

## Содержание

Практическая работа №1 .....	3
Практическая работа №2.....	7
Практическая работа №3.....	11
Практическая работа №4.....	15
Практическая работа №5.....	22

## Практическая работа №1

Экспериментально было установлено, что при увеличении расхода газа, поступающего в горелки печи обжига керамических изделий путем внезапного изменения положения регулирующего органа (входной величины) на 20%, температура внутри печи (выходная величина) изменилась по времени согласно данным, приведенным в таблице 1.

Таблица 1

Вариант	Время от момента изменения входной величины, мин											
	0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90
	Температура °С - выходная величина											
5	1230	1232	1238	1250	1270	1300	1315	1323	1327	1328	1330	1330

Требуется:

1. Построить кривую разгона объекта регулирования и по ней определить его параметры (коэффициенты передачи  $k_{об}$  и самовывравнивания  $\rho$ , постоянную времени  $T_{об}$ , время переходного процесса  $T_{пер}$  и при наличии запаздывания – время запаздывания  $\tau_{об}$ ).

2. Описать переходный процесс (кривую разгона) уравнением и найти его коэффициенты.

3. Определить передаточную функцию объекта регулирования. Методические указания к решению задачи даны в приложении.

Решение:

Таблица 2

Время от момента изменения входной величины, мин											
0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90
Отклонение регулируемой величины											
0	2	8	20	50	70	85	93	97	98	100	100

Кривая разгона объекта регулирования, полученная экспериментальным путем, имеет форму кривой, приведенной на рис. 1. В этом случае промышленные объекты могут быть описаны различными уравнениями. Чаще всего на практике такие объекты приближенно представляются в виде последовательно включенного инерционного звена (звена первого порядка) и звена чистого запаздывания.

В этом случае постоянная времени  $T_{об}$  определяется как отрезок времени от момента пересечения касательной (проведенной в точке перегиба – имеющую максимальную скорость) с линией начального установившегося значения (с оси времени при отклонениях) до момента ее пересечения с линией нового установившегося значения.

$$T_{об} = 40 \text{ (из графика кривой разгона);}$$

Время запаздывания  $\tau_{об}$  определяется как отрезок времени от начала изменения входной величины ( $t = 0$ ) до пересечения касательной оси времени.

$$\tau_{об} = 0$$

Время переходного процесса  $T_{пер}$  определяется, как интервал времени от момента изменения входного сигнала до того момента, когда выходная величина принимает новое установившееся или близкое к нему значение.

$$T_{пер} = 85$$

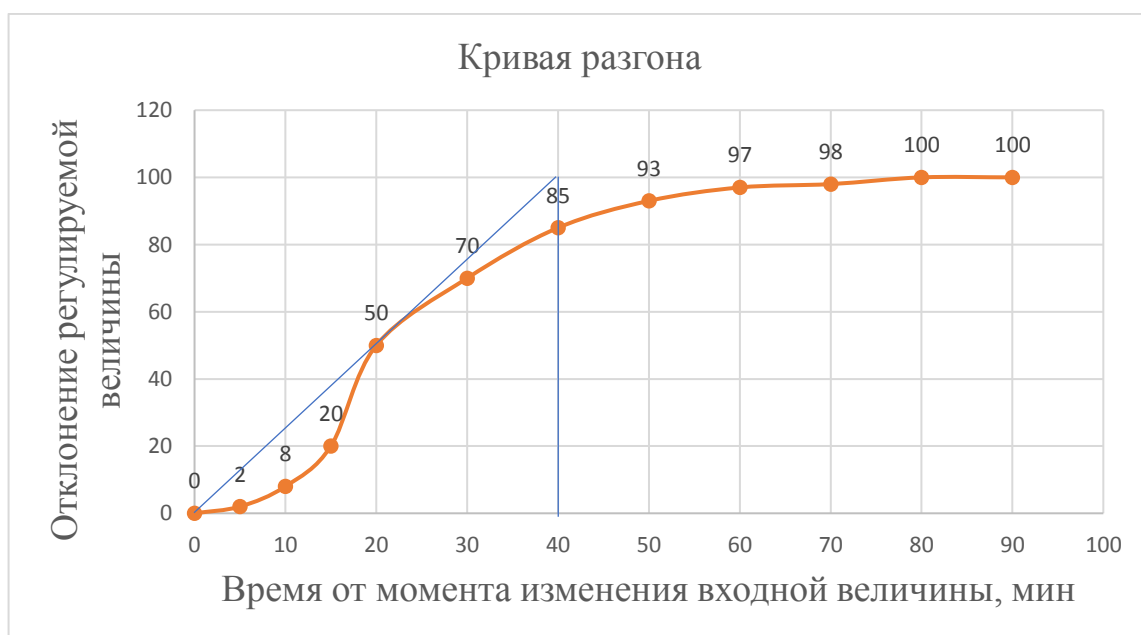


Рис.1 Кривая разгона

Коэффициент передачи объекта  $K_{об}$  – это изменение выходной величины объекта при переходе из начального в новое установившееся состояние, отнесенное к величине входного воздействия:

$$K_{об} = \frac{\Delta y_{уст}}{X_0}$$

$$a_{об} = \frac{1}{K_{об}}$$

$$a_1 = \frac{T_{об}}{K_{об}}$$

где  $a_1$  – коэффициент уравнения;

