

**Министерство образования Российской Федерации
Уральский государственный лесотехнический университет**

Кафедра «Автоматизация производственных процессов»

Бабин А. И.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СЕЛЬСИНОВ

Методические указания к лабораторной работе по курсу
«Автоматизация технологических процессов
и производств» для всех специальностей

Екатеринбург 2003

Электронный архив УГЛТУ

Печатается по рекомендации методической комиссии
факультета ЛИС, протокол № 7 от 09.06.97 г.

Редактор РИО Михайлова Е.А.

Подписано в печать *14.07.97* Формат 60x84 1/16 *п. 216*
Плоская печать Объем 0,23 л. л., Тираж *50 экз.*
Заказ *№ 297*

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Редакционно-издательский отдел УГЛТУ

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ

- 3 -

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Сельсины называют электрические микромашины переменного тока, обладающие способностью самосинхронизации. Их применяют в синхронных системах дистанционной передачи угла в качестве датчиков и приемников. Передача угловой величины в такой системе происходит синхронно, синфазно и плавно. При этом между устройством, задающим угол (датчиком), и устройством, принимающим передаваемую величину (приемником), существует только электрическое соединение в виде линии связи.

Способность синхронизации — это свойство системы на сельсинах занимать только одно устойчивое согласованное положение в пределах оборота.

В основном сельсины работают в индикаторном и трансформаторном режимах.

КОНСТРУКЦИИ СЕЛЬСИНОВ

В зависимости от наличия или отсутствия у сельсина с скользящего контакта кольца-щеток их разделяют на контактные и бесконтактные.

Контактный сельсин (рис.1) состоит из статора 1, ротора 2 с контактными кольцами 3 и щеток 4. Статор и ротор контактного сельсина могут выполняться явно выраженными и неявно выраженными полюсами. В пазах статора укладывается обычно однофазная обмотка возбуждения 5, а в пазах ротора — трехфазная обмотка синхронизации 6, концы которой выводятся на контактные кольца, а начала соединены в звезду. Токосъем с контактных колец осуществляется с помощью щеток. Магнитные оси трехфазной обмотки синхронизации сдвинуты между собой на 120° .

При прохождении через обмотку возбуждения переменного тока в обмотке возбуждения создается перемещающийся магнитный поток, который, пересекая роторные обмотки, будет индуцировать в них переменные напряжения. Амплитуды и фазы напряжений будут зависеть от расположения роторных обмоток относительно обмотки статора.

Конструкция бесконтактного сельсина (рис.2), который состоит из статора 1 и ротора 2. В пазах статора удо-

- 4 -

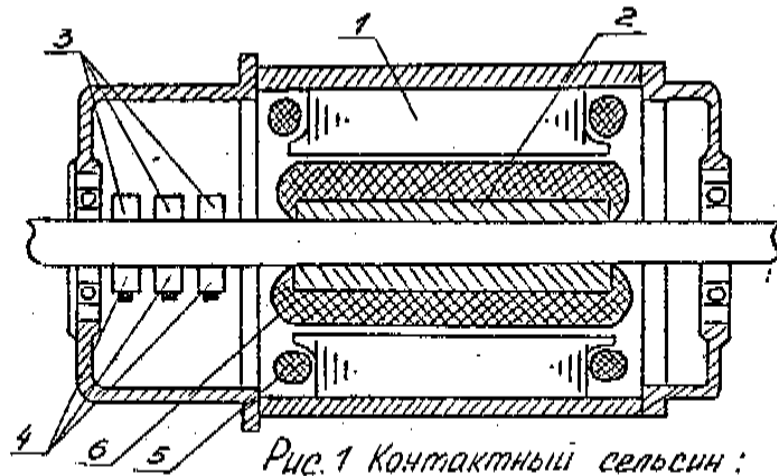


Рис. 1 Контактный сельсин :

1- статор ; 2- ротор ; 3- контактные кольца ; 4- щётки ; 5- обмотки возбуждения ; 6- обмотки синхронизации

