснованностью выводов. Не допускаются отстраненные рассуждения, не связанные с вопросом дискуссии. Ответы на все дополнительные вопросы, заданные участниками дискуссии, должны отличаться достаточным объемом знаний и полнотой раскрытия вопроса дискуссии, четкостью выражения мыслей, характеризующих знание дополнительной литературы, понятийно-терминологического аппарата, умение ими пользоваться при ответе.

Подготовка к лабораторным занятиям. Перед выполнением лабораторных работ студенты должны ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия. Если при изучении теоретического материала возникли вопросы, задать вопрос преподавателю.

После выполнения каждого этапа работы, необходимо сделать анализ полученных результатов. Если результат удовлетворяет всем требованиям, указанным в задании, перейти к следующему этапу. В противном случае, если результат не удовлетворяет требованиям задания, приводит к некорректным выводам и/или ответам, необходимо проанализировать причины, приведшие к ошибкам. Работа над ошибками является одним из условий процесса совершенствования знаний и навыков а, следовательно, успешной учебы и работы.

Структура отчета по лабораторной работе

Отчеты представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MS Word.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, построенные диаграммы, таблицы, приложения, список литературы и (или) расчеты, сопровождая необходимыми пояснениями и иллюстрациями в виде схем, экранных форм («скриншотов») и т. д.

Структурно отчет, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

- *Титульный лист* – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета);

- *Исходные данные к выполнению заданий* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.);

- *Основная часть* – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: разделы – подразделы – пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных;

- *Выводы* – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);

- *Список литературы* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии);

- *Приложения* – необязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит дополнительные материалы к основной части отчета.

Оформление отчета по лабораторной работе

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении

отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы, «скриншоты»);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

Набор текста

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы - левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).

- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать, как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все приложения включаются в общую сквозную нумерацию страниц работы.

Подготовка к экзамену.

К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все лабораторные работы, предоставившие краткие рефераты по всем темам практических занятий, выполнившие контрольную работу.

Выполнение самостоятельной работы студентами необходимо для успешного закрепления изученного материала и навыков, приобретенных на лабораторных и практических занятиях.

5. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования индикаторов компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Ферромагнетизм тонких пленок	ПК-1.1	знает	УО-4 Дискуссия	Экзамен
		ПК-1.2	умеет		
		ПК-1.3			
		ПК-2.1	владеет	ПР-4 Краткий реферат	
		ПК-2.2			
		ПК-2.3			
		ПК-5.1	владеет	ПР-6 Лабораторная работа	
		ПК-5.2			
		ПК-6.1			
2	Раздел 2. Магнитные наноструктуры	ПК-1.1	знает	УО-4 Дискуссия	Экзамен
		ПК-1.2	умеет		
		ПК-1.3			
		ПК-2.1	владеет	ПР-4 Краткий реферат	
		ПК-2.2			
		ПК-2.3			
		ПК-5.1	владеет	ПР-6 Лабораторная	

		ПК-5.2 ПК-6.1		работа	
--	--	------------------	--	--------	--

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе ФОС.

6. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Берлин, Б. В. Получение тонких пленок реактивным магнетронным распылением [Электронный ресурс] / Берлин Б.В., Сейдман Л.А. — Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2014.— 256 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31877.html>

2. Бондаренко, Г. Г. Материаловедение / Бондаренко Г. Г., Кабанова Т. А., Рыбалко В. В. — М.: Юрайт, 2012. — 360 с. ЭК НБ ДВФУ: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:670440&theme=FEFU>

3. Драгунов, В. П. Микро- и нанoeлектроника: Учебное пособие для ВУЗов / Драгунов В.П., Остертак Д.И. — Новосибирск, НГТУ, 2012. — 38 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45107.html>

4. Старостин, В. В. Материалы и методы нанотехнологии : учебное пособие / под общ. ред. Л.Н. Патрикеева. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. — 431 с. ЭК НБ ДВФУ: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:265078&theme=FEFU>

Дополнительная литература

1. Волков, Н. В. Физика магнитных явлений. Ферромагнетизм: Учебное пособие / Н.В. Волков. — Красноярск: изд-во СФУ, 2015. — 125 с. — Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01008028682>

