

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:
на заседании кафедры общей физики
протокол № 3 от «19» января 2021 г.

Согласовано:
Председатель УМК ФТИ

Зав. кафедрой



/Балапанов М.Х.



_____/Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина **Введение в магнетизм**

Часть, формируемая участниками образовательных отношений, дисциплина по выбору

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки

Медицинская физика

Квалификация

бакалавр

Разработчики (составители)

доцент., к.ф.-м.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



/_Хасанов Н.А.

(подпись, Фамилия И.О.)

Для приема: 2021 г.

Уфа 2021 г.

Составитель: к.ф.-м.н., доцент Хасанов Н.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры общей физики, протокол № 3 от «19» января 2021 г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры общей физики

протокол № 6 от «24» июня _____ 2021 г.

Заведующий кафедрой



/Балапанов М.Х.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____

протокол № _____ от «_____» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой

/ _____ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____

протокол № _____ от «_____» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой

/ _____ Ф.И.О./

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень индикаторов достижения компетенций с указанием планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Описание показателей и критериев оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), описание шкал оценивания
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	ПК-1. Способен планировать и проводить научные исследования по проблемам фундаментальной физики, медицинской физики, материаловедения и наукоёмких технологий с применением современных приборов и методов исследований	ПК-1.1. Знать теоретические основы современных методов научных исследований по проблемам медицинской физики	Знать физику магнетизма, физические свойства магнитных материалов и экспериментальные магнитные методы
		ПК-1.2. Уметь планировать и проводить научные исследования по проблемам медицинской физики с применением современных методов исследований	Уметь использовать фундаментальные знания для расчёта приборов и для вычислений магнитных характеристик.
		ПК-1.3. Владеть навыками практической работы с использованием наукоёмких технологий	Владеть навыками магнитных измерений и экспериментальных методов изучения магнитных свойств веществ.

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Введение в магнетизм» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Цели изучения дисциплина «Введение в магнетизм» - ознакомить студентов с основными понятиями и законами магнетизма, методами магнитных измерений, подготовить к работе с разнообразными медицинскими приборами и установками, использующими магнетизм.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения дисциплин: общая физика (раздел "Электричество и магнетизм"), математический анализ.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень индикаторов достижения компетенций с указанием планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Описание показателей и критериев оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

ПК-1. Способен планировать и проводить научные исследования по проблемам фундаментальной физики, медицинской физики, материаловедения и наукоёмких технологий с применением современных приборов и методов исследований

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ПК-1.1. Знать теоретические основы современных методов научных исследований по проблемам медицинской физики	Знать физику магнетизма, физические свойства магнитных материалов и экспериментальные магнитные методы	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
ПК-1.2. Уметь планировать и проводить научные исследования по проблемам медицинской физики с применением современных методов исследований	Уметь использовать фундаментальные знания для расчёта приборов и для вычислений магнитных характеристик.	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
ПК-1.3. Владеть навыками практической работы с использованием наукоёмких технологий	Владеть навыками магнитных измерений и экспериментальных методов изучения магнитных свойств веществ.	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Контролируемые действия по проверке знаний, умений и владений (Оценочные средства)
ПК-1.1. Знать теоретические основы современных методов научных исследований по проблемам медицинской физики	Знать физику магнетизма, физические свойства магнитных материалов и экспериментальные магнитные методы	Коллоквиум, экзамен
ПК-1.2. Уметь планировать и проводить научные исследования по проблемам медицинской физики с применением современных методов исследований	Уметь использовать фундаментальные знания для расчёта приборов и для вычислений магнитных характеристик.	Задачи, контрольная работа
ПК-1.3. Владеть навыками практической работы с использованием наукоёмких технологий	Владеть навыками магнитных измерений и экспериментальных методов изучения магнитных свойств веществ.	Лабораторные работы, защита отчётов

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкала оценивания:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

Рейтинг – план дисциплины
Введение в магнетизм

специальность Физика, профиль Медицинская физика.
курс 3, семестр 6

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1				
Текущий контроль				
1. Защита отчёта по лабораторной работе	5	2	0	10
2. Задачи текущего контроля	1	10	0	10
Рубежный контроль				
1. Коллоквиум	15	1	0	15
Модуль 2				
Текущий контроль				
1. Защита отчёта по лабораторной работе	5	2	0	10
2. Задачи текущего контроля	1	10	0	10
Рубежный контроль				
1. Контрольная работа	15	1	0	15
Поощрительные баллы				
1. Студенческая олимпиада			0	5
2. Публикация статей			0	5
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10
Итоговый контроль				
1. Экзамен				30

Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета:

Билет состоит из двух вопросов:

1. Вопрос по введению в магнетизм
2. Вопрос по магнитным материалам и особым магнитным явлениям

Примерные вопросы для экзамена:

1. Обзор применений магнетизма в медицине.
2. Магнитный момент. Намагниченность. Напряжённость магнитного поля.
3. Петля гистерезиса. Частные петли. Намагниченность насыщения.
4. Остаточная намагниченность. Коэрцитивная сила. Разрушающее поле.
5. Нулевое и абсолютно нулевое состояния. Кривая начального намагничивания. Основная кривая намагничивания. Магнитная проницаемость (обычная, дифференциальная, начальная, максимальная).
6. Петля гистерезиса по индукции, ее параметры. Магнитная восприимчивость (обычная, дифференциальная, начальная максимальная).
5. Магнитные свойства атомов. Определение природы атомных носителей магнитного момента. Гиромангнитные опыты.
6. Феноменологическая классификация. Диамагнетики и парамагнетики.
7. Феноменологическая классификация. Ферромагнетики и сверхпроводники.
8. Физическая классификация магнетиков с кратким описанием каждого типа.
9. Диамагнетизм. Ларморова прецессия. Диамагнетизм атомов, молекул. Основные опытные данные.
10. Парамагнетизм. Парамагнетизм веществ. Основные опытные данные (пропорциональность, насыщение, закон Кюри).
11. Теория парамагнетизма с учетом квантования.
12. Магнитные свойства сверхпроводников.
13. Ферромагнетизм. Домены. Зависимость намагниченности насыщения от температуры. Температура Кюри.
14. Виды энергии в ферромагнетике. Процессы перемагничивания. Смещение, вращение, парапроцесс.
15. Антиферромагнетизм. Ферризм. Геликоидальный магнетизм. Косой ("слабый") ферромагнетизм.
16. Методы получения слабых и средних магнитных полей.
17. Методы получения сильных и сверхсильных магнитных полей.
18. Методы магнитных измерений.
19. Магнитно-электрические эффекты. Магнитно-тепловые эффекты.
20. Магнитно-оптические эффекты. Применение.
21. Земное магнитное поле. Понятие о магнетизме горных пород.
22. Магнитосфера и солнечный ветер. Магнитопауза. Влияние магнитных бурь на состояние человека.
23. Физика ядерного магнитного резонанса.
24. Применение ядерного магнитного резонанса в медицине.

Образец экзаменационного билета:

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10
по дисциплине Введение в магнетизм
Направление/Специальность 03.03.02 Физика
Профиль/Программа/Специализация Медицинская физика

1. Обзор применений магнетизма в медицине.
 2. Теория парамагнетизма с учетом квантования.
-

Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Студент не смог ответить на значительную часть дополнительных вопросов;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Коллоквиум

Описание коллоквиума

Во время коллоквиума студент кратко отвечает на 5 вопросов из списка устно либо на бумаге.

Примеры вопросов:

1. Что называется намагниченностью?
2. Что называется магнитным моментом?
3. Что называется напряжённостью магнитного поля?
4. Перечислите виды магнетиков по феноменологической классификации.
5. Перечислите параметры петли гистерезиса по намагниченности.
6. Какие вещества называются диамагнетиками?
7. Какие вещества называются парамагнетиками?
8. Какие вещества называются ферромагнетиками?
9. Что называется петлёй гистерезиса?
10. Что называется коэрцитивной силой?
11. Что называется магнитной восприимчивостью?
12. Что называется магнитной проницаемостью?
13. Перечислите виды свободной энергии в ферромагнетике.
14. Что защищает живые организмы от ионизирующих частиц, испускаемых Солнцем?
15. Почему при больших температурах ферромагнетики превращаются в парамагнетики?

Методика оценивания

За каждый вопрос можно получить от 0 до 3 баллов. Задаётся 5 вопросов, ответы суммируются. Всего за коллоквиум можно получить от 0 до 15 баллов.

Критерии оценки (в баллах):

- 0 баллов за 1 вопрос выставляется студенту, если не ответил на вопрос;
- 1 балл за 1 вопрос выставляется студенту, если он дал частично правильный ответ;
- 2 балла за 1 вопрос выставляется студенту, если он дал правильный ответ с малозначительной ошибкой;
- 3 балла за 1 вопрос выставляется студенту, если он дал полностью правильный ответ.

