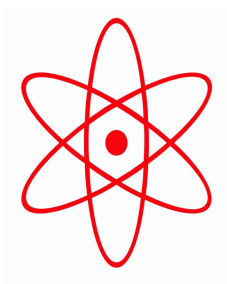


ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»



ИЗУЧЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ ГИСТЕРЕЗИСА ФЕРРОМАГНЕТИКОВ.

ФЭЛ-11

ПАСПОРТ.

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.

2011 г.

1. Назначение.

Установка учебная лабораторная ФЭЛ-11 предназначена для демонстрации кривой гистерезиса ферромагнитного образца на электронном осциллографе. Лабораторный модуль позволяет получить петлю гистерезиса ферромагнетика при различных частотах задающего генератора, оценить технические параметры ферромагнетика (коэрцитивная сила, индукция насыщения, остаточная магнитная индукция), получить основную кривую намагничивания, приобрести экспериментальные навыки исследования процесса намагничивания ферромагнетиков в переменном поле с помощью электронного осциллографа. Учебная лабораторная установка предназначена для постановки лабораторных работ по курсу «Квантовая физика» («Атомная и ядерная физика») либо «Электричество и магнетизм» в физическом практикуме ВУЗов.

2. Технические условия и комплектующие.

Напряжение питания	~220 В
Мощность	не более 60 Вт
Цифровой вольтметр: Тип индикатора	ЖКД LCD
Ошибка измерения напряжения	не более $\pm 0,05$ В

СОСТАВ МОДУЛЯ ФЭЛ-11:

Объект исследования – сплав феррит ZnO никель-цинковый	1 шт.
Возбуждающий гармонический генератор	1 шт.
Вольтметр цифровой встроенный	1 шт.
Блок питания стабилизированный	1 шт.
Усилитель низкочастотный УНЧ встроенный	1 шт.

3. Устройство и принцип работы.

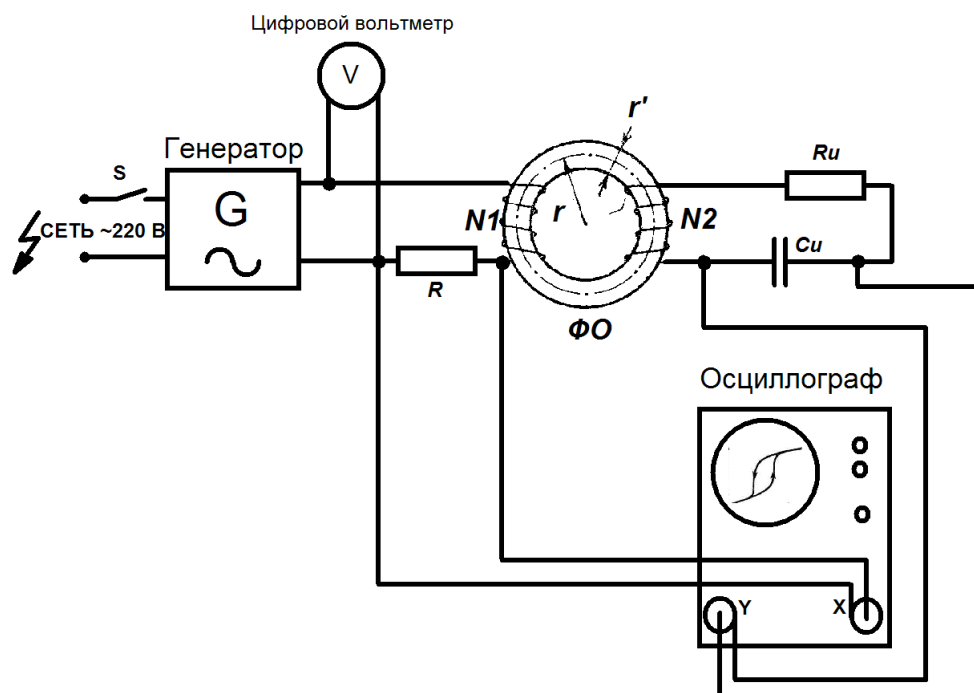


Рис. 1. Блок схема экспериментальной установки.