$\Delta y_{уст}$  – новое установившееся значение (по отклонению) выходной величины;

$\Delta X_0$  – величина изменения входного сигнала,  $\Delta X_0 = 0,2$ ;

$$\Delta y_{уст} = 100$$

$$K_{об} = \frac{\Delta y_{уст}}{X_0} = \frac{100}{0,2} = 500$$

$$a_{об} = \frac{1}{K_{об}} = \frac{1}{500} = 0,002$$

$$a_1 = \frac{T_{об}}{K_{об}} = \frac{40}{500} = 0,08$$

Величина, обратная коэффициенту передачи объекта, называется коэффициентом самовыравнивания объекта.

$$\rho = \frac{1}{K_{об}} = \frac{1}{500} = 0,002$$

По рисунку 1 определяем:

- постоянная времени  $T_{об} = 40 \text{ мин} = 2400 \text{ с}$ ;
- время запаздывания  $\tau_{об} = 0 \text{ мин} = 0 \text{ с}$ ;
- время переходного процесса  $T_{пер} = 85 \text{ мин} = 5100 \text{ с}$ .

2. Кривая разгона описывается уравнением:

$$y = y_{уст} \left( 1 - e^{-\frac{t - \tau_{об}}{T_{об}}} \right), \text{ при } t \leq \tau_{об}; y = 0$$

Тогда с учётом найденных значений:

$$y = y_{уст} \left( 1 - e^{-\frac{t-\tau_{об}}{T_{об}}} \right) = 100 \cdot \left( 1 - e^{-\frac{t-0}{2400}} \right)$$

3. В данном случае передаточная функция объекта определяется как произведение передаточных функций инерционного звена и звена запаздывания:

$$W_{об}(p) = \frac{K_{об}}{T_{об} \cdot p + 1} \cdot e^{-p \cdot \tau_{об}}$$

Тогда с учётом найденных значений передаточная функция объекта регулирования:

$$W_{об}(p) = \frac{K_{об}}{T_{об} \cdot p + 1} \cdot e^{-p \cdot \tau_{об}} = \frac{500}{2400 \cdot 0,002 + 1} \cdot e^{-0,002 \cdot 0} = 86,21$$

## Практическая работа №2

Имеется система автоматического регулирования (стабилизация) уровня воды в баке, структурная схема которой приведена на рис. 2.

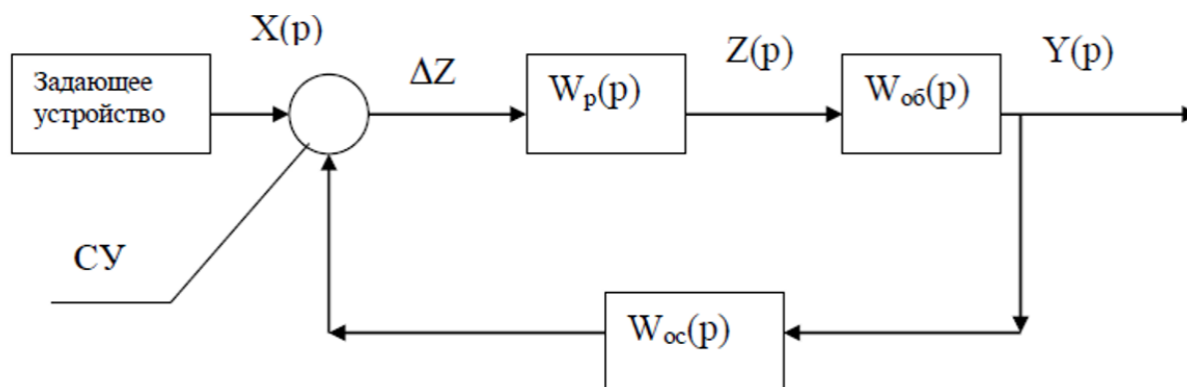


Рис. 2

где  $W_{об}(p) = \frac{k_{об}}{1+T_{об} \cdot p}$  – передаточная функция объекта регулирования;

$W_p(p) = k_p$  – коэффициент передачи пропорционального регулятора;

$W_{oc}(p) = k_{oc}$  – коэффициент передачи отрицательной обратной связи;

$Y(p)$  – выходная величина (уровень воды) в операторной форме;

$X(p)$  – входная величина (управляющее воздействие) в операторной форме;

СУ – сравнивающее устройство;

$\Delta Z$  – отклонение регулируемой величины;

$Z_p$  – регулирующее воздействие.

