

ЗАО НПФ «КОМАГ – Б»

ОКП 422200

У Т В Е Р Ж Д А Ю

Главный инженер  
Московского метрополитена

\_\_\_\_\_ А. В. Ершов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2002 г.

**ГЕНЕРАТОР АВТОМАТИЧЕСКОГО  
РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ  
(Г – АРС)**

Руководство по эксплуатации

РКУН 15. 00. 00. 000 РЭ

СОГЛАСОВАНО:

Генеральный директор

ЗАО НПФ « КОМАГ – Б»

\_\_\_\_\_ А. Д. Комаров

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2002 г.

СОГЛАСОВАНО:

Начальник Службы сигнализации и  
связи Московского метрополитена

\_\_\_\_\_ С. В. Пономарев

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2002 г.

Заведующий отделом  
ВНИИАС МПС России

\_\_\_\_\_ В. А. Воронин

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2002 г.

2002 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА.....	3
2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ.....	12
3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	13
4 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ.....	19

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения работы генератора автоматического регулирования скорости (в дальнейшем Г-АРС) и содержит описание его устройства, принципа действия, технических характеристик, а также сведения необходимые для его эксплуатации и обслуживания.

При изучении руководства по эксплуатации необходимо пользоваться следующей технической документацией на Г-АРС:

- РКУН.15.00.00.000 Э0, ПЭ0;
- РКУН.15.01.00.000 Э3, ПЭ3;
- РКУН.15.02.00.000 Э3, ПЭ3;
- РКУН.15.03.00.000 Э3, ПЭ3.

## **1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА**

### **1.1 Описание и работа изделия**

#### 1.1.1 Назначение изделия

Г-АРС предназначен для:

- а) питания рельсовых цепей в частотной системе локомотивной сигнализации метрополитена;
- б) для испытаний аппаратуры автоматической локомотивной сигнализации (АЛС);
- в) замены существующих генераторов сигнальных частот Г-АЛСМ У2. 573.43.70 ТУ 32 ЦШ 642-78.

Генератор предназначен для эксплуатации в диапазоне температур от минус 20 °С до +40 °С, относительной влажности до 80% при температуре 25 ± 5°С, атмосферном давлении 630 - 800 мм рт. ст. и вибрации в диапазоне частот от 10 до 100 Гц с ускорением до 1g.

#### 1.1.2 Технические характеристики

1.1.2.1 Питание Г-АРС осуществляется от источника переменного тока частотой 50 Гц напряжением 35 В. Допустимые пределы изменения напряжения от 31,5 В до 36,8 В.

1.1.2.2 Г-АРС обеспечивает питание рельсовых цепей одной из частот (см. табл. 1) синусоидальной формы задаваемой по двум входам от внешних контактов управляющих реле.

Таблица 1

Замкнутые контакты (перемычки) на выходном разъеме	Генерируемая частота, Гц
-	$275 \pm 1$
5-6; 4-10	$225 \pm 1$
5-6-7; 3-4-10	$175 \pm 1$
5-6-7-8; 2-3-4-10	$125 \pm 1$
5-6-7-8-9; 1-2-3-4-10	$75 \pm 1$

Примечание. При любом другом сочетании замкнутых и разомкнутых контактов на выходном разъеме Г-АРС выдается более высокая частота или частота 275 Гц.

1.1.2.3 Номинальное выходное среднеквадратическое напряжение при напряжении питания 35 В – 30 В.

1.1.2.4 Максимальная выходная мощность – не менее 45 ВА.

1.1.2.5 Мощность, потребляемая Г-АРС от сети питания при номинальном напряжении – 55 ВА.

1.1.2.6 Режим работы – непрерывный.

1.1.2.7 Короткое замыкание выходного сигнала на любое время не приводит к выходу из строя Г-АРС. После устранения короткого замыкания автоматически восстанавливается работоспособность.

1.1.2.8 Сопротивление изоляции токонесущих частей относительно его корпуса (винт крепления крышки) составляет не менее 50 МОм.