Экспериментальная установка представляет собой единый лабораторный модуль, содержащий возбуждающий генератор, объект исследования, цифровую систему управления и измерения. Установка позволяет проводить исследование ферромагнетиков как в динамическом режиме с использованием осциллографа, так и в статическом режиме (метод Столетова). Переключение между режимами работы осуществляется кнопкой «ЭКСПЕРИМЕНТ» **при отключенном генераторе**. Установка имеет два выхода – выход X и выход Y, сигнал напряжения с которых поступает на соответствующие входы электронного осциллографа. Сигнал напряжения с выхода x учебного модуля пропорционален напряженности поля в исследуемом образце $U_x \sim H$, с выхода y – индукции магнитного поля в образце $U_y \sim B$. Выключая встроенный генератор развертки осциллографа и, складывая эти сигналы в режиме X-Y, получаем на экране петлю гистерезиса ферромагнетика. Предусматривается возможность изменения напряжения с выхода генератора для получения петель гистерезиса частных циклов и построения кривой намагничивания. Амплитудное значение напряжения с выхода генератора измеряется цифровым вольтметром. Измеренные значения напряжения выводятся на цифровой жидкокристаллический индикатор LCD. Амплитуда напряжения с выхода генератора регулируется плавно с помощью кнопок «АМПЛИТУДА», частота регулируется ступенчато при помощи набора кнопок «ЧАСТОТА». Индикация GN указывает условное количество шагов усиления УНЧ. При наблюдении петли гистерезиса вследствие резкой нелинейности образца возможно незначительное изменение ее размеров (не более 1 % от общей площади).

Генераторы, а также цифровой вольтметр собраны на базе микроконтроллеров ATMEGA8, 48 производства фирмы Atmel.

Установка учебная ФЭЛ-11
"Изучение явления гистерезиса ферромагнетиков"

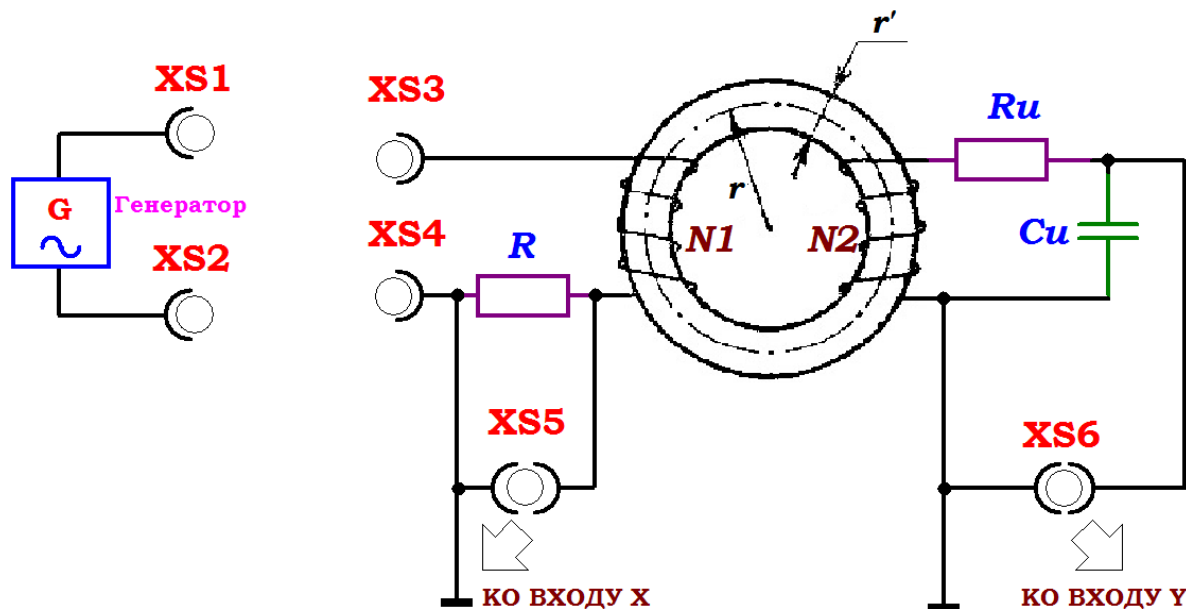


Рис.2. Блок-схема учебной установки ФЭЛ-11 с контрольными точками.