2. Воротынцев, В. М. Базовые технологии микро- и наноэлектроники: учебное пособие / Воротынцев В.М. Скупов В.Д. - М.: Проспект, 2018. — 520 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469679>

3. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 2. Электричество и магнетизм [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.В. Савельев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 352 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/705>

4. Юраков, Ю. А. Получение тонких пленок сложного состава методом испарения и конденсации в вакууме: учебно-методическое пособие для вузов / Юраков Ю.А. — Воронеж: Изд-во ВГУ, 2008. — 18 с. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/535/65535>

Интернет-ресурсы

1. Нанотехнологии в России <http://www.nanonewsnet.ru>
2. Российский электронный наножурнал <http://www.nanorf.ru>
3. Журнал «Наука и жизнь» <https://www.nkj.ru>
4. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
5. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
6. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online» www.biblioclub.ru
7. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия www.iqlib.ru

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется общее программное обеспечение компьютерных учебных классов (Windows XP, Microsoft Office и др.).

1. Программный пакет для набора текста и презентаций Microsoft office.

2. Программа для анализа доменной структуры Gwyddion версии 2.5 и выше. Распространяется свободно.

3. Программный пакет Microsoft Excel для построения графиков и таблиц.

7.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу.

При организации учебной деятельности на занятиях широко используются как традиционные, так и современные электронные носители информации, а также возможности информационных и коммуникационных образовательных технологий.

Практические и лабораторные занятия проводятся в учебной группе.

Со стороны преподавателя студентам оказывается помощь в формировании навыков работы с литературой, анализа литературных источников.

Следует учитывать, что основной объем информации студент должен усвоить в ходе систематической самостоятельной работы с материалами, размещенными как на электронных, так и на традиционных носителях.

Для углубленного изучения материала курса дисциплины рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу.

Литературные источники доступны обучаемым в научной библиотеке (НБ) ДВФУ, а также в электронных библиотечных системах (ЭБС), с доступом по гиперссылкам — ЭБС издательства "Лань" (<http://e.lanbook.com/>), ЭБС Znanium.com НИЦ "ИНФРА-М" (<http://znanium.com/>), ЭБС IPRbooks (<http://iprbookshop.ru/>) и другие ЭБС, используемые в ДВФУ <https://www.dvfu.ru/library/electronic-resources/>

Формами текущего контроля результатов работы студентов по

дисциплине являются краткие рефераты, лабораторные работы, контрольная работа.

Итоговый контроль по дисциплине осуществляется в форме экзамена в конце 3 семестра.

Организация деятельности студента.

Практическое занятие. Перед практическим занятием студенты должны ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия и составить краткий реферат по вопросам темы. Если при изучении теоретического материала возникли вопросы, задать вопрос преподавателю. На практических занятиях проводятся обсуждения кратких рефератов. При подготовке к дискуссии студентам необходимо повторить теоретический материал по нужному разделу дисциплины.

Лабораторное занятие. Перед выполнением лабораторных работ студенты должны ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия. Если при изучении теоретического материала возникли вопросы, задать вопрос преподавателю.

После выполнения каждого этапа работы, необходимо сделать анализ полученных результатов. Если результат удовлетворяет всем требованиям, указанным в задании, перейти к следующему этапу. В противном случае, если результат не удовлетворяет требованиям задания, приводит к некорректным выводам и/или ответам, необходимо проанализировать причины, приведшие к ошибкам. Работа над ошибками является одним из условий процесса совершенствования знаний и навыков а, следовательно, успешной учебы и работы.

Самостоятельная работа. Выполнение самостоятельной работы студентами необходимо для успешного закрепления изученного материала и навыков, приобретенных на практических и лабораторных занятиях.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения исследований, связанных с выполнением задания по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 502. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Доска аудиторная.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы	Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)	IBM SPSS Statistics Premium Campus Edition. Поставщик ЗАО Прогностические решения. Договор ЭА-442-15 от 18.01.2016 г., лот 5. Срок действия договора с 30.06.2016 г. Лицензия - бессрочно. SolidWorks Campus 500. Поставщик Солид Воркс Р. Договор 15-04-101 от 23.12.2015 г. Срок действия договора с 15.03.2016 г. Лицензия - бессрочно. АСКОН Компас 3D v17. Поставщик Нави-ком. Договор 15-03-53 от 20.12.2015 г. Срок действия договора с 31.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. MathCad Education University Edition. Поставщик Софт Лайн Трейд. Договор 15-03-49 от 02.12.2015 г. Срок действия договора с 30.11.2015 г. Лицензия - бессрочно. Windows Edu Per Device 10 Education. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА-261-18 от 30.06.2018 г. Под-писка. Срок действия договора с 30.06.2018 г. Лицензия - 30.06.2020 г. Office Professional Plus 2019. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА-261-18 от 30.06.2018 г. Подписка. Срок