Требуется:

1. Найти общую результирующую передаточную системы регулирования  $W_{рез}(p)$  и дать эквивалентную структурную схему системы.

2. Найти закон изменения регулируемой величины  $y(t)$  в переходном процессе при подаче на вход системы, находившейся в состоянии равновесия (при нулевых начальных условиях), постоянного воздействия  $x(t) = x_0 = const$ .

Построить кривую переходного процесса  $y(t)$ .

3. Графически определить параметры системы регулирования.

Числовые данные по вариантам приведены в таблице 3. Методические указания к решениям задачи даны в приложении.

Таблица 3

Данные	$x_0$	$k_{об}$	$T_{об}, c$	$k_p$	$k_{oc}$
Вариант 5	1,6	0,6	25	0,8	1

Решение:

1. Общая результирующая передаточная функция системы с отрицательной обратной связью определяется следующим выражением:

$$W_{рез}(p) = \frac{W_p(p) \cdot W_{об}(p)}{1 + W_{oc}(p) \cdot W_p(p) \cdot W_{об}(p)}$$

После подстановки в выражение выше отдельных передаточных функций и преобразования получим:

$$W_{рез}(p) = \frac{Y(p)}{X(p)} = \frac{k_{oc}}{T_c P + 1}$$

где  $k_c = \frac{k_p \cdot k_{об}}{1 + k_{oc} \cdot k_p \cdot k_{об}}$  – общий коэффициент усиления;

$T_c = \frac{T_{об}}{1 + k_{oc} \cdot k_p \cdot k_{об}}$  – постоянная времени системы.

Тогда:

$$k_c = \frac{k_p \cdot k_{об}}{1 + k_{oc} \cdot k_p \cdot k_{об}} = \frac{0,8 \cdot 0,6}{1 + 1 \cdot 0,8 \cdot 0,6} = 0,324$$

$$T_c = \frac{T_{об}}{1 + k_{oc} \cdot k_p \cdot k_{об}} = \frac{25}{1 + 1 \cdot 0,8 \cdot 0,6} = 16,891$$

$$P = \frac{1}{k_{об}} = \frac{1}{0,6} = 1,66$$

$$W_{рез}(p) = \frac{k_{oc}}{T_c P + 1} = \frac{1}{16,891 \cdot 1,66 + 1} = 0,0344$$

Эквивалентная структурная схема приведена на рис.3.

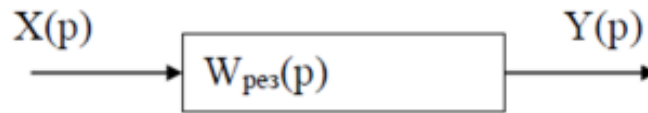


Рис.3

2. Для определения переходного процесса  $y(t)$  необходимо решить дифференциальное уравнение, которым характеризуется рассматриваемая система регулирования. Это уравнение находят из выражения общей передаточной функции:

$$Y(p) = W_{\text{рез}}(p) \cdot X(p) \text{ или } (T_c + 1) \cdot Y(p) = k_c \cdot x(p)$$

Дифференциальное уравнение, соответствующее операторному уравнению, имеет следующий вид:

$$T_c \cdot \frac{dy}{dt} + y = k_c \cdot x$$

Как известно при  $x = x_0 = \text{const}$  решение уравнений имеет вид:

$$y(t) = y_{\text{уст}}(1 - e^{-\frac{t}{T_c}})$$

где  $y_{\text{уст}} = k_c \cdot x_0$ .

Строим график переходного процесса.

