

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра физики твердого тела

## **ОСНОВЫ МАГНЕТИЗМА**

### *МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ*

*к выполнению самостоятельных работ  
для обучающихся по направлению 28.03.01 «Нанотехнологии и  
микросистемная техника», профиль «Компоненты микро- и  
наносистемной техники» очной формы обучения*

Воронеж 2021

УДК 621.362  
ББК 22.37

**Составители:**

*д-р физ.-мат. наук О.В. Стогней*

Основы магнетизма: методические указания к выполнению самостоятельных работ для обучающихся по направлению 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника», профиль «Компоненты микро- и наносистемной техники» очной формы обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: О.В. Стогней - Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. 24 с.

В методических указаниях приводятся описание самостоятельных работ и соответствующие теоретические сведения, необходимые для их выполнения

Предназначены для студентов 3 курса, обучающихся по направлению 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника», профиль «Компоненты микро- и наносистемной техники».

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле "МУ СР Основы магнетизма.pdf".

Табл. 1. Библиогр.: 10 назв.

УДК 621.362  
ББК 22.37

**Рецензент** – В.В. Ожерельев, канд. физ-мат. наук, доц. кафедры технологии сварочного производства и диагностики ВГТУ

*Рекомендовано методическим семинаром кафедры ФТТ и методической комиссией ФРТЭ Воронежского государственного технического университета в качестве методических материалов*

## Введение

Для полного овладения знаниями и умениями обучающемуся необходимо в течение учебного процесса заниматься внеаудиторной самостоятельной работой.

Цель внеаудиторной самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности, организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, совершенствованию и самоорганизации;
- формирование общих и профессиональных компетенций;
- развитие исследовательских умений.

Методические указания к выполнению самостоятельных работ по дисциплине «**Основы магнетизма**» предназначены для студентов 3 курса направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника», профиль «Компоненты микро- и наносистемной техники». Задания составлены на основе рабочей программы дисциплины.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Перед выполнением обучающимися внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель проводит инструктаж по выполнению задания, который включает цель задания, его содержание, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки. В процессе инструктажа преподаватель предупреждает студентов о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания.

# 1 Перечень видов самостоятельных работ по дисциплине «Основы магнетизма»

При изучении дисциплины «Основы магнетизма» предусматриваются следующие виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- изучение лекционного материала и самостоятельное изучение литературы по теме, подготовка к практическим занятиям.;
- подготовка к практическим занятиям и защите отчетов;
- подготовка к лабораторным работам и защите отчетов;
- подготовка к коллоквиуму;
- подготовка к контрольной работе в форме тестирования;
- подготовка к экзамену.

Задания для внеаудиторной самостоятельной работы рассчитаны на 63 часа.

Таблица 1 - Перечень самостоятельных работ по дисциплине

№	Наименование разделов и тем дисциплины, их краткое содержание; вид самостоятельной работы	Форма контроля	Зачетные единицы (часы)
5 семестр			
1.	<b>Раздел 1. Основные характеристики магнитных свойств твердых тел</b>		
2.	<b>Тема 1.1 Введение. Основные параметры и характеристики, используемые в физике магнетизма твердых тел.</b> Вид самостоятельной работы: изучение лекционного материала и самостоятельное изучение литературы по теме, подготовка к практическим занятиям. подготовка к лабораторной работе	фронтальный опрос отчет по л/р	5
3.	<b>Тема 1.2 Магнитные свойства атома. Орбитальный и спиновый магнитные моменты.</b> Вид самостоятельной работы: изучение лекционного материала и самостоятельное изучение литературы по теме, подготовка к практическим занятиям.; подготовка к контрольной работе в форме тестирования	фронтальный опрос тест	5
4.	<b>Раздел 2. Основные типы твердотельных</b>		