		действия договора с 30.06.2018 г. Лицензия - бессрочно. Autocad 2018. Поставщик Autodesk. Договор № 110002048940 от 27.10.2018 г. Сетевая, конкурентная. Срок действия договора с 27.10.2018 г. Лицензия - 27.10.2021 г. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.
--	--	---

В лаборатории «Пленочных технологий» имеются установки, необходимые для получения наноструктурированных пленок и магнитных наносистем (Вакуумные установки Omicron, оснащенные методами исследования структурных свойств пленок). Также имеются установки для измерения магнитных свойств пленок:

вибрационный магнетометр, магнитометр на основе эффекта Керра, сканирующая электронная микроскопия, атомная силовая микроскопия, магнитная силовая микроскопия, Керр-микроскоп.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

9. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
ПК-1.1 ставит цели и задачи научного исследования в соответствующей области знаний	Знает алгоритм постановки цели и задач научного исследования
	Умеет формулировать научно-исследовательские задачи в соответствующей области знаний
	Владеет навыками постановки задачи научного исследования, теоретическими и экспериментальными методами, и средствами решения
ПК-1.2 анализирует основные достижения и концепции в области прикладной физики, нанотехнологий и наноматериалов	Знает современное состояние науки в области прикладной физики, нанотехнологий и наноматериалов
	Умеет применять передовые методы и технологии в получении новых наноструктурированных материалов
	Владеет навыками анализа основных достижений и

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
	концепций в современной науке для разработки собственного технологического процесса создания наноматериалов и изделий электронной техники
ПК-1.3 проводит научные исследования, получает новые научные и прикладные результаты самостоятельно, и в составе научного коллектива	Знает основы научно-исследовательской деятельности
	Умеет самостоятельно выбирать эффективные методы решения поставленных задач и разрабатывать новые методы для получения новых научных, и прикладных результатов
	Владеет современными методами решения профессиональных задач; навыками осуществления самостоятельной и коллективной научно-исследовательской деятельности
ПК-2.1 применяет методы анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	Знает основные методы анализа концептуальных и теоретических моделей решения научных задач
	Умеет выбирать методы анализа концептуальных и теоретических моделей для решения конкретной задачи
	Владеет методами анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач
ПК-2.2 выбирает методы исследования, соотносит проблему, цели, задачи, предмет и методы исследования, формулирует проблему научного исследования, обосновывает его актуальность и новизну	Знает основные методы проведения научного исследования
	Умеет формулировать проблему, обосновывать актуальность и новизну научного исследования, применять методы прикладной физики к решению конкретной научной задачи
	Владеет навыками профессионального мышления, необходимыми для адекватного использования методов современной физики в теоретических и прикладных задачах, понятийным аппаратом
ПК-2.3 организывает и проводит научные исследования, обрабатывает полученные результаты	Знает методику проведения научного исследования
	Умеет организовывать НИР в научном коллективе, распределять и делегировать выполняемую работу
	Владеет навыками аналитической работы, методами и технологиями проведения научного исследования
ПК-5.1 выбирает инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов	Знает основные инструменты для организации исследований в области прикладной физики
	Умеет применять необходимые инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов
	Владеет основными инструментами для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов
ПК-5.2 анализирует и применяет способы планирования, и организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий	Знает основные способы планирования, и организации исследований
	Умеет выбирать способы планирования исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий
	Владеет навыками организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий
ПК-6.1 соблюдает этапы проектирования изделий,	Знает этапы проектирования изделий, составляющих основу компонентной базы электроники

