

КОМПЛЕКТ УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ
для выполнения лабораторных работ
по устройствам измерения
физических параметров

2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ТЕРМОСТАТ ТС-КП.....	5
ТЕРМОМЕТР Т2-КП.....	5
МАНОМЕТР МС-КП.....	21
ТЕРМОМЕТР Т8-КП.....	9
ТЕРМОАНЕМОМЕТР ТА-КП.....	11
ВЛАГОМЕР ВЛ-КП.....	15
МОДУЛЬ ГК-КП.....	17
ЛОКАТОР МУФТ ЛМ-КП.....	19

Введение

В лабораторных работах используется следующий комплект учебных пособий (КП):

- двухканальный лабораторный термометр Т2-КП, включающий в себя образцовый измеритель температуры и рабочее средство измерений;
- термостат лабораторный ТС-КП;
- восьмиканальный лабораторный термометр Т8-КП;
- термоанемометр лабораторный ТА-КП;
- испытательный расходомерный стенд РС-КП;
- влагомер лабораторный ВЛ-КП;
- локатор муфт на постоянных магнитах ЛМ-КП;
- модуль ГК лабораторный ГК-КП;
- манометр и испытательный стенд манометра, совмещенные в одном устройстве МС-КП.

Учебные пособия являются макетами рабочих средств измерений и используются для знакомства с возможностями скважинных измерителей, обучения студентов практическим навыкам работы как с одноканальными скважинными приборами, так и с измерительными каналами комплексных скважинных приборов.

Для нормальной работы учебных пособий необходимо скачать и установить свободно распространяемую оболочку Arduino IDE (<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>).

В качестве регистратора может быть применена программа Terminal 1.9b (<http://easyelectronics.ru/terminalnye-programmy.html>) также свободно распространяемая.

Термометр Т2-КП

Назначение и состав

Термометр типа Т2-КП является составной частью комплекта учебных пособий КП и предназначен, в частности, для проведения лабораторных работ по его градуировке в термостате ТС-КП.

Двухканальный термометр (см. рисунок) типа Т2-КП включает в себя:

- лабораторный рабочий термометр;
- лабораторный образцовый термометр;
- коммутатор;
- микропроцессор аналого-цифрового преобразования (АЦП) и обмена данными (модем).



Общий вид термометра Т2-КП.

Основные технические данные

Диапазон измерения температуры в рабочей емкости, °С	от 20 до 60
Погрешность измерения температуры образцовым термометром, °С, не более	±0,2
Инерционность термометра в движущейся воде, сек, не более.	10
Интервал циклических измерений, сек	0,1
Напряжение питания термометра, В	5
Ток питания термометра, мА, не более	30
Длина термометра без кабеля, мм, не более	150
Максимальный диаметр термометра, мм,	30

Устройство и работа пособия

Образцовый и рабочий термометры подключены к коммутатору, с которого сигналы, пройдя через АЦП и модем, попадают в регистратор.

Оба термометра обладают линейной характеристикой преобразования:

$$^{\circ}\text{C} = A \cdot \text{АЦП} + B.$$

Термометры конструктивно совмещены в единое устройство.

Термометр Т2-КП работает следующим образом.

АЦП измеряет сигнал образцового датчика температуры и преобразует показания в единицы температуры ($^{\circ}\text{C}$). Затем измеряется сигнал градуируемого рабочего термометра (в единицах АЦП). Полученная информация передается в регистратор.

В первом канале телесистемы передается текущее время устройства, во втором канале – показания образцового датчика температуры, в третьем канале – показания градуируемого термометра

Порядок работы

По каналу USB данные пособия передаются в регистратор. От этого же разъема устройство получает питание +5В.

Техническое обслуживание

Термометр Т2-КП не требует технического обслуживания, проверки технического состояния, периодической поверки и калибровки.

Порядок хранения.

Термометр должен храниться при нормальных условиях.

Термостат ТС-КП

Назначение и состав

Термостат ТС-КП является составной частью комплекта учебных пособий КП и предназначен, в частности, для проведения лабораторных работ по градуировке лабораторного рабочего термометра типа Т2-КП.

Термостат включает в себя:

- рабочую емкость;
- устройство регулируемого нагрева рабочей емкости;
- электронную следящую систему с датчиком температуры в цепи обратной связи.

Общий вид термостата.