Схема измерительной установки показана на рис.1. Она содержит следующие элементы: цифровой генератор переменного напряжения; ФО - ферромагнитный образец (сердечник трансформатора); N_1 - намагничивающая обмотка; N_2 - измерительная обмотка; R_u и C_u - резистор и конденсатор интегрирующей RC - цепочки; R - резистор для получения напряжения U_x , электронный осциллограф. Частота генератора плавно регулируется с помощью ручки либо кнопки «ЧАСТОТА» - текущее значение частоты генератора выводится на дисплей, амплитуда выходного напряжения устанавливается с помощью ручки «АМПЛИТУДА», измеряется цифровым вольтметром и выводится на LCD индикатор. **Изменение частоты и измерение амплитуды входного напряжения возможно только при выключенном генераторе!** Генератор включается и отключается кнопкой «ГЕНЕРАТОР ВКЛ/ВЫКЛ». Для надежного срабатывания кнопки необходимо удерживать в течение ~ 1 секунды. Для калибровки оси X осциллографа ось Y заземляется с помощью переключателя «DC \perp AC» на панели осциллографа (он расположен справа от входа Y). Установка снабжена микропроцессорной системой управления, измерения и контроля необходимых параметров.

В соответствии с показанной на рис. 1 схемой на вход «Y» осциллографа подается напряжение U_y , пропорциональное магнитной индукции B поля в исследуемом образце, на вход «X» - напряжения U_x пропорциональное напряженности H поля, намагничивающего образец (внутренний генератор

горизонтальной развертки луча осциллографа при этом выключается, включается режим X-Y осциллографа). За один период T изменения напряжений U_x и U_y , характеризующий полный цикл перемагничивания образца, электронный луч на экране осциллографа описывает петлю гистерезиса, повторяя ее в точности за каждый следующий период. Поэтому изображение петли гистерезиса на экране будет неподвижным.

Учащимся предлагается самостоятельно с помощью входящих в комплект перемычек и соединительных проводов собрать схему рис. 1. Для этого используется блок-схема с контрольными точками рис. 2. Для получения петли гистерезиса на экране осциллографа необходимо соединить выход синусоидального генератора XS1 с первичной обмоткой XS3 катушки (перемычка 1), выход XS2 соединяется с другим концом первичной обмотки XS4. Корпус осциллографа и учебной установки является общим.

С выхода X и Y учебной установки подается сигнал на соответствующие входы осциллографа. При этом сигнал с выхода X пропорционален напряженности магнитного поля H , сигнал с выхода Y - пропорционален магнитной индукции B .

При правильном соединении перемычек и осциллографических проводов получаем схему рис. 1.

Для снятия основной кривой намагничивания статическим методом (второй опыт), используется схема рис. 3.