Необходимо в работе привести таблицу значения  $t$  с шагом  $\Delta t = T_c/2$  до  $4T_c$  и соответственно значения  $y$  и по ним строить график.

$$y_{\text{уст}} = k_c \cdot x_0 = 0,324 \cdot 1,6 = 0,518$$

$$t_1 = \frac{T_c}{2} = \frac{16,891}{2} = 8,45$$

$$t_2 = \frac{2T_c}{2} = \frac{2 \cdot 16,891}{2} = 16,89$$

$$t_3 = \frac{3T_c}{2} = \frac{3 \cdot 16,891}{2} = 25,34$$

$$t_4 = \frac{4T_c}{2} = \frac{4 \cdot 16,891}{2} = 33,78$$



$$y_1 = y_{уст} \left( 1 - e^{-\frac{t_1}{T_c}} \right) = 0,518 \cdot \left( 1 - e^{-\frac{8,45}{16,89}} \right) = 0,204$$

$$y_2 = y_{уст} \left( 1 - e^{-\frac{t_2}{T_c}} \right) = 0,518 \cdot \left( 1 - e^{-\frac{16,89}{16,89}} \right) = 0,327$$

$$y_3 = y_{уст} \left( 1 - e^{-\frac{t_3}{T_c}} \right) = 0,518 \cdot \left( 1 - e^{-\frac{25,34}{16,89}} \right) = 0,402$$

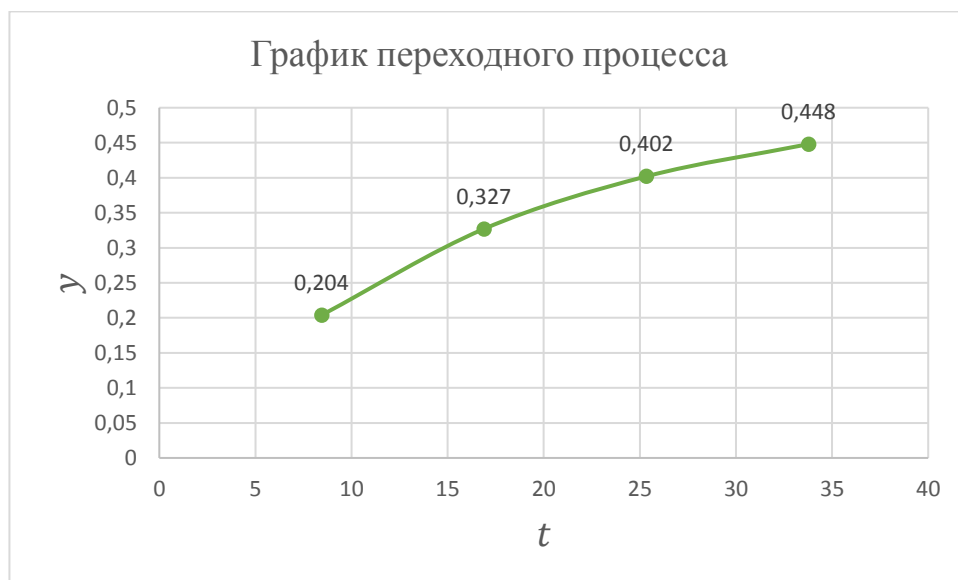
$$y_4 = y_{уст} \left( 1 - e^{-\frac{t_4}{T_c}} \right) = 0,518 \cdot \left( 1 - e^{-\frac{33,78}{16,89}} \right) = 0,448$$

Результаты заносим в таблицу 4.