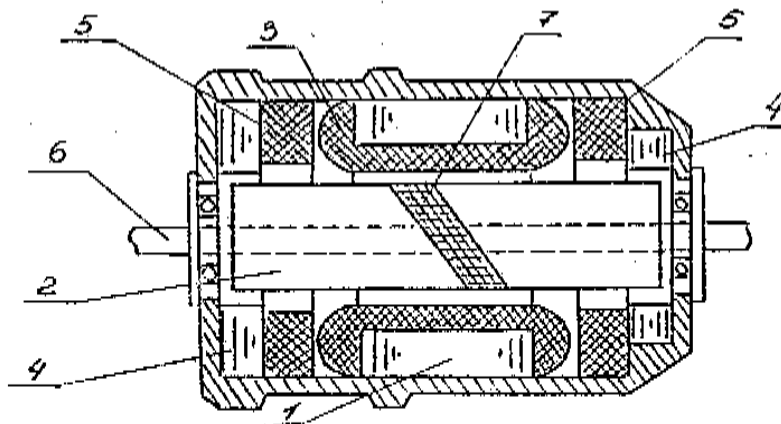


Рис. 2 Бесконтактный сельсин :

1- статор ; 2- ротор ; 3- обмотка синхронизации ; 4- дополнительный магнитопровод ; 5- обмотка возбуждения ; 6- вал ротора ; 7- прокладка из немагнитного материала

- 5 -

лена трехфазная обмотка синхронизации 3. Между статором и элементами дополнительного магнитопровода 4 размещена однофазная обмотка возбуждения, выполненная в виде двух плоских катушек 5. Катушки соединены между собой последовательно и согласно. Магнитные оси обмоток синхронизации и возбуждения взаимно перпендикулярны. Ротор бесконтактного сельсина не имеет обмоток и состоит из двух Г-образных наборных магнитопроводов, установленных на валу 6. Наборные магнитопроводы разделены прокладкой 7 из немагнитного материала.

Бесконтактные сельсины имеют повышенную надежность и добротность синхронной передачи по сравнению с контактными сельсинами. Однако удельные моменты бесконтактных сельсинов значительно меньше удельных моментов контактных сельсинов соответствующих типов. Поэтому бесконтактные сельсины применяются в системах синхронных передач, работающих практически без нагрузки.

При решении задач, в которых необходимо складывать или вычитать угловые величины или если в качестве углов задавать логарифмы других величин, производить умножение или деление, применяют дифференциальные сельсины.

По конструкции дифференциальные сельсины аналогичны трехфазному асинхронному двигателю с фазным ротором, т.е. имеют трехфазную статорную обмотку, катушки каждой фазы которой сдвинуты на 120° и соединены в звезду, и трехфазную роторную обмотку, катушки которой сдвинуты также на 120° , соединены в звезду и выведены на контактные кольца.

ИНДИКАТОРНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ СЕЛЬСИНОВ

При индикаторном режиме работы сельсинов осуществляется передача углового или линейного перемещения, преобразованного в угловое на расстоянии. Индикаторный режим осуществляется по двум схемам включения сельсинов.

1. Индикаторная схема включения сельсинов.
2. Дифференциальная схема включения сельсинов.

ИНДИКАТОРНАЯ СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ СЕЛЬСИНОВ

Обычно при индикаторной схеме включения сельсинов используются два сельсина одного типа: сельсин-датчик и сельсин-приемник.

Сельсин-датчик используется в качестве элемента, производящего угловое перемещение командного вала и передающего их сельсину-приемнику. Сельсин-приемник воспроизводит закон движения, заданный сельсинем-датчиком, в виде углового перемещения ротора, равного угловому перемещению ротора сельсина-датчика. Индикаторная схема включения сельсинов представлена на рис. 3.

Обмотки возбуждения подключены к однофазной сети переменного тока, обмотки синхронизации соединены между собой линией связи.

Обмотки возбуждения сельсина-датчика (СД) и сельсина-приемника (СП) создают в магнитных системах сельсинов пульсирующие магнитные потоки. Оба потока в силу идентичности сельсинов по величине одинаковы. Под действием пульсирующих магнитных потоков в сетях обмоток синхронизации каждого сельсина возникнут ЭДС, зависящие от угла поворота ротора соответствующего сельсина.