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
составляющих основу компонентной базы электроники, порядок разработки технических заданий на проектирование технологических процессов	Умеет поэтапно проектировать изделия, составляющие основу компонентной базы электроники, формулировать техническое задание на проектирование технологических процессов
	Владеет навыками разработки технических заданий на проектирование технологических процессов

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования индикаторов компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел 1. Ферромагнетизм тонких пленок	ПК-1.1	знает	УО-4 Дискуссия	Экзамен
		ПК-1.2	умеет		
		ПК-1.3			
		ПК-2.1	умеет	ПР-4 Краткий реферат	
		ПК-2.2			
		ПК-2.3			
		ПК-5.1	владеет	ПР-6 Лабораторная работа	
		ПК-5.2			
		ПК-6.1			
2	Раздел 2. Магнитные наноструктуры	ПК-1.1	знает	УО-4 Дискуссия	Экзамен
		ПК-1.2	умеет		
		ПК-1.3			
		ПК-2.1	умеет	ПР-4 Краткий реферат	
		ПК-2.2			
		ПК-2.3			
		ПК-5.1	владеет	ПР-6 Лабораторная работа	
		ПК-5.2			
		ПК-6.1			

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Для дисциплины используются следующие оценочные средства:

1. Дискуссия (УО-4)
2. Краткий реферат (ПР-4)
3. Лабораторная работа (ПР-6)

Требования к представлению и оцениванию материалов (результатов)

Дискуссия (УО-4) - средство, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.

Цель дискуссии – включить обучающихся в процесс обсуждения вопроса и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, применять основные техники системного рефлексивного мышления, техники и приемы организации профессионального взаимодействия. Участие в дискуссии позволяет студенту научиться четко и грамотно формулировать мысли, использовать базовые знания в профессиональной сфере, осуществлять групповое взаимодействие. Дискуссия выступает важным средством достаточно оперативной обратной связи.

Дискуссия проводится в рамках последних практических занятий по каждому разделу дисциплины. Студент должен использовать дополнительные материалы при подготовке выступления.

Выступление по теме дискуссии должно отличаться четкостью выражения мыслей, аргументацией и обоснованностью выводов. Не допускаются отстраненные рассуждения, не связанные с вопросом дискуссии. Ответы на все дополнительные вопросы, заданные участниками

дискуссии, должны отличаться достаточным объемом знаний и полнотой раскрытия вопроса дискуссии, четкостью выражения мыслей, характеризующих знание дополнительной литературы, понятийно-терминологического аппарата, умение ими пользоваться при ответе.

Вопросы для дискуссии

1. Вакуумные системы:

вакуумные насосы, горизонтальные манипуляторы, вертикальные манипуляторы, гофрированные трубы, иллюминаторы, системы нагрева и охлаждения, вакуумные токовводы, системы напуска газов, игольчатые клапаны, пневматические заслонки, ионные лампы, системы определения давления, вакуумные смазки, вакуумные масла в насосах, их характеристики, гелиевые течеискатели, квадрупольные масс-спектрометры.

Методы осаждения тонких пленок:

резистивный метод, материалы спиралей, преимущества и недостатки метода, термический метод, эффузионные ячейки, характеристики метода, его преимущества и недостатки, электронно-лучевой метод, характеристики метода, его преимущества и недостатки, магнетронный и ионно-плазменный методы, их преимущества и недостатки, сравнительный анализ всех методов.

Фотолитография:

дифракция быстрых электронов, устройство пушки, система линз, фокусировка электронного пучка, предельное разрешение, флуоресцентные экраны, рентгеновская спектроскопия, материалы катодов, устройство пушки, длины волн излучений, полусферический перестраиваемый детектор, принципы работы, точность, ультрафиолетовая спектроскопия, принципы функционирования пушки, диапазоны длин волн получаемых спектров, сканирующая туннельная микроскопия, послойное травление аргоновым пучком, система предварительной очистки поверхности

ионами аргона, какую информацию можно получить отдельным методом исследования.

2. Сканирующий электронный микроскоп:

физические принципы сканирующей электронной микроскопии, устройство сканирующего электронного микроскопа, данные, получаемые с помощью сканирующего электронного микроскопа, типы образцов, которые можно исследовать, проблема стекания заряда, предельное разрешение.