Таблица 4

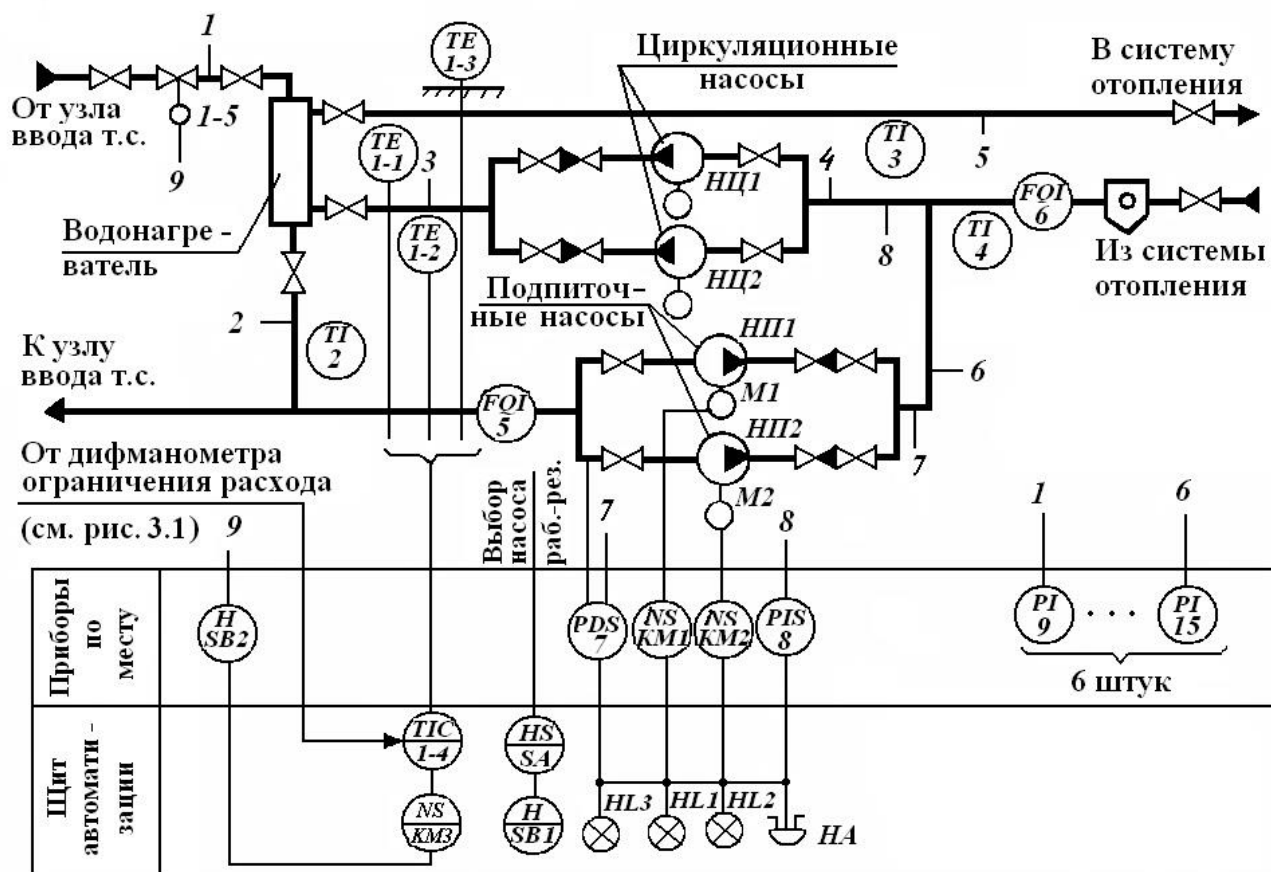
№ п/п	1	2	3	4
$y$	0,204	0,327	0,402	0,448
$t$	8,45	16,89	25,34	33,78

Рис.4 График переходного процесса



### Практическая работа №3

Схема автоматизированного управления подпиточной водой для тепловых сетей.



Автоматическое управление насосами осуществляется следующим образом. Если наружная температура  $t_n$  меньше заданной  $t_3$ , то контакты датчиков температуры 17-1 и 18-1 разомкнуты, поэтому насосы HC1 и HC2 отключены. Контакты реле разности давлений РКС 14 и 15 будут замкнуты (разность давлений до и после насосов равна нулю) и клапан 6-7 регулятора отопления 6-6 полностью открыт.

При увеличении наружной температуры до  $t_n = t_3$  ( $t_3$  находится в пределах от 7 до  $-5^\circ\text{C}$ , если расчетная температура  $-15-45^\circ\text{C}$ ) контакт датчика 18-1 замыкается и подается сигнал на включение электродвигателя M1 рабочего

насоса НС1. Давление воды в напорном патрубке насоса НС1 возрастает и контакт реле 15 размыкается, что приводит к деблокировке клапана 6-7 и подключению выхода регулирующего прибора 6-6 регулятора отопления к цепям управления клапаном 6-7. В этом новом положении насос смешения НС1 включен, включен также регулятор отопления 6-6, следовательно, осуществляется автоматическое регулирование температуры воды на отопление в зависимости от температуры по заданному температурному графику отпуска теплоты.

При более высокой наружной температуре, когда подмешивание одним насосом недостаточно ( $t_z$  находится в пределах от 11 до 3 °С, если расчетная температура - 15-45 °С) замыкается контакт датчика температуры 17-1 и подается сигнал на включение в работу второго насоса НС2. При снижении наружной температуры в начале отключится насос НС2, а затем НС1.

В схеме автоматизации предусмотрено ограничение максимального расхода воды с помощью диафанометра 6-2, который при наличии сигнала превышения расхода с помощью промежуточных командных устройств подает сигнал на отключение регулятора 6-6 и сигнал в виде импульсов на закрытие регулирующего клапана 6-7. Закрытие регулирующего клапана осуществляется импульсами и действует до тех пор, пока существует превышение расхода сетевой воды сверх расчетного значения. В качестве регулятора отопления могут быть использованы приборы РС29.2, Т48м или ЭРТ-1. Устройство ограничения расхода может быть реализовано с помощью приборов: диафанометра ДСП-71СГ с диафрагмой и контактным выходом; диафанометра ДМЭР с диафрагмой и выходом 0-5 мА через прибор РС29.2.33; индукционного расходомера ИР-61 через прибор РС29.2.33.

