

# МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Горно-Алтайский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО ГАГУ, ГАГУ, Горно-Алтайский государственный университет)

## Магнитные измерения рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **кафедра математики, физики и информатики**

Учебный план 03.03.02\_2023\_613.plx  
03.03.02 Физика  
Альтернативная энергетика

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108  
в том числе:  
аудиторные занятия 82  
самостоятельная работа 15,1  
часов на контроль 8,85

Виды контроля в семестрах:  
зачеты 7

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя		УП	РП
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	38	38	38	38
Лабораторные	44	44	44	44
Консультации (для студента)	1,9	1,9	1,9	1,9
Контроль самостоятельной работы при проведении аттестации	0,15	0,15	0,15	0,15
Итого ауд.	82	82	82	82
Контактная работа	84,05	84,05	84,05	84,05
Сам. работа	15,1	15,1	15,1	15,1
Часы на контроль	8,85	8,85	8,85	8,85
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

Старший преподаватель, Николаева Е.Г.



Рабочая программа дисциплины

**Магнитные измерения**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 891)

составлена на основании учебного плана:

03.03.02. Физика

утвержденного учёным советом вуза от 26.12.2022 протокол № 12.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры

**кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от 09.03.2023 протокол № 8

И.о. зав. кафедрой Богданова Р.А.



---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой и.о. зав.кафедрой Богданова Р.А.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой и.о. зав.кафедрой Богданова Р.А.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой и.о. зав.кафедрой Богданова Р.А.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой и.о. зав.кафедрой Богданова Р.А.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	<i>Цели:</i> Подготовка компетентного специалиста в области магнитных измерений.
1.2	<i>Задачи:</i> Получение студентами знаний о способах измерения магнитных полей, а также приобретение умений и навыков магнитометрии полей. <i>Задачи дисциплины:</i> получение студентами знаний о способах измерения магнитных свойств материалов, а также приобретение умений и навыков магнитометрии материалов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.ДВ.04
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Элементарная физика
2.1.2	Основы электротехники
2.1.3	Механика
2.1.4	Электроснабжение
2.1.5	Электричество и магнетизм
2.1.6	Математика
2.1.7	Электродинамика
2.1.8	Электрические машины
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Методы физических измерений
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.3	Электромагнитная экология и электромагнитная совместимость

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
<b>ПК-3: Способен преподавать физико-технические дисциплины в общеобразовательных организациях с использованием технологий, отражающих специфику предметной области</b>	
<b>ИД-1.ПК-3: Обладает фундаментальными знаниями по физико-математическим и техническим дисциплинам</b>	
Обладает методами расчёта и экспериментального измерения магнитометрических величин.	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)							
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте пакт.	Примечание
	Раздел 1. Тематика лекций						

1.1	<p>Часть 1  <b>МАГНИТОМЕТРИЯ ПОЛЕЙ</b>  1. Магнитное поле в вакууме, его характеристики. Магнитометр Био и Савара; закон Био и Савара. Силовые линии. Расчёт полей кольцевого и прямого тока; вид силовых линий этих полей. Магнитный момент замкнутого тока.  Сила Ампера. Поведение прямого и кольцевого тока в однородном поле; особенности измерения магнитного поля такими способами. Замкнутый ток в неоднородном поле; особенности измерения магнитного поля этим способом.  2. Закон полного тока. Расчёт поля тонкого и толстого тороида, длинного и ограниченного однослойного соленоида, листа с током, цилиндрического провода; вид силовых линий этих полей. Магнитное поле в веществе, его характеристики.  3. Магнетики; характеристики магнетиков. Сильные и слабые, линейные и нелинейные, изотропные и анизотропные магнетики. Расчёт намагничённости, индукции и напряжённости поля длинного цилиндра из однородного линейного изотропного магнетика, помещённого в вакууме в однородное поле, параллельное оси цилиндра.  Размагничивающий фактор. Основные виды и свойства слабых магнетиков.  4. Основные виды и свойства сильных магнетиков. Основная кривая намагничивания (ОКН) и предельная петля гистерезиса (ППГ) ферромагнетика; остаточная индукция (намагниченность) и коэрцитивная сила. Частные петли гистерезиса (ЧПГ).  Магнитный поток. Расчёт потока ферромагнитного тонкого тороида.  Магнитодвижущая сила; магнитное сопротивление. Формула Гопкинсона.  Разветвлённые магнитные цепи; их расчёт.  5. Методы и устройства получения магнитных полей: токовые катушки, соленоиды, тороиды, провода с током, приставные и стационарные электромагниты, постоянные магниты, кольца Гельмгольца. Особенности применения, конструкция, расчёт поля.  Способы получения сильных полей.  Эталонные, образцовые и рабочие меры магнитных величин.  Меры напряжённости: кольца Гельмгольца; катушки Максвелла; одно- и многослойные соленоиды..  Измерительные катушки: особенности применения, конструкция, расчёт.  Потенциалметры. Пояс Роговского.  Меры магнитного потока: особенности применения, конструкция. Катушки Кемпбелла. Меры магнитного момента.</p>	7	20	ИД-1.ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2	0	<p>Перечень важнейших понятий, выделенных для заучивания (гlossарий) к зачету. Вопросы теоретического собеседования лабораторных работ.  Отрабатываемые в лаборатории экспериментальные умения.</p>
-----	--	---	----	-----------	--------------------	---	---