Электронно-лучевая литография:

принцип формирования шаблона на полимерной пленке электронным пучком. Физико-химические основы процесса взаимодействия электронного пучка с полимером. Этапы процесса: подготовка образца, создание цифрового шаблона, расчет параметров экспонирования, экспозиция, проявка, удаление резиста. Обзор и сравнение нанолитографов. Физический предел разрешения. Используемые резисты и их характеристики. Проектирование шаблона наноструктур. Система Raith e-Line на базе SEM Zeiss Crossbeam. Возможности системы. Принцип работы. Подготовка подложек для экспонирования (методы очистки поверхности, центрифугирование резистов, сушка в печи).

Вибромагнитометр:

устройство вибромагнитометра, параметры вибромагнитометра Lakeshore 7400, физические принципы работы вибромагнитометра, калибровка магнитного момента, влияние формы образца на измерения, измерение энергии магнитной анизотропии, механизмы перемагничивания наночастиц

Магнитометр на основе эффекта Керра:

эффект магнитооптического эффекта Керра, продольный, поперечный и полярный эффекты Керра, устройство магнитометра

Nanome-2, основанного на эффекте Керра, принципы работы магнитометра, причины неоднородности магнитных свойств образцов, измерения эллиптичности и вращения.

Микроскоп на основе эффекта Керра:

эффект магнитооптического эффекта Керра, продольный, поперечный и полярный эффекты Керра, устройство микроскопа Eviscomagnetics, основанного на эффекте Керра, принципы работы микроскопа, виды доменных структур, типы доменных границ, система виброизоляции, система оптической стабилизации, предельное разрешение, иммерсионная Керр-микроскопия.

Магнитно-силовой микроскоп:

устройство магнитно-силового микроскопа Nt-MDT IntegraAura, принципы работы, виды магнитных кантилеверов, предельное разрешение, размер области сканирования, влияние кантилевера на образец, время получения скана, сравнение с Керр-микроскопом.

Критерии оценки:

Уровень освоения	Критерии оценки результатов обучения	Количество баллов / оценка
повышенный	Студент принял участие в дискуссии, подготовил выступление, четко выразил своё мнение по вопросу, аргументировал его. Приведены примеры. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Студент ответил на все дополнительные вопросы, заданные участниками дискуссии.	100 – 86 Зачтено
базовый	Студент принял участие в дискуссии, подготовил выступление, выразил своё мнение по вопросу, аргументировал его. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Студент смог ответить только на часть дополнительных вопросов, заданных участниками дискуссии.	85-76 Зачтено
пороговый	Студент принял участие в дискуссии, подготовил выступление, выразил своё мнение по вопросу. Студент не смог ответить на дополнительные вопросы, заданные участниками дискуссии.	75-61 Зачтено

уровень не достигнут	Студент не принял участие в дискуссии, либо подготовленное выступление содержит существенные ошибки. Студент неверно ответил или не смог ответить на дополнительные вопросы, заданные участниками дискуссии.	60-0 Не зачтено
----------------------	--	--------------------

Краткий реферат (ПР-4) - продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде вопросов определенной темы практического занятия, где автор раскрывает суть вопросов, приводит различные точки зрения на проблему, а также собственные взгляды на нее.

Краткий реферат должен быть написан каждым студентом самостоятельно. Студент должен использовать только те литературные источники (научные статьи, монографии, пособия и т.д.), которые имеют прямое отношение к теме занятия. Не допускаются отстраненные рассуждения, не связанные с анализируемым вопросом. Студенту необходимо строго придерживаться логики изложения – начинать с определения и анализа понятий, перейти к постановке проблемы, проанализировать пути ее решения и сделать соответствующие выводы. Работа должна быть достаточно краткой, но раскрывающей все вопросы темы занятия.

На каждом практическом занятии содержание краткого реферата докладывается одним из авторов и обсуждается совместно со всеми обучающимися. Вопросы содержатся в разделе практические занятия.

Написание краткого реферата позволяет студенту научиться четко и грамотно формулировать мысли, использовать основные категории анализа, структурировать информацию, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы.

Краткий реферат пишется студентами к каждому практическому занятию, по вопросам занятия.