В качестве регулятора перепада давления (расхода) воды на отопление может быть применен регулятор давления РС29.1 и Р25.1, который получает сигнал от диафанометра 19-1 и воздействует через реверсивный пускатель КМ5 на регулирующий клапан 19-3.

Если давление в подающей линии на входе ЦТП снижается до недопустимого значения, например, при аварии в тепловой сети, то электроконтактный манометр 13 подает сигнал на включение насосов НС1 и НС2 или только на насос НС2, если насос НС1 был уже включен.

Автоматическое включение резервного насоса осуществляется реле 14 и 15, которые при отключении рабочего насоса включают резервный насос.

Состояние насосов и причина их включения и отключения сигнализируются лампами НЛ1-НЛ8 на щите автоматизации и на щите диспетчера.

Управление циркуляционными насосами НЦ1 и НЦ2 показано на рис. 3.3. В технологической схеме ЦТП с двухступенчатой смешанной схемой с ограничением расхода воды при независимом присоединении системы отопления [5] предусмотрены водонагреватель, подпиточные и циркуляционные насосы системы отопления.

В схеме обеспечивается измерение температуры, давления и расхода горячей воды, поступающей в водонагреватель и в систему отопления. Измерение температуры осуществляется стеклянными техническими термометрами П или У позиций 2-4, давления - показывающими манометрами общего назначения типа МП-4У или др. позиций 9-15 и расхода воды турбинными счетчиками типа СТБГ позиций 5-6.

Управление подпиточными насосами НП1 и НП2 рабочим и резервным осуществляется избирателем режима (переключателем) SA по команде от датчика давления в обратном трубопроводе системы отопления 8. При уменьшении давления до заданного значения  $P_{\min}$  замкнувшийся контакт датчика давления 8 (ЭКМ) подает сигнал на включение рабочего подпиточного насоса. Если давление воды достигло заданного предела, фиксируемого контактом  $P_{\max}$ , то подается сигнал на отключение рабочего подпиточного насоса.

При выходе из строя рабочего насоса замыкается контакт реле разности давлений 7 на нагнетании насосов и подается сигнал на включение резервного насоса.

Состояние насосов во всех режимах работы сигнализируется лампами HL1-HL3 и звуковым сигналом НА на щите автоматизации. Снятие звукового сигнала НА и светового сигнала HL3 о включении АВР осуществляется кнопкой управления SB1.

## Практическая работа №4

Положим в системе теплоснабжения помещения имеются следующие виды тепло подачи:

а) тепловая завеса (на входе, водяная) мощность 5кВт

**б) инфракрасный обогреватель (потолочный, электрический) 1кВт**

**в) кондиционер (воздушный обогрев), три режима 2,3,4кВт**

г) теплый пол (электрический), два режима 6,10кВт

**д) радиаторное водяное отопление с циркуляционным насосом Вихрь Ц-25/4, три режима работы, в тепловом эквиваленте для помещения: 7,12,20кВт**

Необходимо для своего варианта (таблиц) определить:

- 1) Сколько ступеней (уровней) тепло подачи можно создать релейным методом (вкл/выкл).
- 2) Построить матрицу включения.
- 3) Построить пошаговый график возрастания общей мощности при включении приборов.

*Исходные данные*

Номер варианта	5
а)	-
б)	+
в)	+
г)	-
д)	+

По формуле  $n = 2^k - 1$

Где n-число вариантов тепло подачи, K-количество включаемых элементов, - определяем максимальное число комбинаций регулирования тепло подачи.

*Инфракрасный обогреватель:  $n = 2^1 - 1 = 1$*

	Вариант включения	
1кВт	0	1

Кондиционер:  $n = 2^3 - 1 = 7$

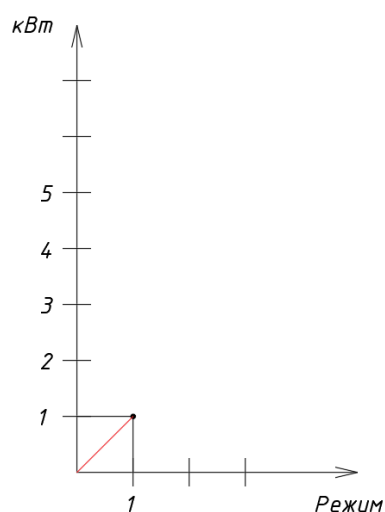
	Вариант включения							
2кВт	0	1	0	0	1	1	0	1
3кВт	0	0	1	0	1	0	1	1
4кВт	0	0	0	1	0	1	1	1