	<p>6. Баллистический гальванометр: особенности применения, конструкция, характеристики. Баллистический метод измерения напряжённости магнитных полей. Схема и особенности баллистической установки. Веберметры. Магнитометры. Астатический магнитометр: особенности применения, конструкция. Тесламетры с датчиком Холла: принцип действия, особенности применения, конструкция. Способы увеличения точности и чувствительности магнитометров с датчиком Холла.</p> <p>7. Магнитометры на эффекте Гаусса: принцип действия, особенности применения, конструкция. Индукционные тесламетры; особенности применения для измерения постоянных и переменных полей. Вибрационные тесламетры. Магнитные индукционные головки.</p> <p>8. Феррозондовые тесламетры: принцип действия, особенности применения, конструкция. Полемерная и градиентометрическая схемы включения. Полупроводниковые датчики магнитного поля. СКВИД-магнитометры: принцип действия, особенности применения, конструкция. Магнитометры на ЭПР и ЯМР: принцип действия, особенности применения, конструкция.</p> <p>/Лек/</p>						
--	---	--	--	--	--	--	--

1.2	<p>Часть 2  <b>МАГНИТОМЕТРИЯ МАТЕРИАЛОВ</b>  1. Классификация магнитных материалов (ММ) и роль в жизни человечества. Основные характеристики ММ в постоянных полях: основная кривая намагничивания (ОКН); 5 её участков; определение магнитных проницаемостей и восприимчивостей. Основные характеристики ММ в постоянных полях: предельная петля гистерезиса ППГ; частные петли ЧПГ; коэффициенты формы петли. Способы размагничивания. Магнитная анизотропия; магнитная текстура. Определение энергии намагниченного тела. Магнитострикция и её характеристики.  2. Основные характеристики ММ в переменных полях: динамическая магнитная петля ДМП; магнитные проницаемости. Описание потерь. Характеристики при импульсном намагничивании. Определение свойств СВЧ-ферритов; ферромагнитный резонанс. Оптические и электрические свойства ММ.  3. Образцы для испытаний в постоянных полях. Намагничивающие устройства для испытаний в постоянных полях: проводник с током; кольцевая обмотка; соленоид; электромагнит. Аппарат Эпштейна, пермеаметры Гопкинсона, Бурровса и Фэхи.  4. Пермеаметры Кепселя и Неймана; пермеаметр с двойным симметричным ярмом.  Баллистический метод снятия ОКН и ППГ на постоянном токе в замкнутой магнитной цепи.  5. Определение свойств кольцевых магнитомягких материалов МММ. Определение свойств МММ в пермеаметрах. Дифференциальный баллистический метод. Определение свойств магнитножестких материалов МЖМ. Определение свойств особо жестких МЖМ. Трудности и пути усовершенствования баллистического метода.  6. Определение внутреннего поля образца в разомкнутой магнитной цепи. Методы определения коэрцитивной силы в разомкнутой магнитной цепи. Методы определения свойств слабомагнитных материалов.  7. Методы определения свойств диа- и парамагнетиков. Построение ДМП и ОКН в переменных полях с помощью вольтметров.  8. Мостовые и потенциометрические методы определения свойств ММ в переменных полях. Резонансные и осциллографические методы определения свойств ММ в переменных полях. Методы</p>	7	18	ИД-1.ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2	0	<p>Перечень важнейших понятий, выделенных для заучивания (гlossарий) к зачету. Вопросы теоретического собеседования лабораторных работ. Отрабатываемые в лаборатории экспериментальные умения.</p>
-----	--	---	----	-----------	--------------------	---	--

	определения потерь в ММ в переменных полях. /Лек/						
	<b>Раздел 2. Лабораторные работы</b>						

2.1	<p><b>ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА</b>  <b>РАЗДЕЛ 1</b>  <b>МАГНИТОМЕТРИЯ ПОЛЕЙ (1 цикл, 5 работ)</b></p> <p>Лабораторная работа № 1.  <b>ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ БАЛЛИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ</b></p> <p><b>ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ</b>  1. Методы и устройства получения магнитных полей: приставные и стационарные электромагниты, постоянные магниты, кольца Гельмгольца. Особенности применения, конструкция, расчёт поля. Способы получения сильных полей.  2. Баллистический метод измерения напряжённости магнитных полей. Схема и особенности баллистической установки. Веберметры.</p> <p><b>ОТРАБАТЫВАЕМЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УМЕНИЯ</b>  а) Определить постоянную баллистической установки по индукции с разными катушками.  б) С помощью баллистической установки найти величину поля в разных точках вблизи постоянного магнита (электромагнита).</p> <p>Лабораторная работа № 2.</p> <p><b>ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДАТЧИКОМ ХОЛЛА</b></p> <p><b>ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ</b>  1. Меры напряжённости магнитного поля: кольца Гельмгольца; катушки Максвелла; одно- и многослойные соленоиды.  2. Тесламетры с датчиком Холла: принцип действия, особенности применения, конструкция. Способы увеличения точности и чувствительности магнитометров с датчиком Холла.</p> <p><b>ОТРАБАТЫВАЕМЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УМЕНИЯ</b>  а) Снять градуировочную характеристику датчика Холла для разных токов возбуждения и температуры.  б) С помощью датчика Холла построить градуировочные зависимости для лабораторного электромагнита.  Лабораторная работа № 3.</p> <p><b>ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ИНДУКЦИОННЫМ ТЕСЛАМЕТРОМ</b></p>	7	44	ИД-1.ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2	0	<p>Перечень важнейших понятий, выделенных для заучивания (гlossарий) к зачету. Вопросы теоретического собеседования лабораторных работ. Отрабатываемые в лаборатории экспериментальные умения. Добавочные практические задачи.</p>
-----	---	---	----	-----------	--------------------	---	--

	<p><b>ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ</b></p> <p>1. Измерительные катушки: особенности применения, конструкция, расчёт константы. Потенциалметры. Пояс Роговского.</p> <p>2. Индукционные тесламетры; особенности применения для измерения постоянных и переменных полей. Вибрационные тесламетры. Магнитные индукционные головки.</p> <p><b>ОТРАБАТЫВАЕМЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УМЕНИЯ</b></p> <p>а) Снять градуировочные характеристики индукционных датчиков для разного числа оборотов.</p> <p>б) С помощью индукционных датчиков найти величину поля в разных точках вблизи постоянного магнита (электромагнита). Лабораторная работа № 4</p> <p><b>ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ФЕРРОЗОНДАМИ</b></p> <p><b>ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ</b></p> <p>1. Магнитное поле в вакууме, его характеристики. Магнитометр Био и Савара; закон Био и Савара. Силовые линии. Расчёт полей кольцевого и прямого тока; вид силовых линий этих полей. Магнитный момент замкнутого тока.</p> <p>2. Феррозондовые тесламетры: принцип действия, особенности применения, конструкция. Полемерная и градиентометрическая схемы включения.</p> <p><b>ОТРАБАТЫВАЕМЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УМЕНИЯ</b></p> <p>а) Снять градуировочные характеристики феррозонда.</p> <p>б) С помощью феррозонда найти величину и направление магнитного поля Земли в лаборатории. Лабораторная работа № 5</p> <p><b>ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ГРАДУИРОВКА ФЕРРОЗОНДА</b></p> <p><b>ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ</b></p> <p>1. Сила Ампера. Поведение прямого и кольцевого тока в однородном поле; особенности измерения магнитного поля такими способами. Поведение замкнутого тока в неоднородном поле; особенности измерения магнитного поля этим способом.</p> <p>2. Методы и устройства получения магнитных полей: токовые катушки, соленоиды, тороиды, провода с током. Особенности применения,</p>						
--	---	--	--	--	--	--	--

<p>конструкция, расчёт поля.</p> <p><b>ОТРАБАТЫВАЕМЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УМЕНИЯ</b></p> <p>а) Изготовить феррозонд-полемер и снять его градуировочные характеристики</p> <p>б) С помощью феррозонда найти величину и направление магнитного поля Земли в лаборатории</p> <p>Раздел 2.</p> <p><b>МАГНИТОМЕТРИЯ МАТЕРИАЛОВ (2-й цикл. 4 работы)</b></p> <p>Лабораторная работа № 1 <b>ИСПЫТАНИЕ МАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПОСТОЯННОМ ТОКЕ В ЗАМКНУТОЙ ЦЕПИ</b></p> <p><b>ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ</b></p> <p>1. Основные характеристики ММ в постоянных полях: основная кривая намагничивания (ОКН) в замкнутой и разомкнутой цепи; 5 её участков; определение магнитных проницаемостей и восприимчивостей.</p> <p>2. Баллистический метод снятия ОКН на постоянном токе в замкнутой магнитной цепи.</p> <p>3. Баллистический метод снятия предельной петли гистерезиса (ППГ) на постоянном токе в замкнутой магнитной цепи.</p> <p><b>ОТРАБАТЫВАЕМЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УМЕНИЯ</b></p> <p>а) Баллистическим методом снять ОКН на постоянном токе в замкнутой магнитной цепи.</p> <p>б) Баллистическим методом снять ППГ на постоянном токе в замкнутой магнитной цепи.</p> <p>Лабораторная работа № 2. <b>ИСПЫТАНИЕ МАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПОСТОЯННОМ ТОКЕ В РАЗОМКНУТОЙ ЦЕПИ</b></p> <p><b>ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ</b></p> <p>1. Расчёт намагниченности, индукции и напряжённости поля длинного цилиндра из однородного линейного изотропного магнетика, помещённого в вакууме в однородное поле, параллельное оси цилиндра. Размагничивающий фактор.</p> <p>2. Определение внутреннего поля образца в разомкнутой магнитной цепи.</p> <p>3. Методы определения коэрцитивной силы в разомкнутой магнитной цепи.</p> <p><b>ОТРАБАТЫВАЕМЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УМЕНИЯ</b></p> <p>В разомкнутой магнитной цепи найти: а) внутреннее поле образца. б) коэрцитивную силу образца.</p>						
--	--	--	--	--	--	--

<p>Лабораторная работа № 3.</p> <p><b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ СЛАБОМАГНИТНЫХ ВЕЩЕСТВ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ГУИ</b></p> <p><b>ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ</b></p> <p>1. Магнитное поле в веществе, его характеристики. Магнетики; характеристики магнетиков. Сильные и слабые, однородные и неоднородные, линейные и нелинейные, изотропные и анизотропные магнетики. Основные виды и свойства слабых магнетиков.</p> <p>2. Методы определения свойств слабомагнитных материалов.</p> <p>3. Методы определения свойств диа- и парамагнетиков.</p> <p><b>ОТРАБАТЫВАЕМЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УМЕНИЯ</b></p> <p>Определить удельную восприимчивость диа- или парамагнетика.</p> <p>Лабораторная работа № 4.</p> <p><b>ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ФЕРРОМАГНЕТИКОВ В ПЕРЕМЕННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ ОСЦИЛЛОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ</b></p> <p><b>ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ</b></p> <p>1. Основные характеристики ММ в переменных полях: описание потерь; характеристики при импульсном намагничивании; определение свойств СВЧ-ферритов.</p> <p>2. Резонансные и осциллографические методы определения свойств ММ в переменных полях.</p> <p>3. Методы определения потерь в ММ в переменных полях.</p> <p><b>ОТРАБАТЫВАЕМЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УМЕНИЯ</b></p> <p>а) Определить константы осциллографа по осям X и Y. б) Получить на экране осциллографа ДМП.</p> <p>Лабораторная работа № 5. (запасная)</p> <p><b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ МАГНИТНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ МАГНЕТИКОВ С ПОМОЩЬЮ МОСТИКА МАКСВЕЛЛА</b></p> <p><b>ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ</b></p> <p>1. Мостовые и потенциометрические методы определения свойств ММ в переменных полях.</p> <p><b>ОТРАБАТЫВАЕМЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УМЕНИЯ</b></p> <p>а) Рассчитать проницаемости образца в переменных полях.</p>						
--	--	--	--	--	--	--

	/Лаб/						
	<b>Раздел 3. Самостоятельная работа</b>						

3.1	<p><b>УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ</b></p> <p>Проведение лабораторных занятий. Каждое занятие занимает 4 часа и требует самостоятельной работы в объёме 12 часов. Время самостоятельной работы тратится на подготовку к собеседованию по теории и к измерениям.</p> <p>Занятия по магнитным измерениям идут в специализированной лаборатории. Каждое занятие идёт 4 часа; работы выполняются бригадами из 1-2 человек. Этого требуют как правила техники безопасности, так и необходимость приобретения каждым студентом экспериментальных умений и навыков. Форма организации занятий - только цикловая. Разбивку по бригадам и порядок прохождения работ в цикле определяет преподаватель на первом занятии (или до него). Тематика работ, изучаемые в них теоретические вопросы и отрабатываемые экспериментальные умения указаны ниже.</p> <p>При подготовке к работе нужно проработать лекционный материал и подготовиться к теоретическому собеседованию. Оно начинается с бригады, выполняющей работу с наименьшим номером (например, № 1). Пока эти студенты готовятся и сдают теорию, остальные приступают к измерениям. Пройдя собеседование, студенты с работы № 1 начинают измерения, а с работы № 2 прерывают их и сдают теорию. Затем сдают работы № 3, № 4 и т.д. Студенты, не готовые к собеседованию, к измерениям не допускаются или с них снимаются.</p> <p>При подготовке к теоретическому собеседованию дома готовятся ответы на все вопросы данной работы, но отвечать каждый студент будет лишь часть их, указанную преподавателем.</p> <p>При подготовке к ответу можно использовать любые источники, но при ответе нужно показать свободное владение важнейшими понятиями и формулами курса (они указаны ниже). Можно также дома подготовить сжатый ПЛАН ОТВЕТА (дайджест), куда включаются промежуточные математические выкладки, схемы опытов, рисунки и т.п.: важнейшие формулы, понятия, эффекты, опыты и т.д., которые нужно знать наизусть, должны быть указаны в планах ответов БЕЗ РАСКРЫТИЯ СОДЕРЖАНИЯ.</p> <p>Если один из студентов бригады не прошёл собеседование, то выполняющий с ним данную работу, ответив на свои вопросы, не будет, как правило, допущен до измерений, пока</p>	7	15,1	ИД-1.ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2	0	
-----	--	---	------	-----------	-----------------------	---	--

	<p>не поможет товарищу подготовиться и пройти собеседование. Это объясняется тем, что на экзамен будут выноситься все вопросы к собеседованию, и любому студенту могут попасть как раз те вопросы, которые не были разобраны с преподавателем. Студенты, по ЛЮБЫМ причинам пропустившие занятие, не сдавшие теорию, не выполнившие измерения, не оформившие к концу данного занятия отчёт - считаются задолжниками и должны восполнить отставание: ВСЕ пропущенные часы должны быть восстановлены.</p> <p>За занятие каждый студент должен сдать одну работу. Это вполне реально, если подготовка была добросовестной. Сдав данный отчет, следует готовиться к следующей работе (с № 1 - на № 2, и т.д.). Если выполнялась работа с наибольшим в цикле номером - перейти на работу с наименьшим номером (с № 5 - на № 1).</p> <p>Лабораторные работы закончены, если по каждой из них выполнены измерения, оформлен и сдан отчет, пройдено теоретическое собеседование. В лаборатории следует выполнять правила техники безопасности, с которыми подробно ознакомит преподаватель на вводном занятии под роспись каждого студента персонально в журнале. /Ср/</p>						
	<b>Раздел 4. Консультации</b>						
4.1	Консультация по дисциплине /Конс/	7	1,9	ИД-1.ПК-3		0	
	<b>Раздел 5. Промежуточная аттестация (зачёт)</b>						
5.1	Подготовка к зачёту /Зачёт/	7	8,85	ИД-1.ПК-3		0	
5.2	Контактная работа /КСРАТт/	7	0,15	ИД-1.ПК-3		0	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Пояснительная записка

Назначение фонда оценочных средств. Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу дисциплины «Магнитные измерения».

2. Фонд оценочных средств включает примерный перечень важнейших понятий, выделенных для заучивания (гlossарий) к зачету. Вопросы теоретического собеседования лабораторных работ. Отрабатываемые в лаборатории экспериментальные умения. Добавочные практические задания.

### 5.2. Оценочные средства для текущего контроля

Вопросы теоретического собеседования лабораторных работ.

Раздел 1 Магнитометрия полей

Лабораторная работа № 1. ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ БАЛЛИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

1. Методы и устройства получения магнитных полей: приставные и стационарные электромагниты, постоянные магниты, кольца Гельмгольца. Особенности применения, конструкция, расчёт поля. Способы получения сильных полей.

2. Баллистический метод измерения напряжённости магнитных полей. Схема и особенности баллистической установки. Веберметры.



#### Лабораторная работа № 2. ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДАТЧИКОМ ХОЛЛА

1. Меры напряжённости магнитного поля: кольца Гельмгольца; катушки Максвелла; одно- и многослойные соленоиды.
2. Тесламетры с датчиком Холла: принцип действия, особенности применения, конструкция. Способы увеличения точности и чувствительности магнитометров с датчиком Холла.

#### Лабораторная работа № 3. ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ИНДУКЦИОННЫМ ТЕСЛАМЕТРОМ

1. Измерительные катушки: особенности применения, конструкция, расчёт константы. Потенциалметры. Пояс Роговского.
2. Индукционные тесламетры; особенности применения для измерения постоянных и переменных полей. Вибрационные тесламетры. Магнитные индукционные головки.

#### Лабораторная работа № 4 ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ФЕРРОЗОНДАМИ

1. Магнитное поле в вакууме, его характеристики. Магнитометр Био и Савара; закон Био и Савара. Силовые линии. Расчёт полей кольцевого и прямого тока; вид силовых линий этих полей. Магнитный момент замкнутого тока.
2. Феррозондовые тесламетры: принцип действия, особенности применения, конструкция. Полемерная и градиентометрическая схемы включения. Лабораторная работа № 5. Резервная

#### Раздел 2 Магнитометрия материалов.

##### Лабораторная работа № 1 Испытание магнитных материалов на постоянном токе в замкнутой цепи

1. Основные характеристики ММ в постоянных полях: основная кривая намагничивания (ОКН) в замкнутой и разомкнутой цепи; 5 её участков; определение магнитных проницаемостей и восприимчивостей.
2. Баллистический метод снятия ОКН на постоянном токе в замкнутой магнитной цепи.
3. Баллистический метод снятия предельной петли гистерезиса (ППГ) на постоянном токе в замкнутой магнитной цепи.

##### Лабораторная работа № 2. Испытание магнитных материалов на постоянном токе в разомкнутой цепи

1. Расчёт намагниченности, индукции и напряжённости поля длинного цилиндра из однородного линейного изотропного магнетика, помещённого в вакууме в однородное поле, параллельное оси цилиндра. Размагничивающий фактор.
2. Определение внутреннего поля образца в разомкнутой магнитной цепи.
3. Методы определения коэрцитивной силы в разомкнутой магнитной цепи.

##### Лабораторная работа № 3. Определение магнитной восприимчивости слабомагнитных веществ с помощью метода Гуи.

1. Магнитное поле в веществе, его характеристики. Магнетики; характеристики магнетиков. Сильные и слабые, однородные и неоднородные, линейные и нелинейные, изотропные и анизотропные магнетики. Основные виды и свойства слабых магнетиков.
2. Методы определения свойств слабомагнитных материалов.
3. Методы определения свойств диа- и парамагнетиков.

##### Лабораторная работа № 4. Исследование свойств ферромагнетиков в переменных магнитных полях осциллографическим методом

1. Основные характеристики ММ в переменных полях: описание потерь; характеристики при импульсном намагничивании; определение свойств СВЧ-ферритов.
2. Резонансные и осциллографические методы определения свойств ММ в переменных полях.
3. Методы определения потерь в ММ в переменных полях.