При оценке краткого реферата учитываются соответствие содержания вопросам занятия, умение работать с научной литературой, техническими документами, логически мыслить, владеть профессиональной терминологией. При обсуждении краткого реферата ответы должны отличаться достаточным объемом знаний, глубиной и полнотой раскрытия темы, логической последовательностью, четкостью выражения мыслей и обоснованностью выводов, характеризующих знание понятийно-терминологического аппарата, умение им пользоваться при ответе.

По результатам студенту выставляется определенное количество баллов.

Критерии оценки:

Уровень освоения	Критерии оценки результатов обучения	Количество баллов / оценка
Повышенный	При написании краткого реферата студент выразил свое мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Ответ показывает прочные знания основных понятий изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия вопроса; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, делать выводы, давать аргументированные ответы, приводить примеры; логичность и последовательность ответа. Студент ответил на все основные и дополнительные вопросы, заданные преподавателем по теме практического занятия.	100-86 Зачтено
Базовый	Работа характеризуется последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Ответ показывает прочные знания основных понятий изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия вопроса; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, делать выводы, давать аргументированные ответы, приводить примеры; логичность и	85-76 Зачтено

	последовательность ответа. Студент ответил на все основные и дополнительные вопросы, заданные преподавателем по теме практического занятия.	
Пороговый	Студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование темы. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы. Ответ, свидетельствующий в основном о знании понятий изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия вопроса; знании основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры. Студент ответил на часть основных или дополнительных вопросов, заданных преподавателем по теме практического занятия.	75-61 Зачтено
Уровень не достигнут	Работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст, без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы. Ответ, обнаруживающий незнание понятий изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием вопроса; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа; неумением давать аргументированные ответы, отсутствием логичности и последовательности. Студент не ответил на вопросы, заданные преподавателем по теме практического занятия, либо допустил множество ошибок в ответе.	60-0 Не зачтено

Лабораторная работа (ПР-6) - средство для закрепления и практического освоения материала по дисциплине.

Приступая к выполнению лабораторной работы, прежде всего, студенту необходимо подробно изучить ход выполнения работы по теме лабораторного занятия, соответствующую литературу, требования к содержанию и структуре задания. Студент должен определить и усвоить ключевые понятия и представления. В случае возникновения трудностей студент должен и может обратиться за консультацией к преподавателю.

Выполнение лабораторной работы направлено на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений и

навыков. Приступая к выполнению лабораторной работы, прежде всего, студенту необходимо подробно изучить вопросы практических занятий, соответствующую литературу, требования к содержанию и структуре задания. Студент должен определить и усвоить ключевые понятия и представления. В случае возникновения трудностей студент должен и может обратиться за консультацией к преподавателю.

Критерием оценки выполнения лабораторной работы является умение студента синтезировать, анализировать, обобщать фактический материал с формулированием конкретного результата. Оценивается творческий уровень, позволяющий диагностировать умения, интегрировать знания, аргументировать выводы, полнота выполненных заданий, качество полученных научных результатов, качество обработки графических результатов, качество оформления отчета, использование правил и стандартов оформления текстовых и электронных документов.

Критерии оценки:

Уровень освоения	Критерии оценки результатов обучения	Количество баллов / оценка
Повышенный	Студент выполнил лабораторную работу, грамотно решил поставленную задачу с представлением результата. Продемонстрировано знание и владение навыками самостоятельной работы по заданной теме, технологиями, методами и приемами анализа ситуации. Требования к содержанию и структуре отчета полностью соблюдены.	100-86 Зачтено
Базовый	Студент выполнил лабораторную работу, решил поставленную задачу с представлением результата. Продемонстрировано владение навыком самостоятельной работы по заданной теме, методами анализа ситуации. В целом соблюдаются требования, предъявляемые к содержанию и структуре отчета. Допущено не более 2 ошибок или неточностей при выполнении работы.	85-76 Зачтено
Пороговый	Студент выполнил лабораторную работу, но обнаружил фрагментарные, поверхностные знания темы; испытывает затруднения с использованием ключевых понятий, выполнением задания в целом. В целом соблюдаются требования, предъявляемые к содержанию и структуре отчета. Допущено не более 5	75-61 Зачтено

	ошибок или неточностей при выполнении лабораторной работы.	
Уровень не достигнут	Студент частично выполнил лабораторную работу, обнаружил незнание темы и ключевых понятий. Не соблюдены требования к содержанию и структуре отчета. Допущено более 5 ошибок или неточностей при выполнении лабораторной работы.	60-0 Не зачтено

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Форма отчётности по дисциплине – экзамен (3-й, осенний семестр). Студент допускается к экзамену после получения положительных оценок за задания текущей аттестации, выполненные в течение семестра (оценочные средства для текущего контроля). Экзамен по дисциплине проводится в форме собеседования.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка.