Термостат обеспечивает поддержание стабильной температуры в рабочей емкости.

4 – вход в рабочую емкость.



Основные технические данные

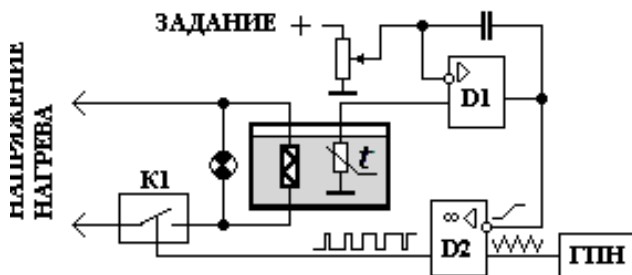
Диапазон поддержания стабильной температуры в рабочей емкости, °С	от 20 до 60
Нестабильность температуры в рабочей емкости в рабочем режиме, °С/мин, не более	$\pm 0,1$
Время установления рабочего режима на контрольной точке, мин, не более.	5
Напряжение питания термостата, В	5
Максимальный ток питания термостата, мА	400
Внутренний диаметр рабочей емкости, мм	3,1
Внутренняя глубина рабочей емкости, мм	20
Габаритные размеры термостата, мм	30 x 55 x 90

Устройство и работа пособия

Термостат работает следующим образом.

На вход электронной следящей системы регулятором 1 подается напряжение задания температуры (Система включает нагрев рабочей емкости и с помощью датчика обратной связи t контролирует её температуру. Если разность между заданной и

измеренной температурами велика, устройство нагрева постоянно включено, и температура быстро нарастает.



Функциональная схема термостата.

Когда разница температур становится достаточно малой, электронная следящая система (D1) переводит устройство нагрева в режим широтно-импульсной модуляции (D2, K1). При этом нагрев включается и выключается с частотой генератора пилообразного напряжения ГПН (1 Гц), а следящая система изменяет относительное время включения/выключения, тем самым плавно изменяя мощность нагревателя.

Интервалы включения/выключения нагрева индицируются световым индикатором 2 на панели термостата ТС-КП. Такой режим нагрева обеспечивает высокую стабильность поддержания температуры в рабочей емкости.

Порядок работы

Термостат ТС-КП питается по цепи USB.

Техническое обслуживание

Термостат ТС-КП не требует технического обслуживания, проверки технического состояния, периодической поверки и калибровки.

Порядок хранения.

Термостат должен храниться при нормальных условиях.

Термометр Т8-КП

Назначение и состав

Восьмиканальный термометр типа Т8-КП (см. рисунок) является составной частью комплекта учебных пособий КП и предназначен, в частности, для проведения лабораторных работ по измерению его инерционности.

Термометр включает в себя восемь лабораторных термометров, имеющих различные характеристики преобразования. Это позволяет провести одни и те же лабораторные работы с различными исходными данными.

В термометре также установлены коммутатор и микропроцессор аналого-цифрового преобразования (АЦП) и обмена данными (модем).

Общий вид термометра Т8-КП.



Основные технические данные

Рабочий температурный диапазон, °С	от 20 до 60
Инерционности термометров в движущейся воде, сек,	от 10 до 60
Интервал циклических измерений, сек	1
Напряжение питания термометра, В	5
Ток питания термометра, мА, не более	30
Длина термометра без кабеля, мм, не более	150
Максимальный диаметр термометра, мм,	30

Устройство и работа пособия

Все восемь внутренних термометров подключены к коммутатору, с которого сигналы, пройдя через АЦП и модем, попадают в регистратор.

Термометры обладают линейной характеристикой преобразования:

$$^{\circ}\text{C} = A \cdot \text{АЦП} + B.$$

Термометры конструктивно совмещены в единое устройство.

Термометр Т8-КП работает следующим образом.

АЦП поочередно измеряет сигналы внутренних термометров (в единицах АЦП). Полученная информация циклически передается в регистратор.

В первом канале телесистемы передается текущее время устройства, во втором... девятом каналах – термограммы 1...8.

Порядок работы

По каналу USB данные пособия передаются в регистратор. От этого же разъема устройство получает питание +5В.

Техническое обслуживание

Термометр Т8-КП не требует технического обслуживания, проверки технического состояния, периодической поверки и калибровки.

Порядок хранения.

Термометр должен храниться при нормальных условиях.