##### Лабораторная работа № 5. Определение относительной магнитной проницаемости магнетиков с помощью мостика Максвелла

1. Мостовые и потенциометрические методы определения свойств ММ в переменных полях.

#### Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если студент полностью владеет важнейшими понятиями, выделенными для заучивания и теоретический вопрос раскрыт полностью.
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент свободно владеет важнейшими понятиями, выделенными для заучивания, но теоретический вопрос раскрыт не полностью.
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент частично владеет важнейшими понятиями, выделенными для заучивания, и теоретический вопрос раскрыт не полностью.
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если студент не владеет важнейшими понятиями, выделенными для заучивания и не раскрыт теоретический вопрос.

#### Перечень отрабатываемых в лаборатории экспериментальных умений

##### Раздел 1 Магнитометрия полей

##### Лабораторная работа № 1. ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ БАЛЛИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

- а) Определить постоянную баллистической установки по индукции с разными катушками.
- б) С помощью баллистической установки найти величину поля в разных точках вблизи постоянного магнита (электромагнита).

##### Лабораторная работа № 2. ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДАТЧИКОМ ХОЛЛА

- а) Снять градуировочную характеристику датчика Холла для разных токов возбуждения и температуры.  
 б) С помощью датчика Холла построить градуировочные зависимости для лабораторного электромагнита.

Лабораторная работа № 3. ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ИНДУКЦИОННЫМ ТЕСЛАМЕТРОМ

- а) Снять градуировочные характеристики индукционных датчиков для разного числа оборотов.  
 б) С помощью индукционных датчиков найти величину поля в разных точках вблизи постоянного магнита (электромагнита).

Лабораторная работа № 4 ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ФЕРРОЗОНДАМИ

- а) Снять градуировочные характеристики феррозонда.  
 б) С помощью феррозонда найти величину и направление магнитного поля Земли в лаборатории.

Лабораторная работа № 5. Резервная.

Раздел 2 Магнитометрия материалов.

Лабораторная работа № 1 Испытание магнитных материалов на постоянном токе в замкнутой цепи

- а) Баллистическим методом снять ОКН на постоянном токе в замкнутой магнитной цепи. б) Баллистическим методом снять ППГ на постоянном токе в замкнутой магнитной цепи.

Лабораторная работа № 2. Испытание магнитных материалов на постоянном токе в разомкнутой цепи

В разомкнутой магнитной цепи найти:

- а) внутреннее поле образца.  
 б) коэрцитивную силу образца.

Лабораторная работа № 3. Определение магнитной восприимчивости слабомагнитных веществ с помощью метода Гуи

Определить удельную восприимчивость диа- или парамагнетика.

Лабораторная работа № 4. Исследование свойств ферромагнетиков в переменных магнитных полях осциллографическим методом

- а) Определить константы осциллографа по осям X и Y.  
 б) Получить на экране осциллографа ДМП.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если студент владеет важнейшими понятиями, выделенными для заучивания, и умение показано без замечаний.
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент владеет важнейшими понятиями, выделенными для заучивания, но умение показано с замечаниями.
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент частично владеет важнейшими понятиями, выделенными для заучивания, и умение показано с замечаниями.
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если студент не владеет важнейшими понятиями, выделенными для заучивания, и умение не показано.

#### ДОБАВОЧНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Для получения зачёта студентами, пропускавшими занятия без уважительной причины, нужно решить 1 (по выбору преподавателя) из предлагаемых 6 задач.

1. Тонкий размагниченный тороид с ферромагнитным сердечником имеет диаметр средней линии 30 см и площадь сечения 1,6 см<sup>2</sup>. В обмотку из 800 витков подали ток силой 1,8 А, и баллистический гальванометр, подключенный к измерительной обмотке из 1 витка (сопротивление всей измерительной цепи 0,8 Ом) показал в этот момент прохождение заряда 0,24 мКл. Найти индукцию и напряжённость поля, а также намагниченность и магнитную проницаемость материала сердечника при этом токе. (H 1,5 кА/м; B 1,2 Тл; J 1 МА/м; 600)
2. Тороид предыдущей задачи отключили от тока, и тот же баллистический гальванометр показал прошедший заряд 80 мкКл. Найти индукцию и напряжённость поля, а также остаточную намагниченность материала сердечника. (H = 0; Bг 0,8 Тл; Jг 640 кА/м)
3. Тонкий размагниченный тороид со стальным сердечником длиной средней линии 1 м имеет узкую поперечную сечению прорезь шириной 3 мм. В обмотку из 1300 витков подали ток, и датчик Холла в прорези показал поле индукцией B = 1 Тл. Найти ток в обмотке (2,3 А)
4. В том же тороиде найти индукцию и напряжённость поля в стали и в прорези при токе в обмотке 3 А. (в стали B 1,2 Тл, H 1,1 кА/м; в воздухе прорези B 1,2 Тл, H 1 МА/м)
5. После выключения тока в задаче 3 датчик Холла в прорези показал индукцию поля в прорези Bг 4,2 мТл. Найти напряжённость поля в стали и её остаточную намагниченность. (H - 10 А/м; Jг 3,3 кА/м)
6. Для данного ферромагнетика при испытании его как сердечника тороида потребовалось насыщающее поле напряжённостью Hs = 15 кА/м; при этом индукция насыщения составила 2 Тл. Какую напряжённость поля придётся создать в длинном соленоиде, в центре которого соосно с направлением намагничивающего поля поместили цилиндр из данного ферромагнетика длиной 10 и диаметром 1 см для достижения насыщения? Принять размагничивающий фактор N = 0,015. (Hse 240 кА/м).