Вопросы к экзамену

1. Намагниченность, магнитный момент кругового витка с током, магнитная индукция, магнитный поток, магнитная восприимчивость, виды магнетиков

2. Потенциальная энергия магнитного момента в магнитном поле, момент вращения, поле рамки с током, петля магнитного гистерезиса, коэрцитивная сила, намагниченность насыщения. Магнитомеханические явления, орбитальные и спиновые механические и магнитные моменты электрона, гиромангнитное отношение, магнетон Бора, опыты Эйнштейна де Гааз

3. Поле размагничивания, коэффициенты размагничивания, частный случаи вытянутого эллипсоида (нанопроволока), сплюснутого эллипсоида (тонкая пленка), магнитные измерения в открытых магнитных цепях

4. Диамагнетизм, орбитальный магнитный момент, спиновый магнитный момент, магнетон Бора, Ларморова частота, диамагнитный момент

5. Классическая теория парамагнетизма. Магнитный момент атома. Намагничивание парамагнетика. Закон Кюри-Вейсса.

6. Квантовая теория парамагнетизма. Полный магнитный момент. G-фактор, эффективный магнитный момент, проекция эффективного магнитного момента на ось поля. Намагничивание парамагнетика. Закон Кюри-Вейсса. Ферромагнетизм. Теория молекулярного поля.

7. Намагничивание ферромагнетиков. Обменное взаимодействие. Кривая Слэтера. Зонная теория ферромагнетизма

8. Магнитная анизотропия. Магнитокристаллическая анизотропия в кубических кристаллах. Формула Акулова. Ферромагнетик с кубической симметрией во внешнем магнитном поле

9. Магнитная анизотропия в гексагональных кристаллах. Ферромагнетик с одноосной анизотропией во внешнем магнитном поле

10. Измерение магнитной анизотропии из кривых намагничивания, с помощью расчета и с помощью метода площадей

11. Анизотропия формы. Случаи нанопроволоки и тонкой пленки. Сложение двух одноосных анизотропий.

12. Перпендикулярная магнитная анизотропия. Поверхностная анизотропия. Эффективная анизотропия в тонких пленках с перпендикулярной магнитной анизотропией

13. Доменная структура ферромагнетиков. Разбиение на домены. Типы доменных границ

14. Полосовые домены с замкнутым и незамкнутым потоком

15. Цилиндрические магнитные домены. Пузырьковые домены.

16. Однодоменная частица. Модель Стонера-Вольфартца. Механизмы перемагничивания.

17. Фотолитография. Физические принципы. Устройство установки. Предельное разрешение. Типы фоторезистов. Защитные маски.

18. Электронно-лучевая литография. Физические принципы. Устройство установки. Предельное разрешение. Типы фоторезистов. Подготовка подложек для экспонирования (методы очистки поверхности, центрифугирование резистов, сушка в печи).

19. Сканирующая электронная микроскопия. Устройство типового микроскопа. Применение. Вид получаемой информации. Разрешение. Типы исследуемых образцов.

20. Наноточки. Массивы наноточек. Магнитные свойства. Механизмы перемагничивания.

21. Нанопроволоки и нанополоски. Магнитные свойства. Механизмы перемагничивания.

22. Массивы наноточек и нанопроволок.
23. Перспективы применения магнитных наночастиц в устройствах записи информации
24. Вибрационный магнитометр. Устройство, принципы работы.
25. Магнитометр на основе эффекта Керра. Устройство, принципы работы.
26. Микроскоп на основе эффекта Керра. Устройство, принципы работы.
27. Магнитно-силовой микроскоп. Устройство, принципы работы.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене:

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76-85	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61-75	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0-60	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения по дисциплине				
Оценка	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4 (зачтено)	5 (зачтено)
виды оценочных средств				
Знания (виды оценочных средств: краткий реферат, дискуссия)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: лабораторная работа, дискуссия)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач