

## Комплект лабораторного оборудования «Измерительные приборы давления, расхода, температуры»

**ЭЛБ-001.010.02**

Комплект лабораторного оборудования «Измерительные приборы давления, расхода, температуры» предназначен для проведения лабораторно-практических занятий в учреждениях начального профессионального, среднего профессионального и высшего профессионального образования, для получения базовых и углубленных профессиональных знаний и навыков при изучении способов измерения давления, расхода и температуры жидкости и газа, а также способов создания и регулирования давления и расхода жидкости и газа. Исполнение стендовое, компьютерная версия.

### Технические характеристики

Потребляемая мощность, В·А	3000
Электропитание:	
от однофазной сети переменного тока с рабочим нулевым и защитным проводниками напряжением, В	220
частота, Гц	50
Класс защиты от поражения электрическим током	I
Габаритные размеры, мм	
длина (по фронту)	1200
ширина (ортогонально фронту)	600
высота	1800
Масса (без воды), кг	100
Давление в пневматической системе, бар:	
номинальное	2,0
максимальное	8
Емкость накопительного водяного бака, л	40
Количество человек, которое одновременно и активно может работать на комплекте	2

1. Комплект представляет собой пневмогидравлическую систему, позволяющую осуществлять измерение расхода, давления и температуры жидкости и воздуха различными приборами;

2. Комплект лабораторного оборудования состоит из системы отдачи жидкости, системы подачи воздуха, системы подогрева жидкости, системы измерения количества подаваемой жидкости и воздуха;

3. Исследуемые устройства и приборы установлены на стенде таким образом, что имеют возможность сравнивать между собой показания измерительных приборов различного типа при измерении одного и того же параметра.

4. В качестве исследуемых устройств и приборов используются различные приборы для измерения расхода, давления и температуры.

5. Рамная конструкция в виде стола на колесах с местом для размещения ноутбука.

## **Комплектность**

### **1. Ноутбук – 1 шт.**

Ноутбук предназначен для управления модулями стенда, отображения результатов измерений приборами и датчиками.

#### **Технические характеристики**

<b>№ п/п</b>	<b>Техническая спецификация Товара</b>	<b>Требование к технической спецификации Товара</b>
1	Процессор и частота	Celeron 1600МГц
2	Объем памяти	2Gb
3	Оптический привод	DVD±RW SATA
4	Жесткий диск	500 Gb, SATA 6Гб/с, 5400RPM
	Разъемы	3x USB2.0, RJ 45,
	Модель встроенной видеокарты	В наличии
7	Манипулятор “мышь”	USB, 2x кнопочная оптическая со скроллингом, коврик для мыши
8	Предустановленное программное обеспечение	Microsoft Windows 10
9	Дисплей	Тонкопленочные транзисторы (TFT) LCD. 15.6" широкоформатный, 1366x768

### **2. Стенд «Измерительные приборы давления, расхода, температуры» - 1 шт.**

Стенд «Измерительные приборы давления, расхода, температуры» предназначен для изучения способов измерения давления, расхода и температуры жидкости и газа, а также способов создания и регулирования давления и расхода жидкости и газа.

#### **Технические требования**

Стенд представляет собой сварную рамную конструкцию, выполненную из металлического профиля 20×20×2, покрытого порошковой краской RAL 7035. Основание укомплектовывается упорами «Колесо» с установочной площадкой 60×60 мм и диаметром колеса 50 мм. Стенд оснащен эргономичной выдвижной полкой для ноутбука.

На сварной рамной конструкции крепится следующее оборудование.

#### **2.1 Термометр биметаллический – 1 шт.**

Термометры биметаллические предназначены для измерения температуры различного рода веществ практически во всех фазовых состояниях.

#### **Технические характеристики**

- Диаметр корпуса D (мм): 100
- Класс точности: 2,5.
- Диапазон измерения: от -20 до 120 °С.
- Защита: IP 43.
- Исполнение:

- корпус - металл гальванизированный;
- циферблат - металл, окрашенный в белый цвет;
- стекло - техническое;
- измерительный элемент - биметаллическая спиральная пружина;
- присоединительный штуцер - медный сплав.

- Исполнение корпуса с радиальным расположением штуцера (Р).

## **2.2 Термопреобразователь сопротивления – 1 шт.**

Термопреобразователь сопротивления предназначен для измерения температуры и разницы температур теплоносителей в системах учета и контроля тепловой энергии в тепловых сетях теплоснабжения и энергетики.

### **Технические характеристики**

- диапазон измеряемых температур 0 - 180 °С;
- диапазон измеряемых разностей температур 3 - 150 °С;
- номинальное значение сопротивления при 0°С 100, 500 Ом;
- класс допуска А и В (ГОСТ 6651);
- номинальный измерительный ток Pt100 - 1mA,
- конфигурация внутренних соединительных проводов 2-х, 4-х проводная;
- число температурных точек поверки: 3;
- относительная погрешность измерения разности температур:

$$\delta = \pm (0.5 + 3\Delta t_{\min}/\Delta t)\%.$$

## **2.3 Цифровой датчик температуры – 4 шт.**

Цифровой датчик температуры предназначен для измерения температуры, а также обеспечивает программируемое разрешение преобразования.

### **Технические характеристики**

- 1) Диапазон измеряемой температуры составляет -55...+125°С;
- 2) Точность +/- 0,5°С

## **2.4 Счетчик газа – 1 шт.**

Счетчик газа бытовой малогабаритный предназначен для измерения объема газа при учете потребления газа индивидуальными потребителями в жилищно-коммунальном и бытовом хозяйстве, для работы в непрерывном режиме в условиях эксплуатации:

- температура окружающего воздуха от минус 10 до плюс 50 °С;
- влажность до 95% при температуре до плюс 35 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).
- наибольшее рабочее давление 5,0 кПа (0,05 кгс/см<sup>2</sup>).

Счетчик имеет жидкокристаллический индикатор (далее ЖКИ) для указания измеренного объема в кубических метрах и долях кубического метра. В эксплуатации счетчик не является источником шума, электромагнитных помех, вибрации и загазованности.

### **Основные технические данные и характеристики**

- Для присоединения счетчика к газопроводу на тройнике имеется резьба G 1/2 – В по ГОСТ 6357-81.
- Диапазон измерения расхода газа: от  $Q_{\min} = 0,04 \text{ м}^3/\text{ч}$  до  $Q_{\max} = 1,6 \text{ м}^3/\text{ч}$ .
- Пределы допускаемой относительной погрешности: 2,5 %;  $\pm$  в диапазоне от  $Q_{\min}$  до  $0,2 \cdot Q_{\max}$  • в диапазоне от  $0,2 \cdot Q_{\max}$  до  $Q_{\max}$  включительно • 1,0 %;  $\pm$  для класса точности 1,0 1,5 %.  $\pm$  для класса точности 1,5.
- Параметры измеряемой среды: давление 5,0 кПа.

- Наименьшая цена деления отсчетного устройства: 0,001 м<sup>3</sup>.

- Емкость отсчетного устройства счетчика: 99999,999 м<sup>3</sup>.

Питание счетчика осуществляется от литиевой батареи. Используется батарея ER14505 SIZE AA 3,6 V.

## **2.5 Манометр – 1 шт.**

Манометры избыточного давления предназначены для измерения избыточного давления неагрессивных, некристаллизующихся жидкостей, пара и газа, в т. ч. кислорода, ацетилена.

### **Технические данные**

Диаметр корпуса - 100 мм.

Резьба штуцера - M20x1,5.

Класс точности приборов - 1,5.

Диапазон измерений избыточного давления от 0 до 75% диапазона показаний.

Приборы устойчивы к воздействию температуры окружающего воздуха от -50° до +60°C.

Степень защиты приборов от воздействия твердых частиц, пыли и воды – IP40 и IP53 по ГОСТ 14254-96.

## **2.6 Счетчик холодной воды с импульсным выходом – 1 шт.**

Водомеры применяются для контроля объемов расхода холодной воды, соответствующей нормам стандарта 51232-98 и санитарным правилам 2.04.07-86.

### **Технические характеристики**

Диаметр условного прохода, DN	20
Тип:	крыльчатый, одноструйный, сухого типа
Температура, °C:	+5...+50
Расход воды, м <sup>3</sup> /ч, для счетчиков холодной воды	
- наименьший Q min Класс А / Класс В	0,1/0,05
- переходный Qt Класс А / Класс В	0,25/0,02
номинальный Qn класс А и класс В	2,5
наибольший Qmax класс А и класс В	5,0
Порог чувствительности, м <sup>3</sup> /ч	0,02
Максимальное рабочее давление:	1,6 МПа
Потеря давления:	при максимальном расходе не превышает 0,1 МПа
Наибольшее значение роликового указателя:	99999
Наименьшая цена деления, м <sup>3</sup>	0,00005
Цена импульса	1л/имп
Присоединение к трубопроводу	резьбовое 3/4"
Габаритные размеры (Д×В×Ш), мм,	130×80×70

Масса счетчиков, кг	0,75
Средний срок службы	12 лет

#### **Параметры водяного потока**

- наибольший объем подачи 5,0 м<sup>3</sup>/час
- температура воды от +5 до +50 °С,
- давление до 1,6 МПа,
- диаметр водопровода до ¾ дюйма.

Данные объемов потребления воды поступают в компьютер посредством электрических импульсов, которые образуются при включении герконового прерывателя цепи, встроенного в счетчики ВСХД-20. Механизм включения геркона связан с крыльчаткой и настроен на срабатывание при прохождении одного литра воды. Импульс по проводам поступает в компьютер, а специальная программа трансформирует электрические импульсы в систему числовых значений.

#### **2.7 Датчик расхода воды – 1 шт.**

Датчик расхода воды состоит из пластикового корпуса с клапаном, водяного ротора и датчика Холла на входе. При прохождении воды через ротор, он начинает вращаться. Скорость его вращения изменяется в зависимости от потока воды. Датчик Холла выдает соответствующий импульсный сигнал.

#### **Технические характеристики**

Рабочее напряжение:	5В-24В
Максимальный ток:	15мА (5В)
Вес:	43 г
Внешний диаметр патрубка:	25 мм
Диапазон расхода потока:	от 1 до 60 л /мин
Рабочая температура:	0°С - 80°С
Температура жидкости:	до 120°С
Влажность:	35% - 90%
Рабочее давление:	до 1.2МПа

#### **2.8 Комплектная группа безопасности – 1 шт.**

Комплектная группа безопасности для оснащения котлов и бойлеров систем автономного отопления, ГВС применяется в установках с тепловой мощностью до 44 кВт (определяется штатным предохранительным клапаном), номинальным давлением 10 бар, рабочей температурой 120 °С.

#### **Технические характеристики**

Материал изготовления	латунь
Рабочая температура	120 °
Рабочее давление	10 атм
Размер резьбы	1"

Допустимая рабочая среда – пар, вода, незамерзающий теплоноситель (максимальное содержание гликолей – 50 %).

Состав изделия: предохранительный клапан (настройка – фиксированная, 3 бара), автоматический воздухоотводчик, манометр, латунный никелированный корпус. Предусмотрен резьбовой патрубок для подключения расширительного бака (диаметр – 3/4"). Группа безопасности котла монтируется на выходе теплогенератора. Резьба присоединения – внутренняя, 1".

## **2.9 Датчик расхода газа – 1 шт.**

Датчик расхода представляет собой твердотельный высокоточный датчик дифференциального давления заключенный в пластмассовый корпус с калиброванными отверстиями, по которым производится подвод давления к чувствительному элементу.

Максимальный расход 200литров/мин.

Датчики работают в среде неагрессивного газа (водород, гелий, азот, воздух и т.д.) в диапазоне температур от %25 до +85 °С.

Напряжение питания всех датчиков 10В, быстродействие 1мс. Корпус всех типов датчиков выполнен из термостойкой пластмассы с отверстиями для крепления к основанию и патрубками для подвода газа.

## **2.10 Ротаметры для контроля расхода газа – 1 шт.**

Данный вид ротаметров предназначен для контроля расхода жидкостей и газов в широком диапазоне производительностей. Конструктивной особенностью этого типа является наличие регулировочного вентиля, позволяющего оператору плавно изменять расход воздуха непосредственно на измерительном приборе.