	<b>магнетиков</b>		
5.	<b>Тема 2.1</b> Диамагнетизм. Природа Диамагнетизма. Парамагнетизм. Природа парамагнетизма. Модель Ланжевена. Парамагнетизм Паули. Вид самостоятельной работы: изучение лекционного материала и самостоятельное изучение литературы по теме, подготовка к практическим занятиям.	фронтальный опрос	5
6.	<b>Тема 2.2</b> Ферромагнетизм. Молекулярное поле Вейсса. Обменное взаимодействие. Основные модели ферромагнетизма. Ферримагнетики. Антиферромагнетики. Вид самостоятельной работы: изучение лекционного материала и самостоятельное изучение литературы по теме, подготовка к практическим занятиям. подготовка к коллоквиуму подготовка к лабораторной работе	фронтальный опрос коллоквиум отчет по л/р	5
7.	Раздел 3. Процессы перемагничивания ферромагнетиков		
8.	<b>Тема 3.1</b> Механизмы перемагничивания ферромагнетиков. Кривая намагничивания. Домены. Доменные стенки. Вид самостоятельной работы: изучение лекционного материала и самостоятельное изучение литературы по теме, подготовка к практическим занятиям. подготовка к контрольной работе в форме тестирования подготовка к лабораторной работе	фронтальный опрос тест отчет по л/р	5
9.	<b>Тема 3.2</b> Магнитная анизотропия. Магнострикция. Магнитомягкие и магнитотвердые ферромагнетики. Аморфные магнитные материалы. Вид самостоятельной работы: изучение лекционного материала и самостоятельное изучение литературы по теме, подготовка к практическим занятиям. подготовка к коллоквиуму	фронтальный опрос коллоквиум	5
10.	<b>Тема 3.3</b> Зависимость коэрцитивной силы от размера зерна для поли- и нанокристаллических ферромагнетиков. Вид самостоятельной работы: изучение лекционного материала и самостоятельное изучение литературы по теме, подготовка к практическим занятиям.	фронтальный опрос	5
11.	Раздел 4. Динамические процессы перемагничивания		
12.	<b>Тема 4.1</b> Динамические процессы намагни-	фронтальный	5

	<p>чивания ферромагнетиков в переменных полях. Комплексная магнитная проницаемость.</p> <p>Вид самостоятельной работы: изучение лекционного материала и самостоятельное изучение литературы по теме, подготовка к практическим занятиям.</p>	опрос	
13.	<p><b>Тема 4.2</b> Потери на перемагничивание ферромагнетиков в переменных полях. Ферриты. Вид самостоятельной работы: изучение лекционного материала и самостоятельное изучение литературы по теме, подготовка к практическим занятиям.</p> <p>подготовка к лабораторной работе</p>	фронтальный опрос отчет по л/р	5
14.		подготовка к экзамену	18
15.	Итого за 5 семестр		63

## **2. Методические рекомендации к самостоятельной работе студентов**

### **2.1 Изучение лекционного материала и самостоятельное изучение литературы по темам**

Лекция является одной из основных форм обучения в вузе. В ходе лекционного курса излагаются научные материалы, отражающие классическое и современное состояние исследований в области изучаемой дисциплины. С целью успешного освоения лекционного материала рекомендуется осуществлять его конспектирование.

Конспект является письменным текстом, в котором кратко и последовательно изложено содержание основного источника информации.

Над конспектами надо систематически работать: перечитывать, выправлять текст, делать дополнения, замечания. Это позволяет основательно и глубоко освоить материал, хорошо подготовиться к сессии, овладеть научными знаниями.

В ходе доработки конспекта углубляются, расширяют и закрепляют знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

Особое место среди видов самостоятельной работы занимает работа с литературой, являющаяся основным методом самостоятельного овладения знаниями.

Перечень и объем литературы, необходимой для изучения дисциплины, определяется рабочей программой учебной дисциплины.

Изучение литературы следует начать с учебника, поскольку учебник - это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с задачами обучения, установленными программой.

Предварительное чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. Сквозное чтение предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность обучающемуся сформировать тезаурус основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими. Выборочное чтение имеет целью поиск и отбор материала. В рамках дисциплины выборочное чтение, как способ освоения содержания, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим темам.

Аналитическое чтение- это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Целью изучающего чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Выбор виза записи зависит от характера изучаемого материала и целей работы с ним.

Для контроля самостоятельной работы студента с лекционным материалом и литературой по теме используется фронтальный опрос.