1.1.2.9 Электрическая прочность изоляции Г-АРС по отношению к его корпусу (винт крепления ручки) выдерживает в течение одной минуты эффективное напряжение 500 В от источника переменного тока частоты 50 Гц, при мощности не менее 0,25 кВА

1.1.2.10 Габаритные размеры (ширина x глубина x высота): 200 x 200 x 190 (мм).

1.1.2.11 Масса прибора - 5 кг.

1.1.2.12 В комплект поставки входит:

- Г-АРС РКУН. 15.00.00.000 – 1 шт.;
- руководство по эксплуатации – 1 шт. на партию генераторов (количество штук в партии – по договору с заказчиком);
- паспорт.

### 1.1.3 Состав изделия

1.1.3.1 Г-АРС собирается в корпусе, который представляет собой сборную конструкцию (см. рис. 1):

1) крышка (1), на которой крепятся: печатные платы с элементами (7-9), конденсатор (6), колодка для внешнего подключения (2), разъем РП 14 –А (5), индикатор неисправного состояния Г-АРС (3), ручка (4) и экран (10);

2) кожух (11), которым закрывается весь конструктив.

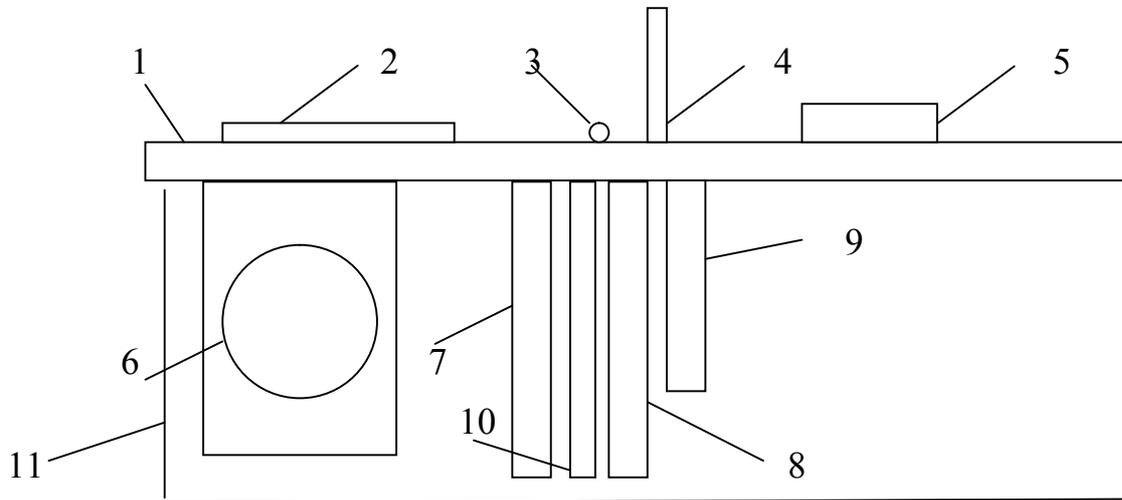


Рис.1

1.1.3.2 Г-АРС в своем составе имеет три печатные платы:

- плата управления (8) - РКУН. 15.01.00.000;
- плата усилителя (7) - РКУН. 15.02.00.000;
- плата интерфейса RS485 (9) - РКУН. 15.01.01.000.

1.1.4 Средства измерения, инструмент

1.1.4.1 Для измерения частоты и уровня выходного сигнала пользоваться комбинированным прибором для измерения сигналов АРС-АЛС РКУН. 07.00.00.000 «Комаг – Б».

1.1.5 Маркировка и пломбирование

1.1.5.1 Маркировка Г-АРС соответствует ГОСТ 21552-84, конструкторской документации и содержит :

- наименование и условное обозначение типа изделия;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- заводской номер, месяц и год изготовления;
- знак государственного реестра.

Эти данные нанесены на шильдик, закрепленным на крышке.

На крышке генератора имеется место для крепления этикетки с датой последней проверки и подписи проверяющего.

Зав. №	
Проверен	20 г
Действителен	
По	20
г	

1.1.5.2 Генератор пломбируется в соответствии со сборочным чертежом, т.е. пломбируется крышка генератора.