### **Технические характеристики**

Точность контроля  $\pm 4\%$

Максимальное рабочее давление, МПа 1,0

Максимальная рабочая температура, град. С 60,0

## **2.11 Безмасляный компрессор – 1 шт.**

Безмасляный компрессор применяется для нагнетания сжатого воздуха в различный пневмоинструмент при проведении авторемонтных, строительных работ. Данная модель вырабатывает абсолютно чистый воздух, что позволит использовать агрегат для питания чувствительного оборудования. При помощи двух манометров оператор с точностью и без ошибок определяет давление на выходе и на входе. Небольшой вес и габариты обеспечивает простоту и легкость транспортировки компрессора.

### **Технические характеристики**

Напряжение, В	220
Вес, кг	11
Объем ресивера, л	6
Соединение	рапид
Число оборотов, об/мин	3400
Производительность, л/мин	180
Мощность, кВт	1.1
Рабочее давление, бар	8
Габариты, мм	530x210x530

## **2.12 Насос циркуляционный – 1 шт.**

Циркуляционный насос для установки на трубопровод с «мокрым» ротором. Небольшой и работающий практически бесшумно насос предназначен для работы в системах отопления с теплоносителем, температурой до +110°С.

### Технические характеристики

Ø подсоединения, дюйм	1
Монтажная длина, мм	180
Потребляемая мощность, Вт	55/70/100
Напряжение сети, В	220 В
Максимальное рабочее давление, бар	10
Режим работы	3 скорости
Максимальная температура перекачиваемой жидкости, °С	+110
Класс защиты	IP44
Материал корпуса	Чугун
Тип ротора	Мокрый
Габариты (ВхШхГ), см	200x150x150
Вес, кг	3

- Применяется для бытовых систем: отопления, горячего водоснабжения;
- Высокая производительность;
- Не предназначены для использования в системах питьевого водоснабжения;
- Типы перекачиваемых сред: вода, смеси с этиленгликолем;
- Трехскоростной электродвигатель, ручное переключение скоростей;
- Тип ротора «мокрый»;
- Надежная защита от коррозии – корпус насоса изготовлен из чугуна;
- Универсальность установки: монтаж возможен как на горизонтальном, так и на вертикальном участке трубопровода;
- Экономия электроэнергии, а также снижение уровня шума достигается путем выбора пониженной скорости вращения;

#### 2.13 Котел – 1 шт.

Электрический котел отопления 220V мощностью 3 кВт предназначен для индивидуальных жилых домов, дачных домиков, бытовых помещений площадью до 30 м².

#### Технические особенности

1. Выступает в качестве резервного источника отопления;
2. Полностью автоматизированный;
3. Имеет нержавеющие ТЭНы, смонтированные в корпусе из нержавеющей стали;
4. Особенности конструкции позволяют использовать в качестве теплоносителя как воду, так и антифриз;
5. Полностью соответствует требованиям по безопасности (ГОСТ 27570.23-92, МЭК 335-2-35-91), которая обеспечивается при эксплуатации датчиком ограничения максимальной температуры теплоносителя; датчиком уровня теплоносителя, исключающего возможность включения электродвигателя с незаполненной теплоносителем системой отопления;
6. Наличие автоматизированной системы управления, позволяет:
  - Поддерживать температуру воздуха в помещении в диапазоне от +5 до +30°C с точностью +0,5°C. При этом датчик температуры, программатор относится от электродвигателя на расстояние до 10м;
  - Применять циркуляционные насосы для повышения эффективности работы систем отопления;
  - Оценивать работу котла в процессе эксплуатации с помощью внешней индикации;
7. Безопасность эксплуатации обеспечивается наличием:
  - Регулируемого датчика ограничения максимальной температуры теплоносителя с возможностью регулировки температуры теплоносителя от +35 до +85 °С;
  - Датчика уровня теплоносителя, исключающего возможность включения электродвигателя с

незаполненной теплоносителем системой отопления;

-Термовыключателя, исключающего нагрев теплоносителя свыше 90°C;

8. Имеет первый класс защиты, степень защиты от влаги – брызгозащитное исполнение;

9. Имеет международные сертификаты ISO:9001.