Задачи для текущего контроля

Описание задач

Задачи служат для закрепления материала. Задачи являются простыми, чтобы заметно не уменьшать времени на объяснение нового материала.

Пример задачи для текущего контроля

Вычислить магнитный момент однородно намагниченного шарика радиусом 5 см, если намагниченность равна 7 кА/м.

Критерии оценки (в баллах)

Одна правильно решённая задача даёт 1 балл, даже если решение не является подробным. Нерешённая или неверно решённая задача оценивается в 0 баллов, даже если первая половина решения верна.

Задания для контрольной работы

Описание контрольной работы:

Всего проводится 2 контрольные работы. Каждая контрольная работа состоит из 3 задач. За каждую задачу студент может получить от 0 до 5 баллов.

Пример варианта контрольной работы:

1. Вычислить магнитный момент цилиндра диаметром 2 см и длиной 3 см, имеющего однородную намагниченность 25 А/м.
2. Подсчитать магнитную индукцию внутри магнетика с намагниченностью 180 А/м, если напряжённость магнитного поля направлена антипараллельно и равна 25 А/м.
3. Какой ток нужно пропускать через катушку длиной 7 см, внутренним диаметром 2 см и внешним диаметром 3 см, состоящую из 150 витков, чтобы получить в центре катушки поле напряжённостью 12 А/м ?

Описание методики оценивания:

Каждая задача оценивается от 0 до 5 баллов. Баллы за задачи суммируются, поэтому за контрольную работу студент может получить от 0 до 15 баллов. Наличие правильного ответа при ошибочном решении либо при отсутствии решения не добавляет баллов.

Критерии оценки (в баллах):

- 0 баллов за 1 задачу выставляется студенту, если не написал даже части решения в правильном направлении и при этом не написал даже половины стартовых формул (законов, определений), необходимых для решения;
- 1 балл за 1 задачу выставляется студенту, если он сделал часть решения в правильном направлении либо написал не менее половины стартовых формул (законов, определений), необходимых для решения;

- 2 балла за 1 задачу выставляется студенту, если он написал верное формульное решение, но не получил правильного численного ответа (не довёл до конца вычисления либо сделал вычисления с одной или несколькими ошибками);
- 3 балла за 1 задачу выставляется студенту, если он ошибся в ответе на множитель, кратный десяти, либо получил правильный ответ, но написал неполное решение (пропустил часть выкладок);
- 4 балла за 1 задачу выставляется студенту, если он получил правильный ответ, но с ошибкой в единицах измерения (или отсутствием единиц измерения в ответе, в котором они требуются) и написал подробное решение;
- 5 баллов за 1 задачу выставляется студенту, если он получил правильный ответ с правильными единицами измерения и написал подробное решение.

...

Защита отчётов по лабораторным работам, включая ответы на контрольные вопросы

Студент должен понимать смысл всех записей в написанном им отчёте. После проверки понимания он должен ответить на контрольные вопросы. Полный список контрольных вопросов имеется в фонде оценочных средств.

Пример контрольных вопросов (к лабораторной работе №11):

1. Как вычислить момент силы, действующей на малый постоянный магнит с известным магнитным моментом?
2. Как найти потенциальную энергию малого постоянного магнита с известным магнитным моментом во внешнем магнитном поле?
3. Какое взаимное расположение вектора магнитного момента и вектора магнитного поля будет устойчивым равновесием? Неустойчивым равновесием?
4. Как зависит магнитное поле, создаваемое малым постоянным магнитом с известным магнитным моментом, от расстояния до него?
5. Как можно в первом приближении охарактеризовать магнитное поле Земли?
6. Какими числовыми характеристиками описывается магнитное поле Земли?

Описание методики оценивания:

За выполнение лабораторной работы и написание отчёта даётся 2 балла плюс возможность защитить работу. После выполнения он должен ответить на 5 контрольных вопросов из списка. Каждый вопрос оценивается в 0 баллов или в 1 балл. Баллы суммируются, поэтому студент может набрать от 0 до 5 баллов за защиту одной работы. Если при защите получено менее 2 баллов, но работа выполнена и отчет написан, то за работу даётся 2 балла. Всего за одну лабораторную работу можно получить до 5 баллов.