Фронтальный опрос наиболее распространенный метод контроля знаний учащихся, вариант текущей проверки, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для изучения индивидуальных возможностей усвоения учащимися учебного материала.

Фронтальный и индивидуальный опросы проводятся во время аудиторных занятий в форме беседы преподавателя с группой.

Критериями оценки фронтального опроса являются:

- полнота - количество знаний об изучаемом объекте, входящих в программу изучения данной дисциплины;
- глубина - совокупность осознанных знаний об объекте;
- конкретность - умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний (доказать на примерах основные положения);



-системность - представление знаний об объекте в системе, с выделением структурных ее элементов, расположенных в логической последовательности;

-развернутость - способность развернуть знания в ряд последовательных шагов;

-осознанность - понимание связей между знаниями, умение выделить существенные и несущественные связи, познание способов и принципов получения знаний.

- грамотность.

Оценка «Отлично» ставится, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос; показана совокупность осознанных знаний об объекте изучения, доказательно раскрыты основные положения (свободно оперирует понятиями, терминами, персоналиями и др.); в ответе отслеживается четкая структура, выстроенная в логической последовательности; ответ изложен литературным грамотным языком; на возникшие вопросы преподавателя студент давал четкие, конкретные ответы, показывая умение выделять существенные и несущественные моменты материала.

Оценка «Хорошо» ставится, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделять существенные и несущественные моменты материала; ответ четко структурирован, выстроен в логической последовательности, изложен литературным грамотным языком; однако были допущены неточности в определении понятий, персоналий, терминов, дат и др.

Оценка «Удовлетворительно» ставится, если дан неполный ответ на поставленный вопрос, логика и последовательность изложения имеют некоторые нарушения, допущены несущественные ошибки в изложении теоретического материала и употреблении терминов, персоналий; в ответе не присутствуют доказательные выводы; сформированность умений показана слабо, речь неграмотная.

Оценка «Неудовлетворительно» ставится, если дан неполный ответ на поставленный вопрос, логика и

последовательность изложения имеют существенные нарушения, допущены существенные ошибки в теоретическом материале (фактах, понятиях, персоналиях); в ответе отсутствуют выводы, сформированность умений не показана, речь неграмотная.

## **2.2 Подготовка к практическим занятиям и защите отчетов**

Практическое занятие – одна из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении студентами под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности

Целью практического занятия является привитие умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачами практических занятий являются:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Подготовку к каждому практическому занятию необходимо начинать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в

гlossарий, который целесообразно вести с самого начала изучения дисциплины.

Результат такой работы должен проявиться в способности свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и контрольные работы.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала.

Критерии оценки учебных действий студентов по решению учебно-профессиональных задач на практических занятиях:

Оценка «отлично» выставляется, если студент активно работает в течение всего практического занятия, дает полные ответы на вопросы преподавателя в соответствии с планом практического занятия и показывает при этом глубокое овладение лекционным материалом, способен выразить собственное отношение по данной проблеме, проявляет умение самостоятельно и аргументированно излагать материал, анализировать явления и факты со ссылками на соответствующие нормативные документы, делать самостоятельные обобщения и выводы, заключения, рекомендации, правильно выполняет все этапы практического задания.

Оценка «хорошо» выставляется при условии соблюдения следующих требований: студент активно работает в течение

практического занятия, вопросы освещены полно, изложения материала логическое, обоснованное фактами, со ссылками на соответствующие нормативные документы и литературные источники, освещение вопросов завершено выводами, студент обнаружил умение анализировать факты и события, а также выполнять учебные задания. Но в ответах допущены неточности, некоторые незначительные ошибки, имеет место недостаточная аргументированность при изложении материала, недостаточно четко сделаны обобщение и выводы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в том случае, когда студент в целом овладел сути вопросов по данной теме, обнаруживает знание лекционного материала и учебной литературы, пытается анализировать факты и события, делать выводы и решать задачи. Но на занятии ведет себя пассивно, отвечает только по вызову преподавателя, дает неполные ответы на вопросы, допускает грубые ошибки при освещении теоретического материала, не может обобщить и сделать четкие логические выводы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, когда студент обнаружил несостоятельность осветить вопросы или вопросы освещены неправильно, бессистемно, с грубыми ошибками, отсутствуют понимания основной сути вопросов, выводы, обобщения, обнаружено неумение решать учебные задачи.