Термоанемометр ТА-КП

Назначение и состав

Термоанемометр ТА-КП является составной частью комплекта учебных пособий КП и предназначен для проведения лабораторных работ по применению данного метода для измерения расхода газового потока, в частности, при импульсном нагреве датчика.

Термоанемометр включает в себя:

- неградуированный термометр;
- нагреватель;
- управляемый ключ.

Для проведения работы требуется также расходомерный стенд РС-КП.

Общий вид термоанемометра ТА-КП.



Основные технические данные

Рабочий температурный диапазон, °С	от 20 до 60
Инерционность термоанемометра в движущейся воде, сек,	от 10 до 60
Интервал циклических измерений, сек	1
Напряжение питания термоанемометра, В	5
Ток питания термоанемометра, мА, не более	300
Длина термоанемометра без кабеля, мм, не более	1500
Максимальный диаметр термоанемометра, мм,	30

Устройство и работа пособия

Конструктивно датчик скважинного термоанемометра имеет форму цилиндра 2, расположенного вдоль потока, внутри которого установлены нагреватель 3 и термометр 1.

Тепло от нагревателя по защитному корпусу проходит к термометру. В процессе измерений измеряется снос тепла с нагретого участка защитного кожуха.

Измеряя разницу показаний нагретого ($T_{НАГР}$) и охлажденного ($T_{ОХЛ}$) датчика термоанемометра, можно рассчитать параметр охлаждения $СТА$, пропорциональный дебиту:

$$СТА = A / (T_{НАГР} - T_{ОХЛ}) + B$$

где A и B – эмпирические константы.

В лабораторном термоанемометре ТА-КП применен импульсный режим нагрева, при котором вначале на 200 секунд нагрев отключен, затем он включается на 1500 секунд.

Испытания проводят в испытательном стенде, в котором создают поток воздуха с разными скоростями. В выходном потоке данных вначале идет канал индикации нагрева/остывания (1/0), затем – канал текущего времени (сек), в третьем канале идут значения АЦП термоанемометра.

Конструкция датчика термоанемометра

Порядок работы

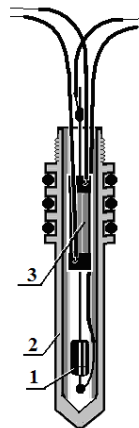
По каналу USB данные пособия передаются в регистратор. От этого же разъема устройство получает питание +5В.

Техническое обслуживание

Термоанемометр ТА-КП не требует технического обслуживания, проверки технического состояния, периодической проверки и калибровки.

Порядок хранения.

Термоанемометр должен храниться при нормальных условиях.



Расходомерный стенд РС-КП

Назначение и состав

Испытательный расходомерный стенд РС-КП является составной частью комплекта учебных пособий КП и предназначен для проведения лабораторных работ по различным методам измерения скорости газового потока.



Общий вид устройства.

Стенд РС-КП показан на рисунке и включает в себя:

- рабочий объем (труба 1);
- нагнетающий вентилятор 2 с регулятором скорости потока;
- образцовый измеритель скорости потока 3.

Основные технические данные

Диапазон задания скорости потока, м/сек	от 0 до 20
Погрешность задания скорости потока %	$\pm 5,0$
Режим газового потока	турбулентный
Питание стенда	220В 50 Гц
Габаритные размеры стенда (без блока питания), мм	80 x 200 x 300

Устройство и работа пособия

Стенд работает следующим образом.

По трубе 1 вентилятором 2 прогоняется поток воздуха с разными скоростями. Скорость потока устанавливается изменением напряжения питания нагнетающего вентилятора 2 и измеряется промышленным турбинным расходомером 3. В трубе устанавливают, например, термоанемометр 4.

Порядок работы

Испытательный расходомерный стенд РС-КП питается от промышленной сети.

Техническое обслуживание

Перед каждым включением стенда РС-КП необходимо проверить его механическую исправность и целостность элементов электрической цепи стенда: электрической вилки, шнура питания и поверхностных деталей регулятора напряжения вентилятора.

Стенд РС-КП не требует периодической поверки и калибровки.

Порядок хранения.

Стенд РС-КП должен храниться при нормальных условиях.

Влагомер ВЛ-КП

Назначение и состав

Влагомер лабораторный ВЛ-КП является составной частью комплекта учебных пособий КП и предназначен для проведения лабораторных работ по определению диэлектрических свойств различных жидкостей и газов и их смесей.

