

НПО УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»



**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕ-
МОСТИ МАТЕРИАЛОВ**

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ
КОМПЛЕКС (С ВЫВОДОМ ИНФОРМАЦИИ НА
ДИСПЛЕЙ ПЭВМ)**

ФЭЛ — 24 (К)

ПАСПОРТ.

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.

2023 г.

1. Назначение.

Настоящее руководство предназначено для ознакомления с устройством и принципом работы учебной лабораторной установки ФЭЛ-24 для определения относительной диэлектрической проницаемости материалов.

Учебная установка предназначена для проведения лабораторных и практических работ по курсу «ФИЗИКА», «ЭЛЕКТРОДИНАМИКА», «ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ» в высших учебных заведениях.

Комплекс выполнен в виде единого настроенного блока и в процессе эксплуатации не требует вмешательства пользователя.

Установка выполнена в климатическом исполнении УХЛ, категория 4.2 ГОСТ 15150-69 для эксплуатации в помещении при температуре от 10°C до 40°C и относительной влажности до 80 %.

2. Технические условия и комплектующие.

Напряжение питания	5 В от USB порта ПЭВМ
Потребляемая мощность	не более 5 Вт
Максимальный ток	не более 1,0 А
Условия эксплуатации	температура 10 — 40 °С при нормальном атмосферном давлении.

Учебная установка состоит из нескольких элементов, конструктивно объединенных в едином комплексе:

- объекта исследования — конденсатора переменной ёмкости с подвижными пластинами;
- пульта управления;
- встроенного стабилизированного источника питания, подающего питание нужной полярности и значения на все элементы схемы;
- встроенной схемы контроля необходимых параметров;
- схемы приёмопередатчика данных по USB порту ПК;
- генератора колебаний с зависимостью генерируемой частоты от подключённой ёмкости

3. Устройство и принцип работы.

Лабораторная работа выполняется на комбинированном учебном комплексе ФЭЛ — 24 (К), имеющим сопряжение с ПК. Вся информация об эксперименте, установленные и измеренные значения параметров выводятся в соответствующие окна программы - оболочки LabVisual, предназначенной для работы с прибором. Лабораторный комплекс работает в сопряжении с ПК. Блок — схема эксперимента приведена на рис. 1.1.

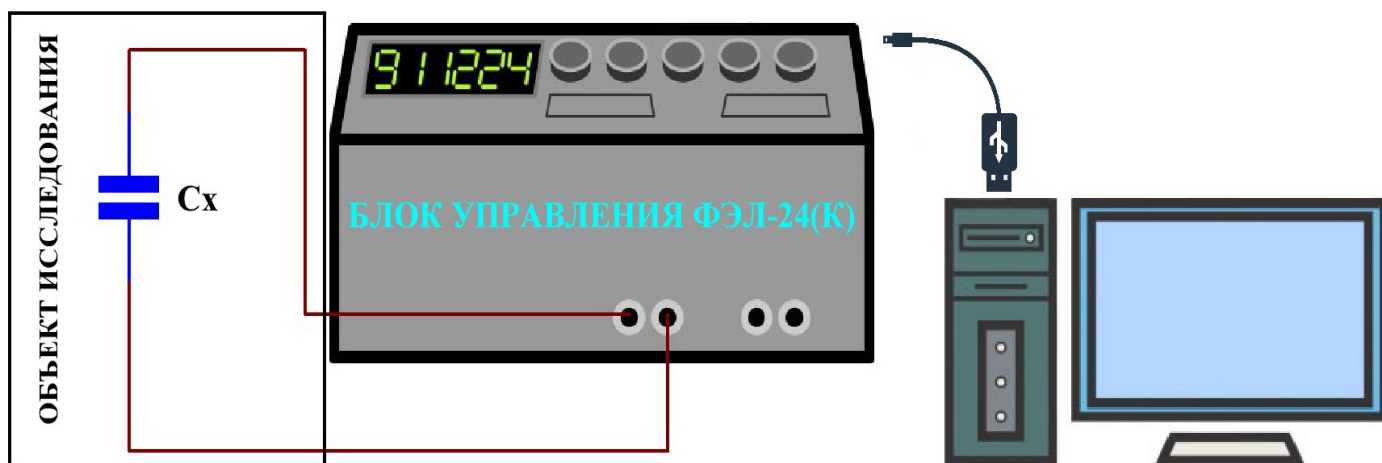


Рис. 1.1. Блок схема (упрощённая) учебной установки ФЭЛ — 24 (К).