### **2.3 Подготовка к лабораторным работам и защите отчетов**

Лабораторные занятия углубляют, конкретизируют и расширяют знания, полученные на лекциях, помогают овладеть ими на более высоком уровне. Этот вид учебного процесса способствует закреплению умений и навыков самостоятельной работы, полученных в процессе работы над лекцией.

При подготовке и защите лабораторных работ необходимо обращать внимание на полноту и грамотность

выполнения отчетов, наличие в них кратких обоснований принимаемых решений и выводов по результатам работы. При несоответствии отчета этим требованиям преподаватель может вернуть его на доработку. При опросе студентов основное внимание обращается на усвоение ими основных теоретических положений, на которых базируется данная работа, и понимания того, как эти положения применяются на практике.

Отчет по лабораторной работе выполняется индивидуально. Отчет должен содержать все предусмотренные методическими указаниями разделы, включая контрольные вопросы. Рекомендуется включать в отчет ответы на контрольные вопросы в кратком виде. Поскольку эти ответы являются продуктом самостоятельной работы, совпадение текстов ответов разных студентов приводит преподавателя к необходимости формировать дополнительные вопросы по соответствующей теме.

Контроль и оценка результатов выполнения обучающимися лабораторных работ направлены на проверку освоения умений, практического опыта, развития общих и формирование профессиональных компетенций, определенных программой учебной дисциплины.

Для контроля и оценки результатов выполнения обучающимися заданий на лабораторных занятиях используются такие формы и методы контроля, как наблюдение за работой обучающихся, анализ результатов наблюдения, оценка отчетов, оценка выполнения индивидуальных заданий, оценка защиты выполненной работы.

Критерии оценивания лабораторной работы:

Оценка «Отлично» ставится в том случае, если обучающийся:

- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;

- подготовил для опыта необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;

- в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы;

- соблюдал требования безопасности труда.

Оценка «Хорошо» ставится в том случае, если выполнены требования к оценке «Отлично», но:

- опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерения,

- или было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «Удовлетворительно» ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены следующие ошибки:

- опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью,

- или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т. д.), не принципиального для данной работы характера, но повлиявших на результат выполнения,

- или не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей;

- или работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.

Оценка «Неудовлетворительно» ставится в том случае, если:

- работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов,

- или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно,
- или в ходе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «Удовлетворительно».

## **2.4 Подготовка к коллоквиуму**

Коллоквиум – это средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или модуля дисциплины, организованное в виде письменного опроса обучающегося. Используется для оценки знаний обучающихся.

Коллоквиум -это не только форма контроля, но и метод углубления, закрепления знаний студентов, так как в ходе разбора посменных ответов преподаватель разъясняет сложные вопросы, возникающие у студента в процессе данного вида работы.

Подготовка к коллоквиуму начинается с установочной консультации преподавателя, на которой он разъясняет развернутую тематику проблемы, рекомендует литературу для изучения и объясняет процедуру проведения коллоквиума. Подготовка включает в себя изучение рекомендованной литературы, конспектов лекций и конспектирование необходимой информации, для успешного усвоения теоретической базы рассматриваемых контрольных вопросов.

Проведение коллоквиума позволяет студенту приобрести опыт работы над первоисточниками, что в дальнейшем поможет с меньшими затратами времени работать над литературой при подготовке к экзамену.

Критерии оценки коллоквиума:

Оценка «Отлично» ставится, если обучающимся даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы, при ответах выделялось главное, развернутый ответ без принципиальных ошибок; логически выстроенное содержание ответа; мысли излагались в логической последовательности; показано умение самостоятельно анализировать факты,

события, явления, процессы в их взаимосвязи и диалектическом развитии; полное знание терминологии по данной теме; четкое выделение причинно-следственных связей между основными категориями; умение ответить на вопрос без использования индивидуального письменного конспекта.