Радиаторное водяное отопление с циркуляционным насосом:  $n=2^3-1=7$

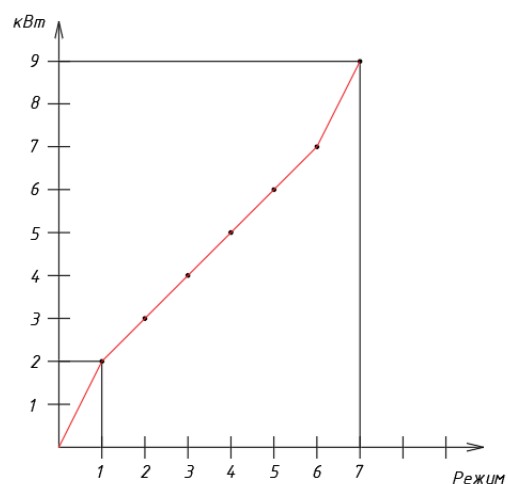
	Вариант включения							
7кВт	0	1	0	1	0	1	0	1
12кВт	0	0	1	1	0	0	1	1
20кВт	0	0	0	0	1	1	1	1

Схемы подключения приборов

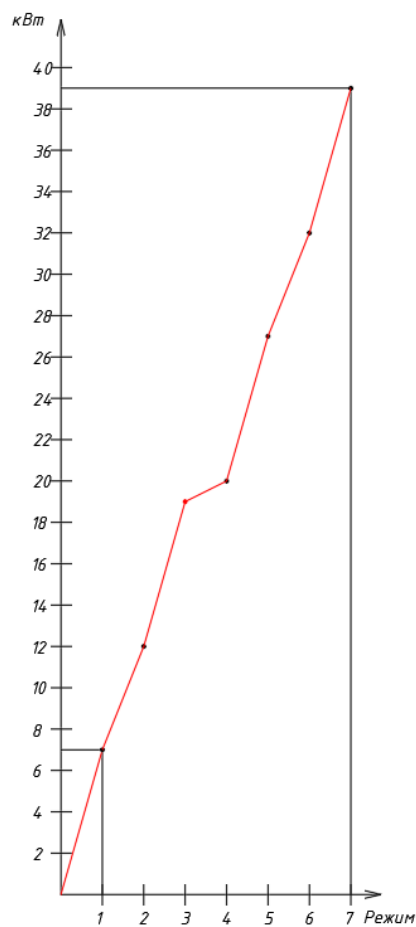
Инфракрасный обогреватель:



Кондиционер:



## Радиаторное водяное отопление с циркуляционным насосом:



Общий график:  $n = 2^7 - 1 = 127$

Матрица общего включения

Вариант включения																				
1кВт	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1
2кВт	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1
3кВт	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0
4кВт	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0
7кВт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
12кВт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20кВт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19



Вариант включения																	
1кВт	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1
2кВт	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0
3кВт	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
4кВт	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
7кВт	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0
12кВт	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1
20кВт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36

Вариант включения																	
1кВт	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0
2кВт	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0
3кВт	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
4кВт	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
7кВт	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
12кВт	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1
20кВт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53

Вариант включения																	
1кВт	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0
2кВт	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1
3кВт	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
4кВт	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
7кВт	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
12кВт	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
20кВт	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70

Вариант включения																	
1кВт	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0
2кВт	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0
3кВт	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0
4кВт	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1
7кВт	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1
12кВт	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
20кВт	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87

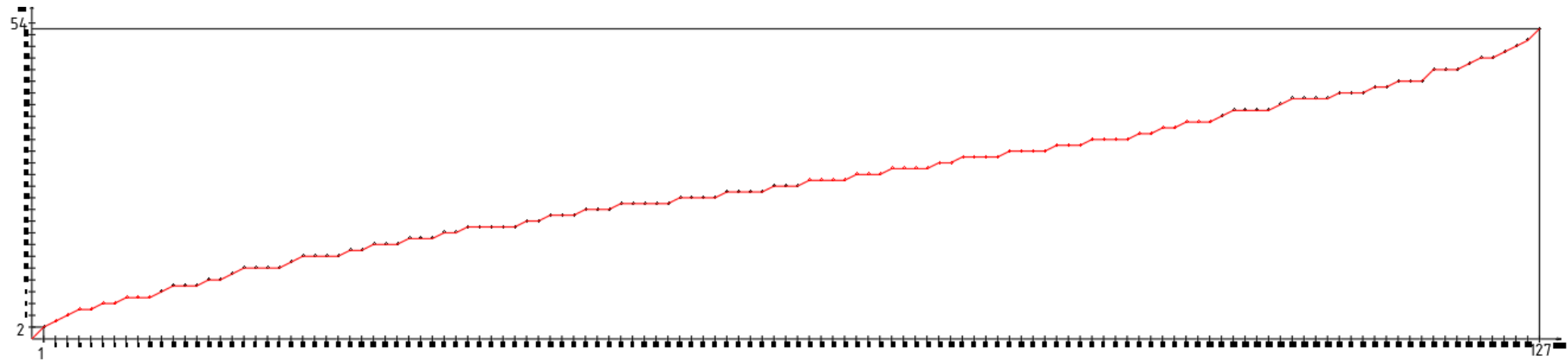
Вариант включения																	
1кВт	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1
2кВт	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
3кВт	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0
4кВт	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1
7кВт	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
12кВт	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
20кВт	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104