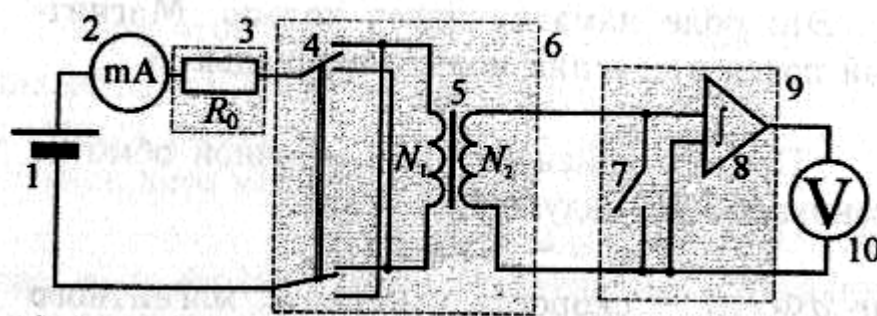


Рис. 3. Блок-схема эксперимента по снятию основной кривой намагничивания ферромагнетика статическим методом (второй эксперимент). 1 – источник постоянного регулируемого тока; 2 – миллиамперметр 3 – сопротивление первичной обмотки R_0 4 – автоматический периодический электронный переключатель тока; 5 – тороид с первичной N_1 и вторичной N_2 обмотками; 6 – блок «ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ»; 7 – автоматический электронный переключатель; 8 – интегратор тока; 9 – блок «Интегратор тока»; 10 – вольтметр.

Эксперимент в целом не отличается от опыта по наблюдению петли гистерезиса в динамическом режиме с помощью осциллографа. В данном опыте вместо осциллографа, в разрыв цепи первичной обмотки подключают миллиамперметр, а с выхода интегрирующей цепочки подают сигнал на вольтметр постоянного тока.

Первичная N_1 и вторичная N_2 обмотки намотаны на ферритовый кольцевой сердечник. Первичную обмотку используют для намагничивания ферромагнетика и по её параметрам определяют напряженность H намагничивающего поля. Электронный переключатель 4 служит для автоматического периодического изменения направления тока в первичной обмотке с целью перемагничивания сердечника. Резистор R_0 ограничивает ток в обмотке.

Вторичная обмотка N_2 предназначена для определения индукции магнитного поля B в сердечнике. Интегратор тока 8 служит для измерения заряда Q , фиксируемого вольтметром 10, пропорционального измеряемой величине B . Так как сердечник изготовлен из магнитомягкого ферромагнетика с малой величиной остаточной индукции $B_{ост}$, то для снятия основной кривой намагничивания нет необходимости проводить предварительное размагничивание сердечника.

4. Порядок работы и настройка лабораторного модуля.

Перед включением проверить целостность сетевых проводов, а также соединительных кабелей.

1. Подключить лабораторную установку к электронному осциллографу согласно блок-схеме рис 1. При этом сигнал с выхода X лабораторного модуля подается на канал X осциллографа, сигнал с выхода Y подается на канал Y осциллографа. **Перед включением установки в сеть все переключки должны быть отсоединены от стенда, в противном случае при подаче питания возможна некорректная работа измерительных приборов (ЖКД индикатора LCD).**
2. Включить осциллограф и лабораторный модуль в сеть напряжением ~ 220 В.
3. Поставить переключатели «СЕТЬ» на панели осциллографа и установки в положение «ВКЛ», при этом должны загореться соответствующие сигнальные светодиоды.
4. С помощью ручки «АМПЛИТУДА» на панели установки установить уровень сигнала с выхода генератора $U \sim 4,5-5,0$ В.
5. Перевести осциллограф в режим сложения двух колебаний (режим фигур Лиссажу) переведя переключатель «+ - x-EHT» слева от входа X осциллографа в положение «x-EHT».
6. Согласно методическому руководству произвести необходимые измерения параметров образца.
7. По окончании работы поставьте все переключатели в положение «ВЫКЛ» и выньте вилки из розетки.

5. Меры предосторожности.

Эксплуатация лабораторного модуля ФЭЛ-11 является полностью безопасной, при соблюдении обычных мер предосторожности в учебных лабораториях (проверка изоляции соединительных проводов, шнуров и т.п.). Снятие крышки могут производить лишь компетентные сотрудники, т. к. модуль питается переменным сетевым напряжением ~ 220 В. Амплитуда сигналов с выхода генератора не превышает 10 В.

В процессе работы так же рекомендуется избегать одновременного контакта с землей и корпусом лабораторных приборов и одновременного контакта между корпусами лабораторных приборов.