### 1.1.6 Упаковка

1.1.6.1 Упаковка Г-АРС соответствует требованиям ГОСТ 21552-84, конструкторской документации и обеспечивает:

- сохранность при выполнении такелажных работ, транспортировании и хранении;
- необходимую защиту от воздействия внешних факторов.

## 1.2 Описание и работа составных частей

### 1.2.1 Устройство и работа

1.2.1.1 Структурная схема Г-АРС представлена на рис.2 и включает в себя:

- а) плату управления, состоящую из следующих функциональных узлов:
  - источники питающих напряжений (ИП);
  - частотоподающие цепи (ЧЗЦ);
  - кварцевые генераторы (КГ1, КГ2);
  - формирователь сигнальных частот (ФСЧ);
  - согласующее устройство;
- б) плату усилителя, состоящую из следующих функциональных узлов:
  - источник электропитания (ИЭП);
  - согласующее устройство (СУ);
  - усилитель сигнальных частот (УСЧ);
  - выходной фильтр (ВФ);
  - схема контроля короткого замыкания по выходу (КЗ);
  - схема контроля ШИМ (КШИМ);

в) плату интерфейса RS485, состоящую из следующих функциональных узлов:

- микропроцессор (МП);
- кварцевый генератор (КГ);
- изолирующий усилитель (ИУ);
- фильтр нижних частот (ФНЧ);
- источник питания (ИП);
- порт RS485;
- термодатчик (ТД).