Влагомер ВЛ-КП включает в себя:

- генератор широтно-модулируемого (ШИМ) напряжения, содержащий диэлькометрический сенсор;
- преобразователь ШИМ-напряжения в аналоговый сигнал;
- микропроцессор аналого-цифрового преобразования (АЦП) и обмена данными (модем).

Общий вид влагомера ВЛ-КП.

Основные технические данные

Рабочий диапазон регистрации относительной диэлектрической проницаемости, отн. ед	от 1 до 80
Чувствительность влагомера, АЦП/отн.ед, не менее	2
Интервал циклических измерений, сек	1
Напряжение питания, В	5
Ток питания, мА, не более	30
Длина влагомера без кабеля, мм, не более	200
Максимальный диаметр термометра, мм,	20

Устройство и работа пособия

Диэлькометрический емкостной сенсор подключен к генератору частотно-модулируемого напряжения, где он управляет скважностью переменного частотного сигнала. ШИМ сигнал поступает на преобразуется в постоянное напряжение и далее идет на микропроцессор аналого-цифрового преобразования (АЦП) и обмена данными (модем).



АЦП измеряет приходящий сигнал (в единицах АЦП). Полученная информация непрерывно передается в регистратор.

Порядок работы

По каналу USB данные пособия передаются в регистратор. От этого же разъема устройство получает питание +5В.

Техническое обслуживание

Влагомер ВЛ-КП не требует технического обслуживания, проверки технического состояния, периодической поверки и калибровки.

Порядок хранения.

Влагомер ВЛ-КП должен храниться при нормальных условиях

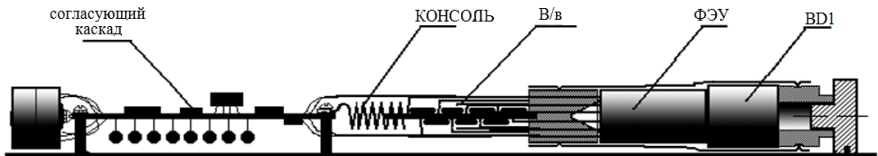
Модуль ГК-КП

Назначение и состав

Лабораторный модуль ГК-КП является составной частью комплекта учебных пособий КП и предназначен для проведения лабораторных работ по настройке рабочей точки фото-электронного умножителя ФЭУ.

Модуль ГК-КП включает в себя:

- сенсорный блок «источник ВД1 – ФЭУ»;
- регулируемый высоковольтный преобразователь В/в;
- согласующий каскад;
- микропроцессор аналого-цифрового преобразования (АЦП) и обмена данными (модем).



Схематический вид модуля ГК-КП (без АЦП и модема).

Основные технические данные

Диапазон регулировки В/в	от 0 до 2000
Интервал циклических измерений, сек	1
Напряжение питания модуля, В	5
Ток питания модуля, мА, не более	30
Длина модуля без кабеля, мм, не более	200
Максимальный диаметр, мм,	30

Устройство и работа пособия

Задачей сенсорного блока «источник ВД1 – ФЭУ» является преобразование текущего потока гамма квантов в соответствующий поток электрических импульсов и подсчет их количества.

В процессе решения этой задачи фото-электронный умножитель ФЭУ должен усилить все пришедшие на его вход сла-

бые сигналы до уровня, при котором согласующий каскад сможет сформировать нормализованные электрические импульсы.

Для этого на ФЭУ подается высоковольтное напряжение (В/в), регулируя величину которого, устанавливают требуемый коэффициент усиления ФЭУ.

Порядок работы

В лабораторном модуле ГК-КП высоковольтное напряжение регулируют переменным резистором, выведенным на внешнюю поверхность модуля. Одновременно подсчитывают количество зарегистрированных гамма квантов.

Измеренное в модуле значение В/в (первый канал) и показания счетчика импульсов (второй канал) по USB каналу направляют на регистратор.

По каналу USB данные модуля передаются в регистратор. От этого же разъема устройство получает питание +5В.

Примечание.

Лабораторный модуль ГК-КП полностью экранирован от внешних воздействий, в т.ч. и от естественного фона гамма излучения. Внутреннее излучение также не выходит на пределы экрана лабораторного гамма модуля.