Лабораторный комплекс состоит из нескольких блоков. «ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ», представляющий собой конденсатор переменной ёмкости с подвижными пластинами, соединяется с «БЛОКОМ УПРАВЛЕНИЯ» специальными проводами RCA (типа «тюльпан») из комплекта. Ручки управления «КАЛИБРОВКА ГРУБО/ПЛАВНО», расположенные на передней панели «БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ», предназначены для предварительной калибровки прибора по образцам с известной ёмкостью и известным значением диэлектрической проницаемости. Клеммы «ОБРАЗЕЦ» предназначены для подключения исследуемого конденсатора с подвижными пластинами, а также калибровочного конденсатора.

На задней стенке прибора могут быть расположены «СЛУЖЕБНЫЙ РАЗЪЁМ» и «СЛУЖЕБНАЯ КНОПКА», предназначенные исключительно для настройки прибора во время изготовления и не используются в работе. Для проведения эксперимента «СЛУЖЕБНАЯ КНОПКА» должна быть отжата!

«БЛОК УПРАВЛЕНИЯ» подключается к любому свободному USB — порту ПК. Предпочтительным для подключения является порт USB 2.0. Для надёжной работы прибора рекомендуются следующие параметры Персонального Компьютера:

- чипсет AMD с соответствующим процессором;
- чипсет Intel кроме серии HM 6x-8x;
- наличие порта USB 2.0;

• операционная система Windows 32 разрядная

Прибор питается от USB – порта ПК (напряжение питания $5,00 \pm 0,05$ В), поэтому кнопка «СЕТЬ» и сетевой кабель отсутствуют.

Относительная диэлектрическая проницаемость ε — это безразмерная физическая величина, показывающая степень поляризации материала под воздействием электрического поля в диэлектрике. Относительная диэлектрическая проницаемость может быть выражена как $\varepsilon = \frac{\varepsilon_s}{\varepsilon_0}$, где ε — относительная диэлектрическая проницаемость, ε_s — абсолютная диэлектрическая проницаемость материала в среде, ε_0 — диэлектрическая проницаемость вакуума.

Прибор предназначен для измерения относительной диэлектрической проницаемости ε исследуемых образцов методом измерения ёмкости плоского конденсатора. Конденсатор C_x (рис. 1.1), выполненный из подвижных пластин, включается в электрическую цепь специализированного встроенного генератора. Исследуемый образец помещается между обкладками конденсатора, после чего пластины плотно сдвигаются. Изменение ёмкости конденсатора C_x влияет на частоту ν генерируемых колебаний, после чего измеренное значение ёмкости может быть пересчитано в значение относительной диэлектрической проницаемости материала ε по формуле плоского конденсатора:

$$C_x = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$$

где ε_0 - диэлектрическая проницаемость вакуума (электрическая постоянная), S – площадь пластин конденсатора, d – толщина образца, расположенного между обкладками.

Зависимость частоты генератора от ёмкости даётся некоторой функцией $\nu = \nu(C_x)$. При изготовлении устройства экспериментально определяется вид обратной зависимости $C_x = C_x(\nu)$ в некотором диапазоне частот. Полученный градуировочный график записывается в прошивку прибора.