Вариант включения														
1кВт	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0
2кВт	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1
3кВт	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1
4кВт	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
7кВт	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
12кВт	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20кВт	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Вариант включения									
1кВт	1	0	1	0	1	1	0	1	1
2кВт	1	1	1	0	1	0	1	1	1
3кВт	1	0	1	1	0	1	1	1	1
4кВт	0	1	0	1	1	1	1	1	0
7кВт	0	1	1	1	1	1	1	1	0
12кВт	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20кВт	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	119	120	121	122	123	124	125	126	127

График общего включения



## Практическая работа №5

Положим мы получили ГРАНТ на разработку научно-технической темы на разработку научно-технической темы. Необходимо создать наукоемкую мастерскую, одним из элементов которой является щит автоматики и управления. Необходимо подобрать оборудование в соответствии со своим вариантом исходных данных. Применить методы импорт замещения, интеллектуального исполнения, перспективности разработки. Обязательные элементы: щиток, провода, инструмент для работы.

### *Исходные данные*

Вар-т	Число фаз, шт.	Комнаты, розетки, шт.	Лаборатория (ПК, НБук, принтер, шт.)	Тепло-пушка входа	Станок (фрезерный)	Насос (наливная емкость)	компрессор	Подъемные ворота	кондиционер	холодильник	Спец. Напряжение (лампы 36 В)	Вент1 (душ)	Теплый пол (электро)	Вент-2 (сушка)
5	3	7,18	1,0,1	3кВт	3,2кВт	+	+	-	+	+	-	+	+	-

- 1) Толщина и марка провода идет аргументированно
- 2) Не забываем про освещение
- 3) Насос подбираем самостоятельно и указываем в качестве исходных данных

При моделировании оперируем следующим оборудованием: выключатель(ли), автоматический выключатель, дифференциальный автомат, устройство защиты мощности, реле (времени, нагрузки, условия, ...), индикаторы (тока/напряжения/мощности), контроля уровня жидкости (если есть в варианте), управление двигателем (по вариантам), устройство защиты/зуммеры, розетки в щетке, счетчик и др.

Выполнение работы:



Наименование	Количество	Цена за шт.	Общая цена
<b>Автоматический выключатель ABB 3-полюсный S203 C40</b>	1	2385	2385
<b>Устройство защиты УЗМ-50Ц УХЛ4</b>	3	3081	9243
<b>Выключатель дифференциального тока (УЗО) F202 A-40/0.03 ТИП (А) ABB 2CSF202101R1400</b>	3	6389	19167
<b>УЗО ABB 30мА тип А F204 4 полюса 40 А</b>	1	7900	7900
<b>Автоматический выключатель ABB S201 (В) 6кА 10 А</b>	7	528	3696
<b>Автоматический выключатель ABB SH201L 1P 16А тип С 4,5 кА 230/400 В</b>	13	600	7800
<b>Автоматический выключатель ABB 3-полюсный S203 C10</b>	1	1656	1656
<b>Автоматический выключатель ABB S203 (С) 6кА 16 А</b>	1	2130	2130
<b>Кабель силовой ВВГ-Пнг(А)-LS КАЛУЖСКИЙ КАБЕЛЬНЫЙ ЗАВОД ГОСТ, 3x1.5 мм², 30 м</b>	1	2413	2413
<b>ВВГ-Пнг(А)-LS 3x60к(Н, РЕ)-0,66кВ ТУ 16. К73.079-2007 (ГОСТ 31996-2012)(бухта 10м)</b>	1	2100	2100
<b>Шина соединительная типа PIN (штырь) 63А 108 модулей для дифференциальных автоматов АВДТ32М (1м) IEK</b>	1	1891	1891
<b>Щит учетно-распределительный ЭРА Б0030179 навесной, металл, серый</b>	1	1194	1194
<b>Диэлектрическая отвертка профи PZ/FL 2x100 KBT</b>	1	281	281
<b>Бокорезы Knipex 70 06 160 160 мм желтый/красный</b>	1	4220	4220
<b>Общая стоимость</b>	66076		