Оценка «Хорошо» ставится, если обучающимся даны полные, достаточно обоснованные ответы на поставленные вопросы, правильно решены практические задания; при ответах не всегда выделялось главное, отдельные положения недостаточно увязывались с требованиями программы, ответы в основном были краткими, но не всегда четкими; практически полное знание терминологии данной темы.

Оценка «Удовлетворительно» ставится, если обучающимся даны в основном правильные ответы на все поставленные вопросы, но без должной глубины и обоснования, при решении практических задач студент использовал прежний опыт и не применял новые знания, однако, на уточняющие вопросы даны правильные ответы; при ответах не выделялось главное; ответы были многословными, нечеткими и без должной логической последовательности; на отдельные дополнительные вопросы не даны положительные ответы

Оценка «Неудовлетворительно» ставится, если обучающимся дан неполный ответ на вопрос; неполное знание терминологии; наличие некоторых существенных ошибок в изложении основных фактов, теорий; неумение провести логические параллели, выводы; неумение выделить причины и следствия важнейших категорий; неспособность ответить без помощи письменного конспекта.

## **2.5. Подготовка к контрольной работе в форме тестирования**

Под тестом понимают задание, в котором присутствует вопрос, на который имеется эталон правильного ответа. В закрытых тестах вместе с вопросом предъявляются несколько ответов, среди которых имеется правильный ответ. В



открытых тестах студент сам формулирует ответ, а преподаватель сравнивает его с эталоном правильного ответа.

Для подготовки к тестированию студент должен еще раз повторить пройденный материал, основные понятия, термины, обратиться к наиболее сложным для него разделам дисциплины. Тестирование проводится по окончании изучения раздела или дисциплины после рассмотрения на занятиях теоретических и практических вопросов и ознакомления студентов с тестами.

При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

- проработать информационный материал по дисциплине, предварительно проконсультироваться с ведущим преподавателем по вопросам выбора учебной литературы;

- ознакомиться с условиями тестирования: количество тестовых заданий, количество времени на выполнение тестов, система оценки результатов.

Приступая к работе с тестами, внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов. Выбрать правильные (их может быть несколько). Обязательно оставить время для проверки ответов, чтобы избежать возможных ошибок.

Тестирование может проводится как посменно, так и с применением электронно- информационной образовательной среды и включать в себя тестовые задания различных типов.

Критерии оценки теста:

Оценка «Отлично» ставится, если обучающимся дано более 85 % верных ответов.

Оценка «Хорошо» ставится, если обучающимся дано от 75-84 % верных ответов.

Оценка «Удовлетворительно» ставится, если обучающимся дано от 65 до 74% верных ответов.

Оценка «Неудовлетворительно» ставится, если обучающийся верно ответил на менее 64% заданных вопросов.

## 2.6 Подготовка к промежуточной аттестации (экзамену)

Промежуточная аттестация по дисциплине направлена на проверку конкретных результатов обучения, выявление степени овладения обучающимися системой знаний, умений и навыков, компетенций, полученных в процессе изучения дисциплины.

Студенты сдают зачет/экзамен в конце теоретического обучения. К зачету/экзамену допускается студент, выполнивший в полном объеме задания, предусмотренные в рабочей программе. В случае пропуска каких-либо видов учебных занятий по уважительным или неуважительным причинам студент самостоятельно выполняет и сдает на проверку в письменном виде общие или индивидуальные задания, определяемые преподавателем.

В период подготовки к промежуточной аттестации, обучающиеся, вновь обращаются к пройденному материалу. При этом они не только закрепляют полученные знания, но и получают новые. Подготовка обучающихся к экзамену включает в себя три этапа:

- самостоятельная работа в течении семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие промежуточной аттестации;
- подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билетах.

Литература для подготовки представлена в рабочей программе дисциплины. Для полноты учебной информации и ее сравнения лучше использовать не менее двух источников учебной литературы. Обучающийся в праве сам придерживаться любой из представленных в учебной литературе точек зрения по спорной проблеме (в том числе отличной от преподавателя), но при условии достаточной научной аргументации. Основным источником подготовки к экзамену является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, основные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и

информацией, которые в силу новизны не вошли в опубликованные печатные источники.