6. Возможные неисправности и методы их устранения.

Неисправность	Причина	Способ устранения
Не загорается сигнальный светодиод «сеть» на панели модуля, также на измерительном приборе отсутствуют показания.	Отсутствие питания модуля.	Проверить целостность силового шнура. Входное напряжение питания должно составлять не менее 200 В.
Отсутствуют изображение петли гистерезиса на экране осциллографа.	Обрыв одного или двух соединительных шнуров.	Подключая попеременно выходы учебного модуля к входу Y осциллографа определить в котором отсутствует сигнал, проверить целостность проводов. Выключить установку из сети на 2-3 минуты и включить вновь для перезапуска генератора.

7. Гарантии изготовителя

Предприятие-изготовитель НПО Учебной Техники «ТулаНаучПрибор» гарантирует бесперебойную работу установки не менее **12 месяцев** с момента передачи изделия заказчику. В случае обнаружения некачественности изделия, не связанного с почтовыми форс-мажорными обстоятельствами, грузополучатель обязан незамедлительно сообщить поставщику об этом, указав, в чем заключается неисправность.

Гарантия не распространяется на изделия, вышедшие из строя по вине грузополучателя, вследствие включения устройства в сеть с не соответствующим номинальным значениям параметров питающей сети, не обеспечивающим нормальный режим работы устройства.

Гарантийный ремонт не производится, претензии по качеству не принимаются в случаях: а) отсутствие гарантийного талона (паспорта изделия); б) при нарушении пломб, наличии следов вскрытия, попытки вскрытия (например, сорванные шлицы винтов, следы на корпусе, неправильная сборка), проведения предварительного ремонта самим пользователем, внесение изменений в конструкцию, использование принадлежностей, не предусмотренных изготовителем. в) следов термических, либо химических воздействий. г) небрежного технического обслуживания и эксплуатации, попадания посторонних предметов в узлы инструмента или их загрязнения, а так же в случаях эксплуатации изделия с нарушениями указаний технического паспорта, руководства по эксплуатации и дополнений продавца к руководству по эксплуатации.

Гарантия не распространяется: а) на неисправности, возникшие в результате несообщения о первоначальной неисправности; б) на неисправности, возникшие в результате нарушений инструкций и рекомендаций, содержащихся в руководстве по эксплуатации и дополнений продавца к руководству по эксплуатации; в) на изделие, которое подвергалось ремонту и конструктивным изменениям не уполномоченными на то лицами; г) на неисправности, вызванными транспортными повреждениями, небрежным обращением, или плохим уходом, не правильным использованием; д) на детали, являющиеся изнашиваемыми и расходными материалами (в том числе на спектральные лампы, срок службы которых напрямую зависит от частоты включений в времени использования, тем не менее, для проверки целостности и работоспособности ламп дается срок 14 дней); е) на внешние механические повреждения, вызванные эксплуатацией; ж) на такие виды работ, как регулировка, чистка и прочий уход за изделием, оговоренный в руководстве по эксплуатации; з) при использовании изделия не по назначению.

По истечении гарантийного срока, ремонт изделия осуществляется за отдельную плату.

Настоящий паспорт служит основанием для ремонта изделия при обнаружении неисправностях в течение всего гарантийного срока. Претензии по качеству и комплектности продукции принимаются по адресу: Россия, 300016, г. Тула, ул. Театральный пер., 2-12, НПО ТулаНаучПрибор, Панкову С. Е. Тел. 8-910-585-55-02; e-mail: physexperiment@narod.ru, web-страница: <http://www.physexperiment.narod.ru>

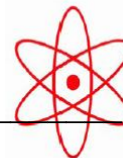
Производственное Объединение учебной техники «ТулаНаучПрибор»

Заказчик:

« » _____ 20__ г.

Исполнитель:

Панков С. Е.



« » _____ 20__ г.

Разработано и изготовлено: НПО Учебной Техники «ТулаНаучПрибор»,
Россия, г. Тула