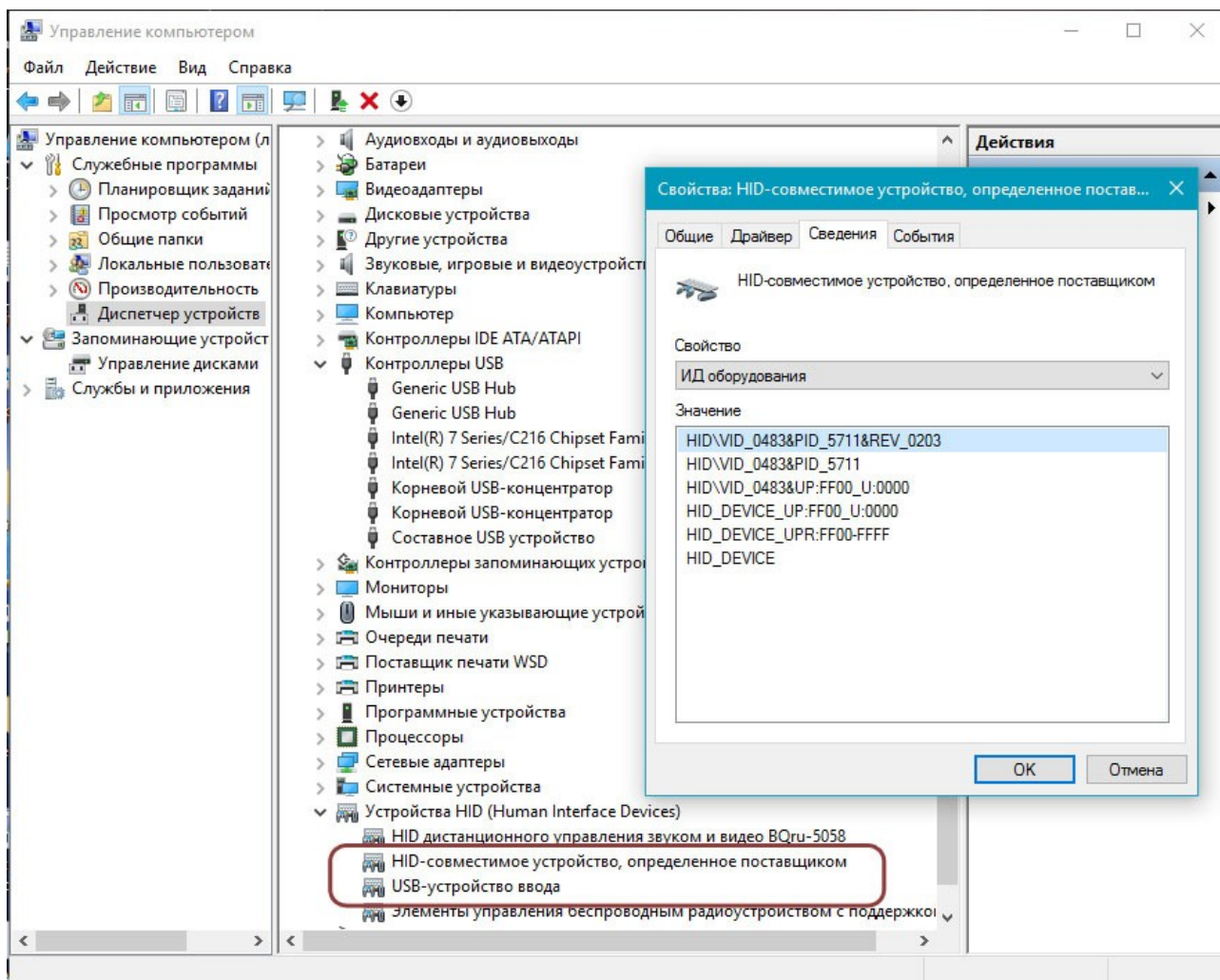
При проведении эксперимента частота генератора ν измеряется встроенным частотомером и пересчитывается в значение ёмкости C_x . Затем рассчитывается значение ε .

Контроль работы прибора осуществляется по образцу с известным значением относительной диэлектрической проницаемости, например стекла.

3.1 Для работы в автоматизированном режиме (с ПК) необходимо:

- 1) Включить ПК и загрузить ОС. Затем соединить USB выход прибора с USB портом ПК соединительным кабелем типа USB A-B. Рекомендованная длина соединительного кабеля не более 1,8 м.
- 2) Запустить программную среду LabVisual для работы с прибором.

- 3) Убедиться, что устройство корректно опознано в системе. Для этого запустить Диспетчер Устройств Windows. В диспетчере устройств должно появиться два устройства: «HID – совместимое устройство, определенное поставщиком» и «USB устройство ввода» в разделе «Устройства HID»



- 4) Если устройство не определилось (виден символ устройства с восклицательным знаком «!», код ошибки 10, код ошибки 43), то следует удалить данное устройство нажатием правой кнопки мыши из списка устройств, отключить прибор от USB – порта ПК и не менее чем с 5 секундной паузой повторить подключение.
- 5) Установка дополнительных драйверов для работы устройства в системе не требуется.
- 6) В среде LabVisual проверить состояние прибора: УСТРОЙСТВО → Параметры Прибора VID=1155, PID=22289
- 7) Приступить к выполнению эксперимента.

- 8) После перезагрузки ПК с подключённым к USB порту прибором, учебную установку следует переинициализировать, отключив и заново подключив шнур USB от прибора.
- 9) На задней стенке учебной установки, рядом со служебным 9 – PIN разъёмом (при его наличии), может находиться кнопка входа в режим обновления встроенного в микроконтроллер прибора программного обеспечения («перепрошивка»). Перед запуском прибора кнопку необходимо отжать!
- 10) Устройство располагать как можно дальше от источников электрических помех и шумов, т. к. вход «ОБРАЗЕЦ» БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ обладает высокой чувствительностью.

Внешний вид среды LabVisual для работы с прибором представлен на рис. 1.2.