Техническое обслуживание

Модуль ГК-КП не требует технического обслуживания, проверки технического состояния, периодической поверки и калибровки.

Порядок хранения.

Модуль ГК-КП должен храниться при нормальных условиях

Локатор муфт ЛМ-КП

Назначение и состав

Локатор муфт лабораторный ЛМ-КП является составной частью комплекта учебных пособий КП и предназначен для проведения лабораторных работ по исследованию технических характеристик пособия.

Локатор муфт ЛМ-КП включает в себя:

- датчик нарушений магнитной цепи;
- микропроцессор аналого-цифрового преобразования (АЦП) и обмена данными (модем).

Общий вид локатора муфт ЛМ-КП.



Основные технические данные

Минимальный диаметр отверстия в стальной трубе диаметром 90 мм, регистрируемый прибором, мм	6
Интервал циклических измерений, сек	0,05
Напряжение питания, В	5
Ток питания, мА, не более	30
Длина прибора без кабеля, мм, не более	200
Диаметр прибора, мм,	35

Устройство и работа пособия

Датчик локатора муфт ЛМ-КП представляет собой катушку, намотанную на железном сердечнике, имеющем выступающие щечки. Сверху и снизу, упираясь в катушку, встречно стоят магниты. Когда датчик проходит мимо магнитной неоднородности (муфта, отверстие), происходит перераспределение магнитного потока в сердечнике катушки, и в ней возникает изменяющееся напряжение. Далее оно идет на микропроцессор аналого-цифрового преобразования (АЦП) и обмена данными (модем).

Порядок работы

По каналу USB данные пособия передаются в регистратор. От этого же разъема устройство получает питание +5В.

Техническое обслуживание

Локатор муфт ЛМ-КП не требует технического обслуживания, проверки технического состояния, периодической проверки и калибровки.

Порядок хранения.

Локатор муфт ЛМ-КП должен храниться при нормальных условиях.

Манометр МС-КП

Назначение и состав

Манометр, совмещенный с испытательным стендом типа МС-КП, является составной частью комплекта учебных пособий КП и предназначен для проведения лабораторных работ по его градуировке в рабочем диапазоне температур.

Градуировка производится в градуировочном стенде, обеспечивающем задание требуемых значений воздействующего давления и значений температуры датчика давления.

Манометр МС-КП показан на рисунке и включает в себя:

- датчик давления (1, 2);
- образцовый манометр 3;
- датчик температуры 4;
- встроенный манометр;
- коммутатор;
- микропроцессор аналого-цифрового преобразования (АЦП) и обмена данными (модем).

Общий вид устройства.



Основные технические данные

Диапазон задания давления, мм рт. ст.	от 0 до 250
Погрешность задания давления, мм рт. ст.	$\pm 3,0$
Верхний предел задания температуры, °С	60
Время прогрева датчика манометра до заданной температуры, мин, не более	3
Интервал циклических измерений, сек	1
Напряжение питания, В	5
Ток питания, мА, не более	300
Габаритные размеры термостата, мм	50 x 100 x 200

Устройство и работа пособия

Рабочий электронный измеритель давления и сенсор температуры датчика давления подключены к коммутатору, с которого сигналы, пройдя через АЦП и модем, попадают в регистратор. Соответствующие показания образцового механического манометра 3 считываются оператором. Манометр и испытательный стенд конструктивно совмещены в единое устройство.

Манометр МС-КП работает следующим образом.

Задание давления осуществляется автоматической закачкой воздуха в систему, соединенную со входом манометра. Запуск процесса закачки осуществляется кнопкой 1 (см. рисунок). Закачка производится до значения несколько выше верхнего предела измерений. При достижении порога насос закачки автоматически выключается. Плавная регулировка задаваемого давления осуществляется сдвигивающим винтом 2.

Задание температуры осуществляется регулятором 4. В регистратор поступают значения температуры в единицах АЦП.

В первом канале телесистемы передается текущее время устройства, во втором канале – показания образцового датчика температуры, в третьем канале – показания градуируемого термометра

Порядок работы

По каналу USB данные пособия передаются в регистратор. От этого же разъема устройство получает питание +5В.

Техническое обслуживание

Манометр МС-КП не требует технического обслуживания, проверки технического состояния, периодической поверки и калибровки.

Порядок хранения.

Манометр должен храниться при нормальных условиях.