Разность между углами поворота СД (α) и СП (β) называют углом рассогласования Θ :

$$\Theta = \alpha - \beta.$$

Если $\Theta = 0$, т.е. $\alpha = \beta$, ЭДС каждой ветви обмотки синхронизации СД равна ЭДС соответствующей ветви СП и ток в линии связи равен нулю. В этом случае отсутствует момент взаимодействия ротора с магнитным потоком статора и сельсины находятся в покое.

При $\Theta \neq 0$ между соответствующими ветвями обмоток синхронизации СД и СП возникает напряжение, равное разности ЭДС в ветвях обмоток СД и СП, и в линии связи потекут токи. Токи, проходя по обмоткам синхронизации и взаимодействуя с пульсирующими магнитными потоками обмоток возбуждения, создают вращающие синхронизирующие моменты. Эти моменты направлены в СД и СП навстречу друг другу и стремятся свести к нулю угол рассогласования Θ .

- 7 -

При принудительном вращении ротора СД ротор СП вращается с той же скоростью, т.е. следует за угловым положением ротора СД.

Важными характеристиками сельсинной пары, включенной по индикаторной схеме, являются следующие:

а) статический синхронизирующий момент - это зависимость синхронизирующего момента от угла рассогласования при неподвижных роторах.

$$M_c = M_{max} \cdot \sin \Theta,$$

где M_c - синхронизирующий момент,

Θ - угол рассогласования,

α и β - соответствующие углы поворота ротора СД и СП относительно некоторого фиксированного положения;

б) динамический синхронизирующий момент - это момент, развиваемый системой на валу ротора сельсина - приемника в режиме вращения.

Он связан со статическим синхронизирующим моментом соотношением

$$M_d = M_c \cos \frac{\pi P \cdot n}{120 f},$$

где M_d - динамический синхронизирующий момент,

P - число пар полюсов,

n - скорость вращения,

f - частота тока источника питания.

Описанная выше схема находит широкое применение для цели телеуправления и управления.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ СЕЛЬСИНОВ

Дифференциальная схема включения сельсиннов (рис. 4), как было отмечено выше, является равнозначностью индикаторного режима. При данной схеме в качестве сельсина-приемника используется дифференциальный сельсин ДС, электрически связанный с двумя обычными датчиками СД1 и СД2. Согласно схеме обмотки возбуждения СД1 и СД2 подключены к сети однофазного напряжения переменного тока. Обмотка синхронизации СД1 соединена линиями связи со статорной обмоткой ДС. Обмотка синхронизации СД2 соединена с роторной обмоткой ДС также линией связи.