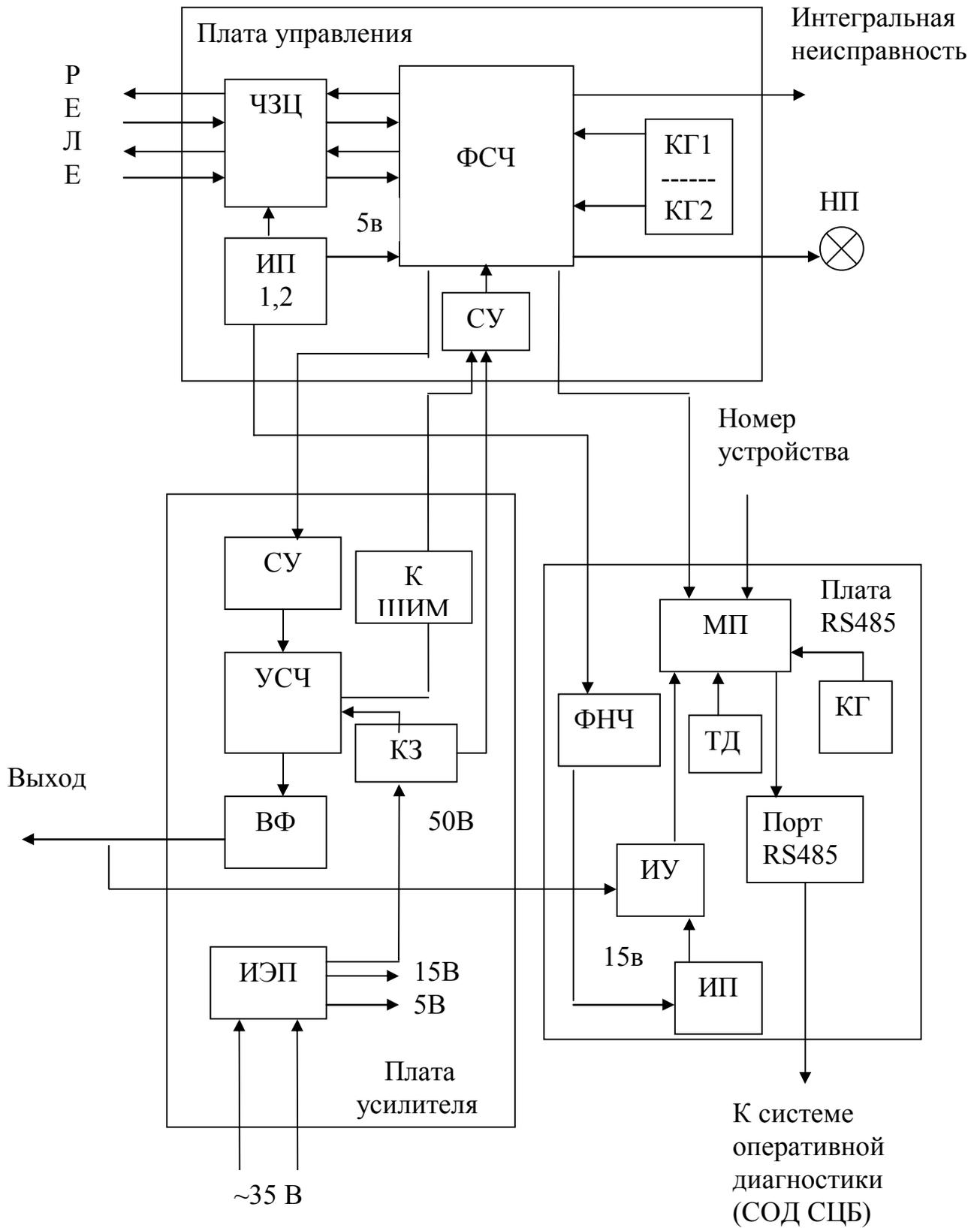


Рис. 2

1.2.1.2 Плата управления включает в себя источники питания, КГ, ФСЧ и частотоподающие цепи. Источник питания (ИП) предназначен для выработки от источника переменного тока частотой 50 Гц напряжения 35 В напряжения (+5 В) для электропитания узлов платы управления. ИП1 состоит из мостового выпрямителя VD12, фильтра – конденсаторов C19, C22, C23 и C26 и конвертора D11 и предназначен для запитывания формирователя синусоидальных частот (ФСЧ). ИП2 состоит из конвертора D13 и емкости фильтра C24, C25 и предназначен для запитывания частотоподающих цепей напряжением +5 В гальванически отвязанным от ФСЧ.

Два кварцевых генератора (КГ) на 5 МГц выполнены на микросхемах HCMOS/TTL (D6-D7). Один кварцевый генератор выполняет функции задающего генератора, второй – контролирующего.

Формирователь синусоидальных частот (ФСЧ) выполнен на программируемой логической интегральной схеме D8 (ПЛИС ALTERA) типа EPM9XXXLI-208-20.

Формирование сигнальных частот начинается с поступления позиционного кода по входу от одной из групп реле через частотоподающие цепи (т.е. с выбора необходимой частоты). Обязательным условием формирования ШИМ является присутствие одинакового кода по обоим каналам, отсутствие же кода на одном из каналов или присутствие разного кода по двум каналам, приводит к формированию более высокой из заданных частот или частота 275 Гц.

Для обеспечения требуемого уровня достоверности формирования сигнальных частот реализовано дублирование формирования сигналов ШИМ от другого кварцевого генератора. При несовпадении параметров двух сформированных сигналов ШИМ отключается УСЧ и производится выдача сигнала неисправности.

Для гальванической развязки сигналов контроля ШИМа, сигнала короткого замыкания и выдачи сигнала интегральной неисправности на удаленный пульт на плате управления установлены соответственно: оптрон D9 (HCPL-2631), оптрон D12 (4N35) и оптрон D10 (MOC8050).

Частотоподающие цепи (ЧЗЦ), предназначенные для связи с управляющими реле построены по схеме токовой петли. ЧЗЦ включают в себя: D1 – D5 (диодно-транзисторные оптроны), C1-C8, VD1-VD8 (высокочастотные фильтры) и R3- R10 (токозадающие резисторы). На входы оптронов D1A и D1B поступают сигнальные импульсы из схемы ПЛИС. Выход оптронов коммутируется двумя группами контактов управляющих реле (соответственно выбранной частоте Г-АРС) на соответствующие входы оптронов и далее поступают на соответствующие данной частоте входы ПЛИС. Токовая петля применена в данном случае как наиболее помехоустойчивая схема связи.

Питание входных цепей оптронов происходит «подвешенным» источником +5 В (ИП2-D13) для изоляции схемы генератора от внешних релейных цепей.