#### **Технические характеристики**

Номинальное напряжение, В	220
Номинальная частота, Гц	50
Ток потребления по каждой фазе, А	14
Номинальная потребляемая мощность, кВт	3
Значения потребляемой мощности по ступеням переключения, кВт	3
Давление воды в системе отопления, МПа	0.3
Диапазон регулирования температуры воздуха в отапливаемом помещении, °С	от +5 до +30
Диапазон регулирования температуры теплоносителя, °С	от 35 до 85
Площадь отапливаемого помещения, м2	30
Масса, кг	9
Емкость теплообменника, л	5
Площадь сечения жилы провода медь/алюминий, мм2	2.5/4
Рекомендуемый тип автоматического выключателя	АП-50-16А
Присоединительный диаметр патрубков, дюйм	1"
Класс защиты	IP 20

#### **2.14 Датчик давления дифференциальный – 4 шт.**

##### **Технические параметры**

Максимальное рабочее давление, кПа	<a href="#">200</a>
Выходное напряжение при максимальном давлении, В	0.04
Точность, % от макс	1
Термо компенсация	есть
Напряжение питания, В	10
Тип датчика	<a href="#">дифференц.</a>
Тип выходного интерфейса	напряжение
Диапазон рабочих температур, град. С	-40...125
Предельно допустимое давление, Р предел	800кПа
Время реакции, мс	1
Корпус	344с-01

#### **2.15 Датчик давления абсолютный – 1 шт.**

##### **Технические параметры**

Максимальное рабочее давление, кПа	<a href="#">200</a>
------------------------------------	---------------------



Выходное напряжение при максимальном давлении, В	0.04
Точность, % от макс	1
Термо компенсация	есть
Напряжение питания, В	10
Тип датчика	<a href="#">абсолютный.</a>
Тип выходного интерфейса	напряжение
Диапазон рабочих температур, град. С	-40...125
Предельно допустимое давление, Р предел	800кПа
Время реакции, мс	1
Корпус	344b-01

#### **2.16 Бак для воды - 1 шт.**

Бак для воды предназначен для хранения рабочей жидкости.

##### **Технические характеристики**

Объем, л	40
----------	----

#### **2.17 Приборная панель - 1 шт.**

Приборная панель предназначена для управления оборудованием стенда, а также регистрации режимных параметров.

##### **Технические особенности**

Приборная панель укомплектована индикатором жидкокристаллическим, дифференциальным автоматом с характеристикой С16. Выключатели автоматические, с характеристиками С25, С16 и С2, а также лампами сигнальными с неоновой подсветкой – 4 шт.

#### **2.18 Дроссель – 1 шт.**

Пневмодроссели используются для регулирования быстродействия цилиндров.

##### **Технические характеристики**

Конструкция	игольчатого типа
Материалы	корпус - алюминий, золотник - ОТ58 (латунь), уплотнения - NBR
Крепление	через отверстия в корпусе
Присоединение	M5, G1/8, G1/4, G3/8, G1/2
Установка	в любом положении
Рабочая температура	0°C ÷ 80°C (при сухом воздухе -20°C)
Рабочее давление	1 ÷ 10 бар (для мод. с присоединением M5, G1/8, G1/4) 2 ÷ 10 бар (для мод. с присоединением G3/8, G1/2)
Номинальное давление	6 бар
Условный проход	M5 = 1,5 мм; G1/8 = 2 мм; G1/4 = 4 мм; G3/8 и G1/2 = 7 мм
Рабочее тело	фильтрованный воздух

#### **2.19 Мерные диафрагмы – 4 шт.**

Мерные диафрагмы предназначены для измерения расхода воды / газа.

#### **Технические характеристики**

Диаметр диафрагм для воды, мм	3; 5
Диаметр диафрагм для газа, мм	1; 1,6; 2,4
Материал	Не подверженный коррозии

#### **2.20 Микропроцессорная система – 1 шт.**

Микропроцессорная система предназначена для управления модулями стенда, а также обеспечивает измерение, отображение и сохранение режимных параметров.