В ходе подготовки к экзамену необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания излагаемых проблем. Если в процессе подготовки к экзамену во время самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у обучающегося возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах обучающийся должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самоподготовки.

Экзамен по теоретическому курсу проходит в устной или письменной форме (определяется преподавателем) на основе перечня вопросов, которые отражают содержание действующей рабочей программы учебной дисциплины.

Экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы в рамках билета.

При явке на экзамен студенты обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору в начале экзамена.

Вопросы самоподготовки к промежуточной аттестации:

1. Основные величины, используемые при описании магнитных свойств материалов (напряженность магнитного поля, магнитная индукция, магнитный момент, намагниченность), а также основные характеристики магнитных материалов (магнитная проницаемость и восприимчивость). Аналитические выражения для проницаемости и восприимчивости. Основные виды (три типа) магнитных материалов. Значения магнитной проницаемости и восприимчивости для этих трех типов материалов.

2. Магнитные свойства атома. Два типа магнитных моментов атома. Гиромагнитное отношение. Магнетон Бора.

3. Основные особенности диамагнетиков. Природа диамагнетизма. Прецессия магнитного момента. Температурная зависимость магнитной восприимчивости диамагнетиков.

4. Основные особенности парамагнетиков. Природа парамагнетизма. Классическая модель Ланжевена. Температурная зависимость магнитной восприимчивости парамагнетиков, закон Кюри.

5. Основные особенности парамагнетиков. Природа парамагнетизма. Парамагнетизм твердых тел. Модель Паули для парамагнетизма металлов.

6. Основные свойства ферромагнетиков. Кривая намагничивания, коэрцитивная сила, намагниченность насыщения, остаточная намагниченность. Температурная зависимость намагниченности ферромагнетика, температура Кюри.

7. Ферримагнетики и антиферромагнетики. Основные свойства.

8. Природа ферромагнетизма. Опыты Эйнштейна де Гааза и Дорфмана, основные выводы, сделанные на основе этих экспериментов. Причина возникновения спонтанной намагниченности у ферромагнетиков, понятие об обменном взаимодействии.

9. Обменное взаимодействие. Обменный интеграл и зависимость его знака от расстояния между атомами.

10. Процессы перемагничивания ферромагнетика. Объяснение нелинейной зависимости намагниченности ферромагнетика от внешнего магнитного поля. Понятие о ферромагнитных доменах. Скачки Баркгаузена.

11. Причина образования доменов в ферромагнетиках. Какие основные виды энергий обычно рассматриваются для объяснения разбиения ферромагнитного материала на домены. Как эти виды энергий влияют на форму доменной структуры.

12. Понятие доменной стенки. Два вида доменной стенки. Методы наблюдения доменной стенки.

13. Магнитная анизотропия, кристаллографическая анизотропия. Модель спиновой пары. Что такое наведенная анизотропия.

14. Магнитострикция. Зависимость магнитострикции от состава магнетика.

15. Магнитные характеристики вещества в переменных магнитных полях. Понятие о комплексной магнитной проницаемости.

16. Определение магнитомягких материалов. Способы создания магнитомягких материалов. Типы магнитомягких материалов.

17. Определение магнито жестких материалов. Способы создания магнито жестких материалов. Типы магнито жестких материалов.

18. Механизмы потерь при перемагничивании магнетиков на высоких частотах. Какие потери доминируют при низких частотах, какие потери доминируют при высоких частотах.

19. Ферриты. Особенности ферритов. Причины, по которым ферриты применяются в технике. Предельная линия Снука, потери на естественный магнитный резонанс.

## ЭКЗАМЕН

При определении оценки, выставяемой в ходе промежуточной аттестации, в форме экзамена учитываются:

- полнота и содержательность ответа;
- умение привести примеры;
- умение отстаивать свою позицию на основании положений нормативно-правовых актов;
- умение пользоваться дополнительной литературой при подготовке к занятиям;
- соответствие представленной в ответах информации материалам лекций и учебной литературы, сведениям из информационных ресурсов Интернет.