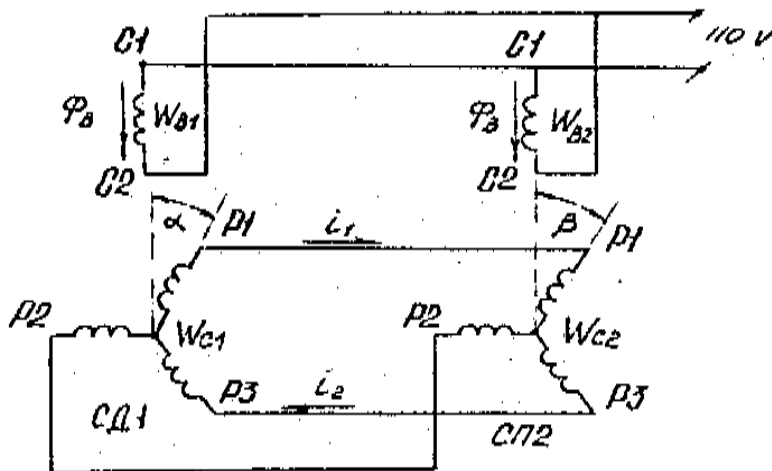


Рис.3 Индикаторная схема включения сельсинов

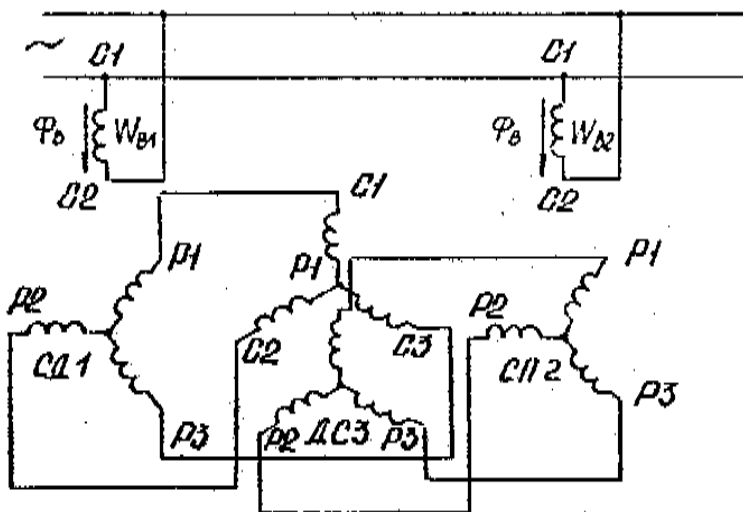


Рис.4 Дифференциальная схема включения сельсинов

- 2 -

Передача угла и вращения при данной схеме осуществляется с помощью сельсинов СД1, СД2 и ДС. Во всех случаях ротор дифференциального сельсина поворачивается на угол, равный алгебраической сумме углов рассогласования сельсинов СД1 и СД2. Если ротор сельсина ДС заторможен, то он превращается в трансформатор, и передача становится обычной, т.е. при повороте ротора одного из сельсинов-датчиков (например, СД1) ротор другого (СД2) повернется на такой же угол.

ТРАНСФОРМАТОРНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ СЕЛЬСИНОМ

В тех случаях, когда необходимо воспроизвести закон движения, заданный сельсином-датчиком, в виде электрического напряжения, зависящего от углового перемещения ротора СД, применяют трансформаторный режим работы сельсинов.

На рис. 5 представлена трансформаторная схема включения сельсинов.

Обмотка возбуждения СД, как и в случае индикаторного режима, подключена к питающей сети и служит для создания в магнитной системе машины пульсирующего магнитного потока. Обмотки синхронизации СД и СП (сельсин-трансформатора) соединены между собой линией связи. Обмотку возбуждения СП включают на нагрузку.

При повороте ротора сельсина-датчика на некоторый угол в однофазной обмотке сельсина-трансформатора (СП) наводится ЭДС, амплитуда которой зависит от угла рассогласования СД и СП, а фаза - от направления вращения.

$$U = U_{\max} \cdot \cos \Theta,$$

где U - напряжение на выходе однофазной обмотки СП (сельсина-трансформатора),

U_{\max} - максимальное значение напряжения в однофазной обмотке СП (сельсина-трансформатора),

Θ - угол рассогласования,

α и β - соответствующие углы поворота ротора СД и СП (сельсина-трансформатора) относительно некоторого фиксированного положения.

- 10 -

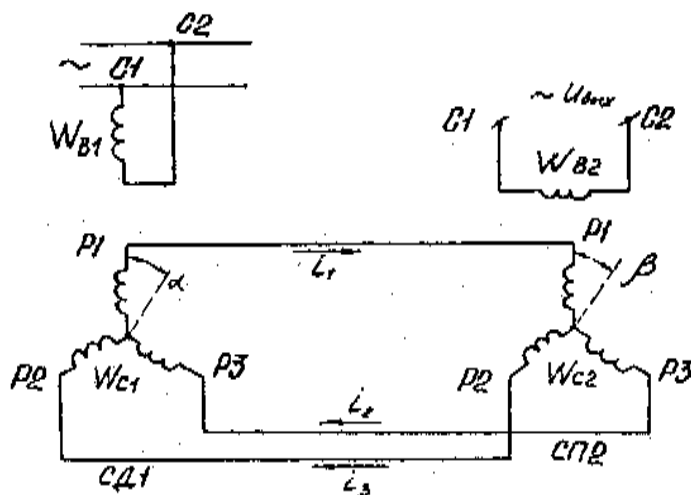


Рис. 5 Трансформаторная схема включения сельсинов

В трансформаторном режиме согласованным называют такое состояние системы, когда ЭДС обмотки управления сельсина-приемника равна нулю, т.е. когда угол рассогласования между CD и CD равен 90° .

ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

Лабораторный стенд (рис. 6) состоит из 3-х сельсинов - сельсина-датчика (CD)1, сельсина-приемника (CD)2 и дифференциального сельсина (DC)3 со стрелками-указателями. Клеммы обмоток возбуждения сельсинов ($C_1, C_2; C_1, C_2, C_3$) и обмоток синхронизации ($P1, P2, P3$) введены на панель стенда. Питание обмоток возбуждения сельсинов CD и CD осуществляется ($U_n = 110$ В) от вторичной обмотки трансформатора $TV1$. Питание на первичную обмотку подает от клеммы $L1, L3$ общего питания стенда через автоматический выключатель 4. Для создания нагрузки на паду CD при исследовании индикаторного режима работы сельсинов используется динамометр 5. При исследовании трансформаторного режима работы сельсинов используется вольтметр 6, который соединяет выпрямителем (VD) 7. Питание на выпрямитель VD при этом режиме подает с обмотки возбуждения сельсина CD .

- 12 -

ПРОГРАММА РАБОТЫ И ПОРЯДОК ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Ознакомиться с лабораторным стендом.
2. Исследовать индикаторный режим работы сельсинов.
3. Исследовать трансформаторный режим работы сельсинов.
4. По каждому режиму работы сделать выводы и построить необходимые графики.
5. Ответить на контрольные вопросы.
6. Оформить отчет.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНДИКАТОРНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ СЕЛЬСИНОВ

При индикаторном режиме работы сельсинов производят исследование двух схем включения сельсинов – индикаторную и дифференциальную.

ПОРЯДОК ИССЛЕДОВАНИЯ ИНДИКАТОРНОЙ
СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ СЕЛЬСИНОВ

1. Собрать индикаторную схему включения сельсинов (см. рис. 3). При этом напряжение питания на обмотки возбуждения СД и СЛ подать от вторичной обмотки трансформатора.
2. Подать питание на первичную обмотку трансформатора, соединив ее клеммы со штыком (клеммы Л1 и Л2).
3. Стрелки-указатели, имеющиеся на дисках сельсинов СД (сельсина-датчика) и СЛ (сельсина-приемника), установить в нулевое положение.
4. К шкелю сельсина СЛ прикрепить шпур от динамометра 5 таким образом, чтобы при нулевом положении сельсинов СД и СЛ указатель пружинного динамометра тоже стоял на нуле.
5. Поворачивая ротор сельсина СЛ по часовой стрелке, устанавливать показания динамометра через 20 г. и, фиксируя соответствующие им углы α (СД) и β (СЛ), снять зависимость синхронизирующего момента M_c от угла рассогласования $M_c = f\Theta$. Зависимость снимать до момента срыва, когда сельсин-приемник не удерживает приложенную к нему нагрузку от динамометра.
6. Определить текущие значения моментов по формуле:

$$M_c = \frac{P}{102} \cdot R.$$

- 13 -

где M_c - синхронизирующий момент,

P - показание динамометра,

$R = 6 \cdot 10^{-2}$ - радиус шкива.

7. Данные опыта занести в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	P (г) Показание динамометра	α° СА	β° СП	$\Theta = \alpha - \beta$	M_c , Н·м	M_c^T , Н·м
1.	0					
2.	20					
3.	40					
п	P					
п+1	P (срыв)					

8. По данным опыта построить график $M_c = f(\Theta)$.

9. Построить теоретический график $M_c^T = f(\Theta)$ по формуле

$$M_c^T = M_{\max} \sin \Theta,$$

где $M_{\max} = \frac{P_{\max}}{102} \cdot R$

Θ - угол рассогласования взять от 0 до 90° с интервалом в 10° .

ПОРЯДОК ИССЛЕДОВАНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СХЕМЫ
ВКЛЮЧЕНИЯ СЕЛЬСИНОВ

1. Собрать дифференциальную схему включения сельсинов (см. рис.4); соединив обмотку синхронизации СА (выводы Р1,Р2,Р3) с обмоткой возбуждения (выводы С1,С2,С3) и обмотки синхронизации СИ и ДС.