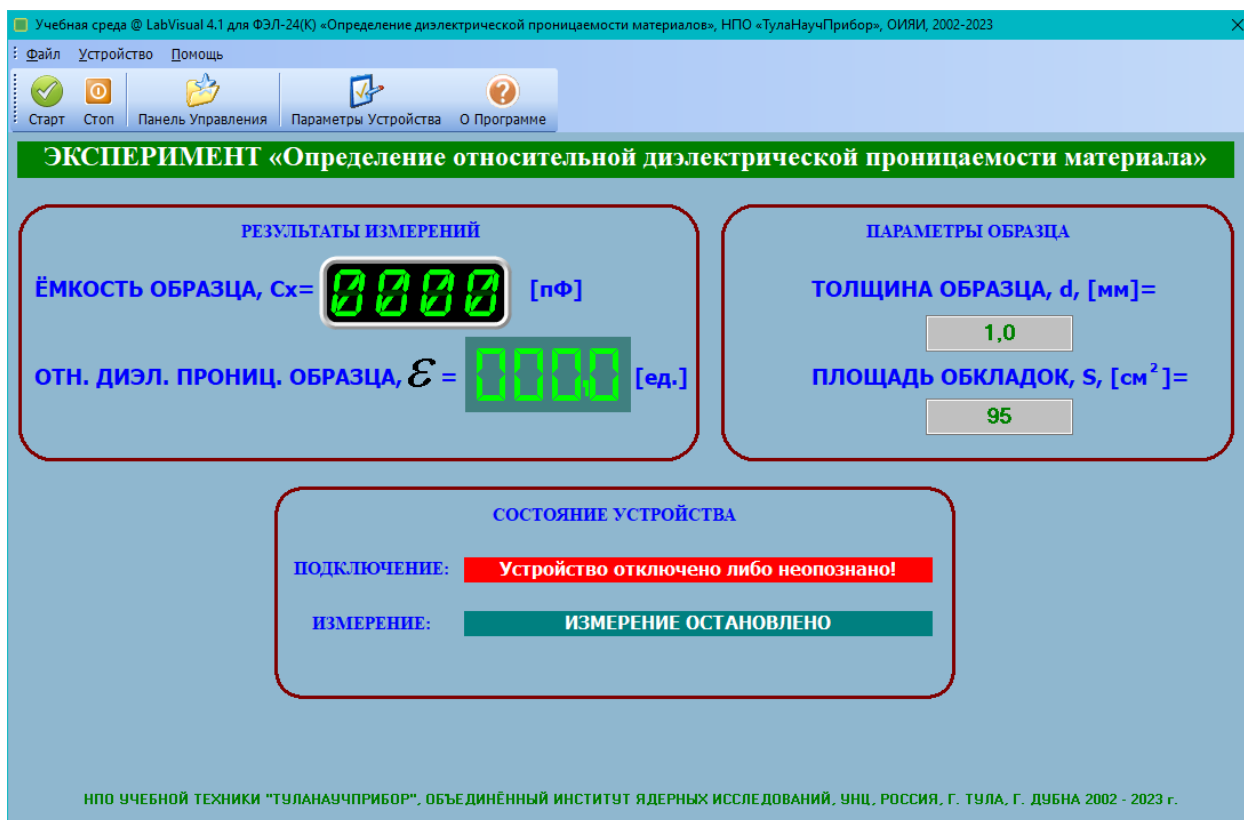


Рис. 1.2. Рабочая среда LabVisual для ФЭЛ-24 (К).

4. Порядок выполнения.