Оценка «отлично». Ответы на поставленные вопросы в билете излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «хорошо». Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «удовлетворительно». Допускаются нарушения в последовательности изложения. Демонстрируются поверхностные знания вопроса. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.

Оценка «неудовлетворительно». Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

В случае неявки студента на экзамен в экзаменационной ведомости делается отметка «не явился».

Отсутствие на занятии без уважительной причины или не подготовленность к семинарскому и практическому занятиям влечет за собой снятие до 3 баллов. Работы, сданные позднее установленного срока (без уважительной причины), не принимаются преподавателем или оцениваются с понижающим коэффициентом 0,5-0,6. Набранные дополнительные баллы суммируются с обязательными. Общее количество баллов по дисциплине в семестре не должно превышать 100.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуфан, А. Ю. Физика магнитных явлений : учебник / А. Ю. Гуфан, Ю. М. Гуфан. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2020. — 372 с. [Текст : электронный] // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: URL: <https://www.iprbookshop.ru/115544.html>
2. Лилеев, А. С. Механизмы перемангничивания магнитных материалов. Моделирование процессов перемангничивания : учебное пособие / А. С. Лилеев. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2020. — 49 с. [Текст : электронный] // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: URL: <https://www.iprbookshop.ru/106888.html>
3. Кудреватых, Н. В. Магнетизм редкоземельных металлов и их интерметаллических соединений : учебное пособие / Н. В. Кудреватых, А. С. Волегов. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 200 с. — ISBN 978-5-7996-1604-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/107051.html>
4. Мушников, Н. В. Магнетизм и магнитные фазовые переходы : учебное пособие / Н. В. Мушников. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2017. — 168 с. [Текст : электронный] // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: URL: <https://www.iprbookshop.ru/107051.html>
5. П.В.Павлов, А.Ф.Хохлов Физика твердого тела Учеб. пособие / - 3-е изд., стереотип. - М. : Высш. шк., 2000. - 494с.
6. Вонсовский С.В. Магнетизм : Магнитные свойства диа-, пара-, ферро-, антиферро- и ферримагнетиков. М. : Наука, 1971. - 1032 с.
7. Мишин Д.Д. Магнитные материалы Учеб. пособие / 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1991. - 384с.
8. Боровик Е.С., Еременко В.В., Мильнер А.С. Лекции по магнетизму. Учебник – М.: Физматлит, 2005. – 215 с.
9. О.В.Стогней, И.В.Бабкина Методические указания 348-2014 к лабораторным работам по курсу «Основы магнетизма» для студентов направления 222900.62 «Нанотехнологии и микросистемная техника», профиля «Компоненты микро- и наносистемной техники» очной формы обучения [Электронный ресурс] - Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2014. – 42 с.
10. Ю.Е.Калинин, О.В.Стогней Методические указания 194-2014 к практическим занятиям по курсу «Физика магнетизма» для студентов направления 223200.62 «Техническая физика» (профиль подготовки «Физическая электроника») и по курсу «Основы магнетизма» для студентов направления 222900.62 «Нанотехнологии и микросистемная техника» (профиль подготовки «Компоненты микро- и наносистемной техники») очной формы обучения [Электронный ресурс] - Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2014. – 32 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1 Перечень видов самостоятельных работ по дисциплине «Основы магнетизма»	4
2. Методические рекомендации к самостоятельной работе студентов	7
2.1 Изучение лекционного материала и самостоятельное изучение литературы по темам	7
2.2 Подготовка к практическим занятиям и защите отчетов	10
2.3 Подготовка к лабораторным работам и защите отчетов	12
2.4 Подготовка к коллоквиуму	14
2.5. Подготовка к контрольной работе в форме тестирования	16
2.6 Подготовка к промежуточной аттестации (экзамену)	17
Список литературы	23



# **ОСНОВЫ МАГНЕТИЗМА**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению самостоятельных работ  
для обучающихся по направлению 28.03.01 «Нанотехнологии  
и микросистемная техника», профиль «Компоненты микро- и  
наносистемной техники» очной формы обучения

Составитель:

Стогней Олег Владимирович

В авторской редакции

Уч.-изд. л. 1,2.

ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический  
университет" 394026 Воронеж, Московский просп., 14