#### **Технические требования**

Микропроцессорная система представляет собой базовую платформу, выполненную в виде кросс-панели EL-01-05, рассчитанную на установку 5 субмодулей.

Базовая платформа оснащена:

- разъем питания SIL156,  $\pm 12$  В.
- разъем IDC-10 для подключения дополнительных кросс-панелей, 2 шт.
- разъем для подключения дополнительного питания SIL156, +5 В.
- разъем для подключения дополнительных устройств по интерфейсу RS485.
- слоты SL-62 для подключения субмодулей.

Основание базовой платформы выполнено из материала FR-4, прочностью сцепления класса Н и Т, метод проверки: IPC-SM-840 С. Все надписи нанесены при помощи лазерного печатающего устройства с 600 точек/дюйм.

Модульная архитектура базовой платформы позволяет проводить модернизацию методом добавления дополнительных кросс-панелей, каждая из которых рассчитана на подключение 4 субмодулей.

Субмодули представляют собой сменные устройства, которые позволяют:

- управлять различными устройствами (регулятор напряжения, функциональный генератор, преобразователь частоты и т.д.);
- производить измерения физических величин (ток, напряжение, температура, давление и т.д.);
- обрабатывать и передавать измеренные величины;

Каждый субмодуль имеет в составе микропроцессор, который обеспечивает предварительную обработку информации.

Субмодуль подключаются в слоты SL-62 базовой платформы, с помощью внешних контактов в количестве 62 шт.

Субмодуль выполнен из материала FR-4, прочностью сцепления класса Н и Т, метод проверки: IPC-SM-840 С. Все надписи нанесены при помощи лазерного печатающего устройства с 600 точек/дюйм.

Субмодули связаны по интерфейсу RS485.

Максимальное количество одновременно подключаемых субмодулей ограничено только нагрузочными возможностями интерфейсов.

Связь с компьютером производится по интерфейсу USB. Управление всеми устройствами производится с помощью уникального протокола обмена. Скорость обмена по линии RS485 составляет 115200 бод, тактовая частота I2C 100 кГц.

#### **2.21 Модуль ввода-вывода – 1 шт.**

Модуль ввода-вывода предназначен для отладки стенда, а также подключения ноутбука к аппаратной части стенда через USB разъем.

#### **2.22 Измерительная емкость – 1 шт.**

Выполнена из прозрачного материала с системой контроля перелива.

### **3. Набор аксессуаров и документов – 1 шт.**

#### **3.1 Паспорт – 1 шт.**

Паспорт – основной документ, определяющий название, состав комплекта, а также гарантийные обязательства.

#### **3.2 Техническое описание оборудования – 1 шт.**

Техническое описание оборудования - это комплект сопроводительной документации стенда с подробным описанием основных технических характеристик стенда.

#### **3.3 Мультимедийная методика – 1 шт.**

Мультимедийная методика представляет собой учебный фильм с подробным описанием оборудования, а также краткой демонстрацией выполнения основных экспериментов.

#### **3.4 Комплект программного обеспечения – 1 шт.**

Комплект программного обеспечения предназначен для управления физическими модулями стенда, регистрации данных от измерительных приборов и датчиков, а также дальнейшей обработки и сохранения в различных форматах результатов экспериментальных исследований в окне программы на экране компьютера. Программное обеспечение имеет свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ (которое предоставляется во второй части заявки).

#### **Технические характеристики**

Рабочая среда	Windows 10
Разрядность рабочей среды, бит	64
Форматы сохранения данных	*.jpg, *.bmp, *.txt, *.xls
Доступные модули	Модули управления Модули индикации
Возможность запускать сторонние программы	есть
Режимы управления модулями	Ручное Программирование

#### **Технические требования**

Установка комплекта программного обеспечения осуществляется с электронного носителя (CD, DVD диски, USB накопители). Процесс установки сопровождается инструкциями мастера установки на русском языке.

#### **3.4.1 Программный комплекс E-LAB**

Программный комплекс E-LAB предназначен для управления физическими модулями стенда, регистрации данных от измерительных приборов и датчиков, а также дальнейшей обработки и сохранения в различных форматах результатов экспериментальных исследований в окне программы на экране компьютера.