1.2.1.3 Плата усилителя включает в себя устройство электропитания, усилитель, выходной фильтр и схему контроля короткого замыкания. Устройство электропитания (УЭП) содержит источник питания (ИП) на напряжение +15 В с выходным током 0,10 А, предназначенный для питания элементов на данной плате и включает в себя мост КВU6В (VD8), выход которого подключен к конвертору TEG 4812 (D5) с фиксированным выходным напряжением +15 В, электролитические и керамические конденсаторы предназначены для фильтрации напряжения. ИП на напряжение +5 В с выходным током 0,1 А, предназначен для питания элементов управления, находящихся на этой плате включает в себя стабилизатор напряжения VC7805 (D6) с фиксированным выходным напряжением и защитой от перегрузок по току и электролитические и керамические конденсаторы, предназначенные для фильтрации напряжения.

Усилитель построен по мостовой схеме с использованием полевых транзисторов (VT1 – VT4), а в качестве буферного элемента применен драйвер IR2104 (D3, D4). Каждый драйвер выполняет функции управления полумостом и имеет внешнее отключение (контакт 3). ШИМ поступает на контакт 2 соответствующего драйвера. С выхода 5 драйвера сигнал амплитудой 15В поступает на затвор нижнего полевого транзистора типа IRFI540N, а с выхода 7 драйвера амплитудой 15В относительно средней точки полумоста на затвор верхнего полевого транзистора.

Одно плечо мостовой схемы подключено к источнику питания +50В, а другое плечо - к “земле”, два других плеча моста нагружены на симметричный выходной дроссель. Управление мостом осуществляется двумя драйверами, которые коммутируют мост в зависимости от фазы сигнала, который поступает из микросхемы ПЛИС (расположена на плате управления) через диодно – транзисторные оптроны D1 и D2 типа HCPL – 2631. Оптроны применены с целью гальванической развязки по данным цепям, что существенно повышает помехоустойчивость генератора в целом.

Синусоидальный выходной сигнал в настоящем генераторе формируется путем аппроксимации множества точек (128 точек на формирование половины периода частоты 75 Гц. Количество точек, формирующие половину периода других частот меньше пропорционально отношению данной частоты к частоте 75 Гц). Входной сигнал на усилитель поступает в виде ШИМа. Длительность каждого импульса ШИМ пропорциональна амплитуде синусоиды в данной точке (максимальная амплитуда принята в данном случае за единицу)

Мостовой усилитель работает следующим образом;

При формировании одной полуволны синусоиды сигнал поступает на вход транзистора VT1 и в противофазе на вход транзистора VT2, транзистор VT3 при этом закрыт, а транзистор VT4 открыт. В результате в общей точке транзисторов VT1 и VT2 получим тот же ШИМ, что и на входе драйверов, но амплитудой не менее 50 В. Далее выходной ШИМ проходит через выходной низкочастотный фильтр (L4 и конденсатор C22), на котором отфильтровывается высокочастотная составляющая сигнала (20 кГц – частота формирования ШИМ), а низкочастотная составляющая (требуемый синус) выделяется на выходе генератора. Таким же образом происходит формирование второй полуволны синусоиды. При этом в режиме ШИМ работают транзисторы VT3 и VT4, транзистор VT2 постоянно открыт, а транзистор VT1 закрыт.

На плате усилителя размещены резисторы R9 и R10 предназначенные для контроля ШИМа. Контроль ШИМ необходим для контроля работы драйверов ключей, самих ключей, канала ФСЧ ПЛИС, кварцевого генератора. Сформированные импульсы ШИМ с выходов полумостов поступают на плату управления для сравнения выходных сигналов ШИМ с входными. При несовпадении этих сигналов вырабатывается сигнал неисправности, закрываются транзисторы моста (т.е. прекращается выдача какой – либо частоты на выход генератора).

Для организации схемы защиты Г-АРС от перегрузки выхода генератора по току в плате усилителя предназначены резисторы R17 – R20, C27. Формирующий с их помощью сигнал поступает на плату управления, где происходит формирование сигнала отключения драйверов при перегрузки генератора по выходу. При устранении неисправности, работа усилителя мощности восстанавливается.