1. Перед включением установки в сеть проверить целостность всех соединительных сигнальных и сетевых проводов. Разобраться с принципиальными блок-схемами опытов, в назначении кнопок, переключателей и ручек прибора. **На данном шаге НЕ подключайте прибор к USB порту ПК. Устройство располагать как можно дальше от источников электрических помех и шумов, т. к. вход «ОБРАЗЕЦ» БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ обладает высокой чувствительностью.**
2. Соединить монитор с системным блоком ПЭВМ, подключить клавиатуру и мышь к системному блоку используя стандартные провода для подключения. Подключить системный блок ПЭВМ и монитор к сети ~ 220 В.
3. Загрузить операционную систему согласно стандартным процедурам загрузки.
4. При необходимости, настроить компьютер для работы с учебной установкой согласно прилагаемому руководству к среде LabVisual.
5. Запустить программу LabVisual для работы с учебной установкой для данного эксперимента пользуясь ярлыком на рабочем столе либо другим способом, указанным лаборантом.
6. Подключить установку к USB порту ПК согласно пункту 3.1 стр. 4 данного паспорта. **На задней стенке учебной установки, рядом со служебным 9 – PIN разъёмом (при его наличии), может находиться кнопка входа в режим обновления встроенного в микроконтроллер прибора программного обеспечения («перепрошивка»). Перед запуском прибора кнопку необходимо отжать!**
7. Подключить к клеммам «ОБРАЗЕЦ» БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ конденсатор с известной ёмкостью. В комплект прибора входит конденсатор ёмкостью 330 пФ. Следует следить за тем, чтобы штекера RCA («тюльпан») плотно входили в ответные гнёзда RCA на приборе. При необходимости внешнюю часть штекеров периодически необходимо аккуратно поджимать для обеспечения надежного контакта.
8. Вращая ручки регулировки «КАЛИБРОВКА ГРУБО/ПЛАВНО», добиться совпадения измеренных значений ёмкости C_x по показаниям программы с известным значением ёмкости калибровочного конденсатора.
9. Измерить как можно более точно толщину d материала калибровочного образца с помощью микрометра (рекомендуется) либо штангенциркуля. Толщина калибровочного образца из комплекта $d=(4,0\pm 0,3)$ мм.
10. Вычислить площадь S подвижных пластин конденсатора переменной ёмкости. По умолчанию площадь пластин $S=(95,0\pm 5,0)$ см².
11. Поместить калибровочный образец с известным значением относительной диэлектрической проницаемости между подвижными обкладками конденсатора переменной ёмкости.
12. Достаточно плотно, но не прилагая чрезмерных усилий, сжать пластины губками струбцины. При этом не следует допускать замыкания об-

- кладок пластин, для чего губки струбины изолированы диэлектрическими прокладками.
13. Отключить калибровочный конденсатор от прибора (БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ) и подключить подвижные пластины конденсатора переменной ёмкости с калибровочным образцом. Ввести в программу необходимые параметры калибровочного образца и измерить значение относительной диэлектрической проницаемости ϵ .
 14. Табличное значение относительной диэлектрической проницаемости калибровочного образца из комплекта (стекло) полученное на данной установке $\epsilon=7,9\pm 0,5$ [ед.].
 15. Отключить подвижные пластины от БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ.
 16. Заменить калибровочный образец между обкладками исследуемым образцом.
 17. Желательно, чтобы площадь исследуемого образца немного превышала площадь подвижных обкладок. Таким образом будет сведено к минимуму количество пустот между пластинами конденсатора.
 18. Измерить как можно более точно толщину d материала исследуемого образца с помощью микрометра (рекомендуется) либо штангенциркуля.
 19. Площадь S подвижных пластин конденсатора переменной ёмкости остаётся неизменной для всех экспериментов.
 20. Достаточно плотно, но не прилагая чрезмерных усилий, сжать пластины губками струбины. При этом не следует допускать замыкания обкладок пластин, для чего губки струбины изолированы диэлектрическими прокладками.
 21. Подключить подвижные пластины конденсатора переменной ёмкости с исследуемым образцом к БЛОКУ УПРАВЛЕНИЯ.
 22. Ввести в программу необходимые параметры исследуемого образца и измерить значение относительной диэлектрической проницаемости ϵ .
 23. По окончании работы следует закрыть программу-оболочку LabVisual и все открытые подпрограммы.
 24. По окончании измерений отключить учебную установку от USB – порта ПК. **После перезагрузки ПК с подключённым к USB порту прибором, учебную установку следует переинициализировать, отключив и заново подключив шнур USB от прибора.**
 25. Выключить компьютер, нажав на кнопку, находящуюся в крайнем нижнем левом углу экрана. Из доступных действий выбрать «ВЫХОД»--> «ВЫКЛЮЧИТЬ КОМПЬЮТЕР».

5. Меры предосторожности.

Несмотря на то, что корпус устройства выполнен из не электропроводящего материала, в установке используется опасное для жизни сетевое напряжение, поэтому работа с установкой требует повышенных мер предосторожности. Запрещается эксплуатация устройства в помещениях с повышенной влажностью. Запрещается включать устройство в сеть в разобранном виде, также запрещена эксплуатация блока со снятой крышкой.

Таким образом, эксплуатация лабораторного модуля 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.

6. Гарантийные обязательства

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, 300001, г. Тула, ул. Степанова, 29-88, НПО ТулаНаучПрибор, Панкову С. Е. Тел. 8-910-585-55-02; e-mail: physexperiment@narod.ru, web-страница: <http://www.physexperiment.narod.ru>

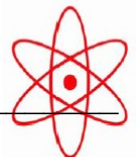
Производственное Объединение учебной техники «ТулаНаучПрибор»

Заказчик:

« » _____ 20__ г.

Исполнитель:

Панков С. Е.



« » _____ 20__ г.

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