### **Технические требования**

Программный комплекс E-LAB при каждом запуске автоматически определяет активный COM порт подключения оборудования, при этом номер порта автоматически подсвечивается в сплывающем окне.

Корректный запуск программного обеспечения E-LAB производится только при наличии соединения ноутбука с аппаратной частью лабораторного оборудования (USB соединение, радиоканал), а также при включенном питании лабораторного стенда.

Программный комплекс E-LAB является универсальным для различных направлений науки и техники: электротехника, электроника, электрические машины, электропривод, автоматика, гидравлика, пневматика и др. После запуска программы производится распознавание подключенного устройства и конфигурирование окна программы под конкретное устройство.

В левой части основного окна программы E-LAB появляется список доступных модулей управления и индикации, внешний вид и количество которых зависит от подключенного лабораторного оборудования, а также располагаются дополнительные кнопки помощи, теоретических сведений, запуск стороннего программного обеспечения. Кроме того, программа E-LAB имеет в своем арсенале средства для самодиагностики подключенных установок, выявления неисправных зон и датчиков.

Доступные модули управления выполнены в едином стиле. Инструменты программы позволяют в реальном времени управлять аппаратной частью стенда: источниками питания, функциональными генераторами сигналов, преобразователями частоты, тиристорными регуляторами и др.

Управление блоками реализовано максимально приближенно к управлению реальной установкой. Задание значений параметров блоков осуществляется с помощью виртуальных энкодеров, позволяющих легко и быстро установить требуемую величину в доступном диапазоне значений. Управление возможно, как с помощью клавиатуры, так и манипулятором «мышь», а также с помощью виртуальной клавиатуры для планшетных устройств.

Комплект программного обеспечения E-LAB осуществляет возможность программировать модули управления. Для этого пользователь составляет программный код на внутреннем понятном макро языке.

Доступные модули индикации программы позволяют выводить на экран ноутбука данные от измерительных приборов, датчиков и другого оборудования, которым снабжен лабораторный стенд. Для удобства восприятия, некоторые индикаторы выполнены в привычном для пользователя аналоговом варианте (стрелочные вольтметры, амперметры, энкодеры).

Основные модули индикации ведут графическую стенограмму режимных параметров в аппаратной части стенда, кроме того, по запросу пользователя, выводят в отдельном окне значения в табличном виде. Инструменты программы позволяют проводить различного рода обработку результатов: обеспечивать возможность наложения графиков в одной плоскости для определения зависимостей исследуемых величин, аппроксимировать полученную графическую зависимость и др.

Основные модули индикации позволяют сохранять данные, полученные от аппаратной части стенда, в графическом, табличном и текстовом форматах.

### **3.5 Руководство по выполнению базовых экспериментов.**

Руководство включает в себя краткие теоретические сведения, а также подробный порядок выполнения лабораторных работ:

1. Приборы измерения температуры.

1.1. Изучение способа измерения температуры по показаниям интегрального датчика температуры.

1.2. Изучение способа измерения температуры по показаниям биметаллического стрелочного термометра.

1.3. Изучение характеристики терморезистивного преобразователя.

2. Приборы измерения давления воды.

2.1. Манометры.

2.2. Датчик давления.

3. Приборы измерения давления газа.

3.1. Манометры.

3.2. Датчик давления.

4. Измерение расхода воды.

4.1. Изучение объемного способа измерения расхода воды с помощью датчика расхода.

4.2. Изучение способа измерения расхода воды по показаниям счетчика количества воды.

4.3. Изучение способа измерения расхода воды по величине падения давления на мерной диафрагме.

5. Измерение расхода газа.

5.1. Изучение способа измерения расхода газа по измерительной диафрагме.

5.2. Изучение способа измерения расхода газа ротаметром.

5.3. Изучение способа измерения расхода газа счетчиком газа.

5.4. Изучение способа измерения расхода газа датчиком расхода.

6. Снятие характеристик насоса.

7. Снятие характеристик компрессора.

8. Изучение редукционного клапана.