<p>Критерии оценки          «Зачтено» – выполнение верно более 60% заданий.          «Не зачтено» – выполнение 60% и менее заданий верно</p>
<b>5.3. Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)</b>
Письменные работы при реализации дисциплины не предусмотрены
<b>5.4. Оценочные средства для промежуточной аттестации</b>
<p>Примерный перечень важнейших понятий к зачету</p> <p>Магнитное поле. Индукция и напряжённость магнитного поля. Силовые линии. Поле кольцевого и прямого тока; вид силовых линий этих полей. Магнитный момент замкнутого тока. Поведение прямого и кольцевого тока в однородном и неоднородном магнитном поле. Поле тороида, длинного и ограниченного однослойного соленоида; вид силовых линий этих полей.</p> <p>Магнитное поле в веществе, его характеристики. Магнетики; характеристики магнетиков. Магнитная восприимчивость и проницаемость. Намагниченность, индукция и напряжённость поля длинного цилиндра из однородного линейного изотропного магнетика, помещённого в вакууме в однородное поле, параллельное оси цилиндра. Связь индукции <math>B</math>, намагниченности <math>J</math> и напряжённости <math>H</math>. Размагничивающий фактор.</p> <p>Сильные и слабые, однородные и неоднородные, линейные и нелинейные, изотропные и анизотропные магнетики. Основные виды и экспериментальные свойства слабых магнетиков: значения и знак <math>\chi</math>, вид функции <math>J(H)</math>. Основные виды и свойства сильных магнетиков. Экспериментальные свойства ферро- и ферримагнетиков в постоянных полях: значения <math>\chi</math> и <math>J</math>; вид основной кривой намагничивания ОКН, 5 её участков; точка Кюри; существование в кристаллах; гистерезис. Намагниченность насыщения; предельная ППГ и частные ЧПГ петли гистерезиса; коэрцитивная сила <math>H_c</math> и остаточная намагниченность насыщения <math>J_{rs}</math>. Магнитострикция; её характеристики.</p> <p>Магнитный поток. Магнитный поток ферромагнитного тонкого тороида. Магнитодвижущая сила; магнитное сопротивление. Формула Гопкинсона.</p> <p>Методы и устройства получения магнитных полей: токовые катушки, соленоиды, тороиды, провода с током, приставные и стационарные электромагниты, постоянные магниты, кольца Гельмгольца. Способы получения сильных полей. Конструкция измерительных катушек.</p> <p>Классификация магнитных материалов (ММ), их применение. Оптические, электрические и магнитострикционные свойства ММ. Особенности образцов для испытаний в постоянных магнитных полях. Схема баллистической установки для испытания магнитных материалов на постоянном токе в замкнутой магнитной цепи. Намагничивающие устройства для испытаний в постоянных магнитных полях: проводник с током; кольцевая обмотка; соленоид; электромагнит; аппарат Эпштейна; пермеаметры.</p> <p>Определение свойств кольцевых магнитомягких материалов (МММ).</p> <p>Определение свойств магнитожёстких материалов (МЖМ).</p> <p>Определение внутреннего поля образца и коэрцитивной силы в разомкнутой магнитной цепи.</p> <p>Основные характеристики ММ в переменных полях: динамическая магнитная петля ДМП; магнитные проницаемости.</p> <p>Критерии оценки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценка «отлично» выставляется студентам, если при ответе на вопрос дано полное, грамотное объяснение; выполнены, если это необходимо, чертежи или рисунки. сформулированы законы; приведены необходимые примеры;</li> <li>- оценка «хорошо» выставляется студентам, если при ответе на вопрос дано грамотное объяснение, с недочётами;</li> <li>- оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, если при ответе на вопрос дано не полное объяснение;</li> <li>- оценка «неудовлетворительно» выставляется студентам, если студент не дал ответ на вопрос, или ответ был слишком коротким, не полным, не грамотным.</li> </ul>

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.1	Михайлов С.П., Гвоздарев А.Ю.	Магнитные и геомагнитные измерения: учебное пособие	Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2013	<a href="http://elib.gasu.ru/index.php?option=com_abook&amp;view=book&amp;id=693:magnitnye-i-geomagnitnye-izmereniya&amp;catid=6:physics&amp;Itemid=164">http://elib.gasu.ru/index.php?option=com_abook&amp;view=book&amp;id=693:magnitnye-i-geomagnitnye-izmereniya&amp;catid=6:physics&amp;Itemid=164</a>