2. Стрелки-указатели, имеющиеся на дисках сельсинов СА (сельсина-датчика), СИ (сельсина-приемника) и ДС (дифференциального сельсина) установить в нулевое положение.

3. Поворачивая по часовой стрелке ротор сельсина С1 каждый раз на 10° до 180° , а ротор сельсина С2 на 20° до 360° , записать соответствующие значения угла поворота дифференциального сельсина.

4. Опыт повторить при поворачивании сельсина С1 против часовой стрелки, а сельсина С2 в прямом направлении.

- 14 -

5. Данные опыта занести в табл. 2.

Таблица 2

№	(град) сельсин С1	(град) сельсин С2	(град) сельсин ДС	(град) сельсин С1	(град) сельсин С2	(град) сел.
1	0	0		0	0	
2	10	20		-10	20	
3	20	40		-20	40	
19	180	360		180	360	

6. Сделать выводы по исследованию дифференциальной схемы включения сельсинов.

ПОРЯДОК ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ

1. Собрать трансформаторную схему включения сельсинов (см. рис. 5). При этом питание на обмотку возбуждения сельсина-датчика СД (клеммы С1 и С2) подать со вторичной обмотки трансформатора ТУ1. На первичную обмотку трансформатора ТУ1 подать напряжение питания 220 В: со штыка питания (клеммы Л1 и Л3). Соединить обмотки синхронизации сельсинов СП и СД (клеммы Р1, Р2, Р3). Выходное напряжение с обмотки возбуждения сельсина СП подать на выход выпрямителя VD (клеммы \ominus). Выход выпрямителя (клеммы +, -) соединить с измерительным прибором РА.

2. Стрелки-указатели, имеющиеся на дисках сельсинов СД (сельсина-датчика) и СП (сельсина-трансформатора), установить в нулевое положение.

3. Удерживая стрелку-указатель сельсина СД в нулевом положении поворачивая ротор сельсина СП по часовой стрелке от 0 до 180° и фиксируя показания миллиамперметра РА через каждые 10° снять зависимость напряжения на выходе обмотки возбуждения сельсина-трансформатора СП от угла рассогласования.

$$U = f(\Theta).$$

Текущие значения напряжения определить по формуле

$$U = I \cdot R_n.$$

где $U(mV)$ - напряжение на выходе обмотки возбуждения сельсина СП,

- 15 -

\dot{I} (mA) - показания миллиамперметра,

R_n (OM) - сопротивление нагрузки

$R_n = 510 \text{ Ом}$.

4. Данные опыта занести в табл. 3.

Таблица 3

№	α (град) C1	β (град) C2	$\Theta = \alpha - \beta$ (град)	I (mA)	$U = I \cdot R_n$	β	$\Theta = \alpha - \beta$ (град)	I (mA)	$U = I \cdot R_n$ (mV)
1		0				0			
2		10				-10			
3		20				-20			
18		170				-170			
19		180				-180			

5. Опыт повторить при поворачивании ротора сельсина C2 в противоположном направлении и данные также занести в табл. 3.

$$U = U_{\max} \cdot \cos \Theta,$$

где U_{\max} - максимальное значение полученного на выходе обмотки возбуждения сельсина C1,

Θ - угол рассогласования взят от 0 до 180° с интервалом в 20°.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие электрические микромашины называют сельсинами?
2. В чем преимущества и недостатки контактных и бесконтактных сельсиннов?
3. Как происходит передача угла сельсинами в трансформаторном режиме?
4. Что означает способность синхронизации?
5. Где практически можно использовать индикаторный и трансформаторный режимы работы сельсиннов? (пример, схемные решения).

- 16 -

ОБОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен содержать:

- цель и программу исследований;
- краткое описание работы сельсинов во всех режимах;
- схему включения сельсинов;
- таблицы 1, 2, 3 и графики;
- выводы по работе;
- ответы на контрольные вопросы.

Примечание. Графики выполняются на миллиметровке, схемы и рисунки выполняются согласно ГОСТ в карандаше.