Критерии оценки (в баллах):

- 0 баллов выставляется студенту, если он не понимает, что написано в его отчёте, либо не ответил правильно ни на один контрольный вопрос;
- 1 балл выставляется студенту, если он правильно ответил на один контрольный вопрос;
- 2 балла выставляется студенту, если он правильно ответил на два контрольных вопроса;
- 3 балла выставляется студенту, если он правильно ответил на три контрольных вопроса;
- 4 балла выставляется студенту, если он правильно ответил на 4 контрольных вопроса;
- 5 баллов выставляется студенту, если он правильно ответил на 5 контрольных вопросов.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Матвеев А. Н. Электричество и магнетизм : учебник / СПб. : Лань, 2010 .— 464 с. : ил. — Библиогр.: с. 456 .— ISBN 978-5-8114-1008-8. (В библиотеке БашГУ имеется в наличии 49 шт.).
2. Лещенко, Вячеслав Григорьевич. Медицинская и биологическая физика : учеб. пособие / В. Г. Лещенко, Г. К. Ильич .— Минск ; Москва : Новое знание : ИНФРА-М, 2017 .— 552 с. — (Высшее образование) .— Библиогр.: с. 549 .— ISBN 978-985-475-456-7 : 1222 р. 65 к. — ISBN 978-5-16-005338-7. (Имеется 10 экз в библиотеке БашГУ).

Дополнительная литература:

1. Лундин, Арнольд Геннадьевич. Ядерный магнитный резонанс : Основы и применения / А.Г. Лундин, Э.И. Федин ; АН СССР, Ин-т физики им. Л.В. Киренского; Отв. ред. Г.А. Петраковский .— Новосибирск : Наука, 1980 .— 192 с. : ил., табл. (В библиотеке БашГУ имеется в наличии 3 шт.).

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Боровик Е.С., Еременко В.В., Мильнер А.С. Лекции по магнетизму // Издательство "Физматлит", 2005. 3-е изд., перераб. и доп. 512 с. ISBN:5-9221-0577-9 Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань".
https://e.lanbook.com/book/2118?category_pk=922
2. Введенский В.Ю., Лилеев А.С. Физические методы исследования. Магнитные свойства. Курс лекций. Издательство "МИСИС", 2010, 143 с. ISBN: 978-5-87623-318-9
https://e.lanbook.com/book/51697?category_pk=922

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа: № 318 (физмат корпус)	Лекции	Доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран Программное обеспечение: 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г.
Лаборатория №609 (физмат корпус)	Лабораторные занятия	Комплекты лабораторных работ, ферротестер, феррометр, осциллограф, компьютер, вольтметры, амперметры, Q-метр, большой измеритель добротности, столы, стулья.
Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.
Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Введение в магнетизм на 5 семестр

дневная
форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3 / 108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	73,2
лекций	18
практических/ семинарских	18
лабораторных	36
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	7,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	27

Форма(ы) контроля:
экзамен _____ 5 _____ семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Модуль 1.							
1.	Магнитный момент. Магнитные свойства атомов. Гиромагнитные опыты. Напряжённость. Намагниченность.	2	2	4	1	[1] (§1-3)	[4] (§1-2)	лаб.раб., задачи
2.	Методы создания слабых магнитных полей	2	2	4	1	[1] (§ 5), 2 (§3-5)	[4] (§3-4)	лаб.раб., задачи
3.	Магнитная индукция. Момент силы и работа поля. Физика диамагнетизма и парамагнетизма.	2	2	4	0	[1] (§7)	[4] (§5)	лаб.раб., задачи
4.	Магнитное поле Земли и Солнца. Солнечный ветер. Магнетизм горных пород.	2	2	4	1	[1] (§9), 2 (§11)	[4] (§8-10)	лаб.раб., задачи коллоквиум
	Модуль 2.							
5.	Восприимчивость.	2	2	4	1	[1] (§10-12),	[4] (§11)	лаб.раб., задачи

	Феноменологическая классификация.							
6.	Диамagnetизм. Свойства диамagnetиков.	2	2	4	1	[1] (§13, 15-17),	[4] (§14-15)	лаб.раб., задачи
7.	Парамагнетизм. Свойства парамагнетиков.	2	2	4	1	[1] (§14, 15), 2 (§19)	[4] (§16)	лаб.раб., задачи
8.	Проницаемость. Магнитоупорядоченные вещества. Петля гистерезиса. Точка Кюри.	2	2	4	1	[1] (§20-23)	[4] (§17)	лаб.раб., задачи
9.	Физика ядерного магнитного резонанса. Применение ядерного магнитного резонанса в медицине.	2	2	4	0,8	[1] (§21, 22)	[1] (§18-19)	лаб.раб., задачи контр. работа
	Всего часов:	18	18	36	7,8			