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.2	Михайлов С.П.	Измерение магнитных свойств материалов: учебное пособие для студентов, изучающих дисциплину "Магнитные материалы"	Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2015	<a href="http://elib.gasu.ru/index.php?option=com_abook&amp;view=book&amp;id=36:izmerenie-magnitnykh-svoystv-materialov&amp;catid=6:physics&amp;Itemid=164">http://elib.gasu.ru/index.php?option=com_abook&amp;view=book&amp;id=36:izmerenie-magnitnykh-svoystv-materialov&amp;catid=6:physics&amp;Itemid=164</a>
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.1	Михайлов С.П.	Электричество и магнетизм: учебное пособие для вузов	Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2008	
Л2.2	Михайлов С.П.	Электричество и магнетизм: лабораторный практикум	Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2010	
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>				
6.3.1.1	Google Chrome			
6.3.1.2	Internet Explorer/ Edge			
6.3.1.3	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса СТАНДАРТНЫЙ			
6.3.1.4	MS Office			
6.3.1.5	MS WINDOWS			
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>				
6.3.2.1	Электронно-библиотечная система IPRbooks			
6.3.2.2	Межвузовская электронная библиотека			
6.3.2.3	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань»			

### 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	проблемная лекция	
	дискуссия	

### 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Номер аудитории	Назначение	Основное оснащение
111 Б1	Лаборатория магнитных измерений и магнитных материалов. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Генератор Г-3-118 – 2 шт, измеритель тока КЭЦ 41160, вольтметр В - 3 – 386, магазин сопротивлений – 3 шт., плата АЦП/ЦАП 2 Cold модель L 154 – 2 шт., приставка НС -2100, установка для исследования электронного парамагнитного резонанса – 2 шт, импульсный ЯМР-релаксометр "Эхо". Посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), рабочее место преподавателя, ученическая доска
220 Б1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Ученическая доска, посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), рабочее место преподавателя
209 Б1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Помещение	Рабочее место преподавателя. Посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся). Маркерная ученическая доска, экран, мультимедиапроектор, компьютеры с доступом в Интернет

### 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Занятия по магнитным измерениям идут в специализированной лаборатории. Каждое занятие идёт 4 часа; работы выполняются бригадами из 1-2 человек. Этого требуют как правила техники безопасности, так и необходимость приобретения каждым студентом экспериментальных умений и навыков. Форма организации

занятий - только цикловая. Разбивку по бригадам и порядок прохождения работ в цикле определяет преподаватель на первом занятии (или до него). Тематика работ, изучаемые в них теоретические вопросы и отрабатываемые экспериментальные умения указаны ниже.

При подготовке к работе нужно проработать лекционный материал и подготовиться к теоретическому собеседованию. Оно начинается с бригады, выполняющей работу с наименьшим номером (например, № 1). Пока эти студенты готовятся и сдают теорию, остальные приступают к измерениям. Пройдя собеседование, студенты с работы № 1 начинают измерения, а с работы № 2 прерывают их и сдают теорию. Затем сдают работы № 3, № 4 и т.д. Студенты, не готовые к собеседованию, к измерениям не допускаются или с них снимаются.

При подготовке к теоретическому собеседованию дома готовятся ответы на все вопросы данной работы, но отвечать каждый студент будет лишь часть их, указанную преподавателем. При подготовке к ответу можно использовать любые источники, но при ответе нужно показать свободное владение важнейшими понятиями и формулами курса (они указаны ниже). Должны быть также раскрыты темы для самостоятельного изучения, определяемые лектором с учётом резерва времени в текущем учебном году. Можно также дома подготовить сжатый ПЛАН ОТВЕТА (дайджест), куда включаются промежуточные математические выкладки, схемы опытов, рисунки и т.п.: важнейшие формулы, понятия, эффекты, опыты и т.д., которые нужно знать наизусть, должны быть указаны в планах ответов БЕЗ РАСКРЫТИЯ СОДЕРЖАНИЯ.

Если один из студентов бригады не прошёл собеседование, то выполняющий с ним данную работу, ответив на свои вопросы, не будет, как правило, допущен до измерений, пока не поможет товарищу подготовиться и пройти собеседование. Это объясняется тем, что усвоить следует все вопросы к собеседованию, и любому студенту могут в будущем попасть как раз те вопросы, которые не были разобраны с преподавателем.

Студенты, по ЛЮБЫМ причинам пропустившие занятие, не сдавшие теорию, не выполнившие измерения, не оформившие к концу данного занятия отчёт - считаются задолжниками и должны восполнить отставание: ВСЕ пропущенные часы должны быть восстановлены.

За занятие каждый студент должен сдать одну работу. Это вполне реально, если подготовка была добросовестной. Сдав данный отчет, следует готовиться к следующей работе (с № 1 - на № 2, и т.д.). Если выполнялась работа с наибольшим в цикле номером - перейти на работу с наименьшим (с № 4 - на № 1). Лабораторные работы закончены, если по каждой из них выполнены измерения, оформлен и сдан отчет, пройдено теоретическое собеседование.

В лаборатории следует выполнять правила техники безопасности, с которыми подробно ознакомит преподаватель на вводном занятии под роспись каждого студента персонально в журнале.