1.2.1.4 Плата интерфейса RS485 предназначена для передачи в систему оперативной диагностики (СОД) информации о текущей частоте, выходном напряжении, неисправности генератора, ошибках задания частоты, температуре внутри корпуса генератора.

## **2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ**

### **2.1 Эксплуатационные ограничения**

2.1.1 Не допустима установка на штатное место генератора при наличии внешних механических повреждений, не соответствия требуемому десятичному номеру генератора.

2.1.2 Не допустима установка на штатное место генератора при отсутствии, повреждении или не соответствии установленным требованиям пломбы.

2.1.2 По условиям безопасности и во избежание выхода из строя генератора недопустима подача на генератор напряжения питания:

- при первичном вводе в эксплуатацию при движении поездов;
- превышающее допустимое значение (выше 36,8 В).

### **2.2 Подготовка изделия к использованию, проверка места установки.**

2.2.1 Установка, монтаж и эксплуатация генератора должна производиться в соответствии с «Правилами технической эксплуатации метрополитенов РФ», «Правил технической эксплуатации установок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации установок потребителей».

2.2.2 Перед установкой генератора на рабочее место необходимо убедиться в целостности электрического монтажа разъема и отсутствие каких – либо механических повреждений его.

2.2.3 Устанавливаемый на рабочее место генератор должен быть проверен на соответствие техническим требованиям (п. 1.1.2.2-1.1.2.3) настоящего РЭ электромехаником КИПа. Периодичность проверок рекомендуется один раз в 10 лет.

2.2.5 Установка генератора на рабочее место.

2.2.5.1 Обеспечить место установки данного генератора, отключив электропитание с данного места.

2.2.5.2 Установить генератор на рабочее место, подключить разъем и подать питание на генератор.

### **2.3. Контроль работоспособности**

2.3.1 В генераторе осуществляется тестирование узлов в рабочем режиме один раз в 255 периодов.

2.3.2 Контроль параметров в процессе эксплуатации производиться в соответствии с технологическими картами.

## 2.4 Возможные неисправности и методы их устранения представлены в таблице 2

Таблица 2

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
1. Отсутствует сигнал на нагрузке	Отсутствует напряжение питания	Подать напряжение питания
2. Отсутствует сигнал на нагрузке, горит светодиод неисправного состояния Г-АРС	1. КЗ по выходу 2. Сработал контроль работоспособности Г-АРС.	1. Устранить короткое замыкание 2. Заменить Г-АРС
3. Более высокая частота	1. Ошибка в задании частоты. 2. Неисправность входных цепей.	1. Устранить ошибку 2. Заменить Г-АРС

Примечание: При невозможности устранения неисправности по методикам, указанным в табл. 2, необходимо отправить Г-АРС в ремонт на завод-изготовитель

## 3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 Г – АРС должны обслуживаться в соответствии с «Инструкцией по техническому обслуживанию устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ)» Московского метрополитена и настоящей инструкцией..

3.2 Техническое содержание генераторов должно производиться с соблюдением правил технической эксплуатации электроустановок напряжением до 1000 В.

### 3.3 Меры безопасности

3.3.1 При включении Г-АРС запрещается производить какие-либо переключения проводов, касаться токоведущих частей.

3.3.2 Обслуживание и ремонт Г-АРС производить в соответствии с требованиями “Правил технической эксплуатации метрополитенов РФ”, “Правил технической эксплуатации установок потребителей”, “Правил техники безопасности при эксплуатации установок потребителей” и общих требований безопасности по ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ.

3.3.3 Максимальным переменным напряжением в Г – АРС является напряжение переменного тока 36,8 В, 50 Гц, подаваемое от трансформатора через контакты 17, 18 выходного разъема X 1.

### 3.4 Техническое освидетельствование

3.4.1 Техническое освидетельствование Г – АРС производится при выпуске заводом – изготовителем, механиком КИПа после очередного ремонта в стационарных условиях или через 5 лет после последнего освидетельствования.

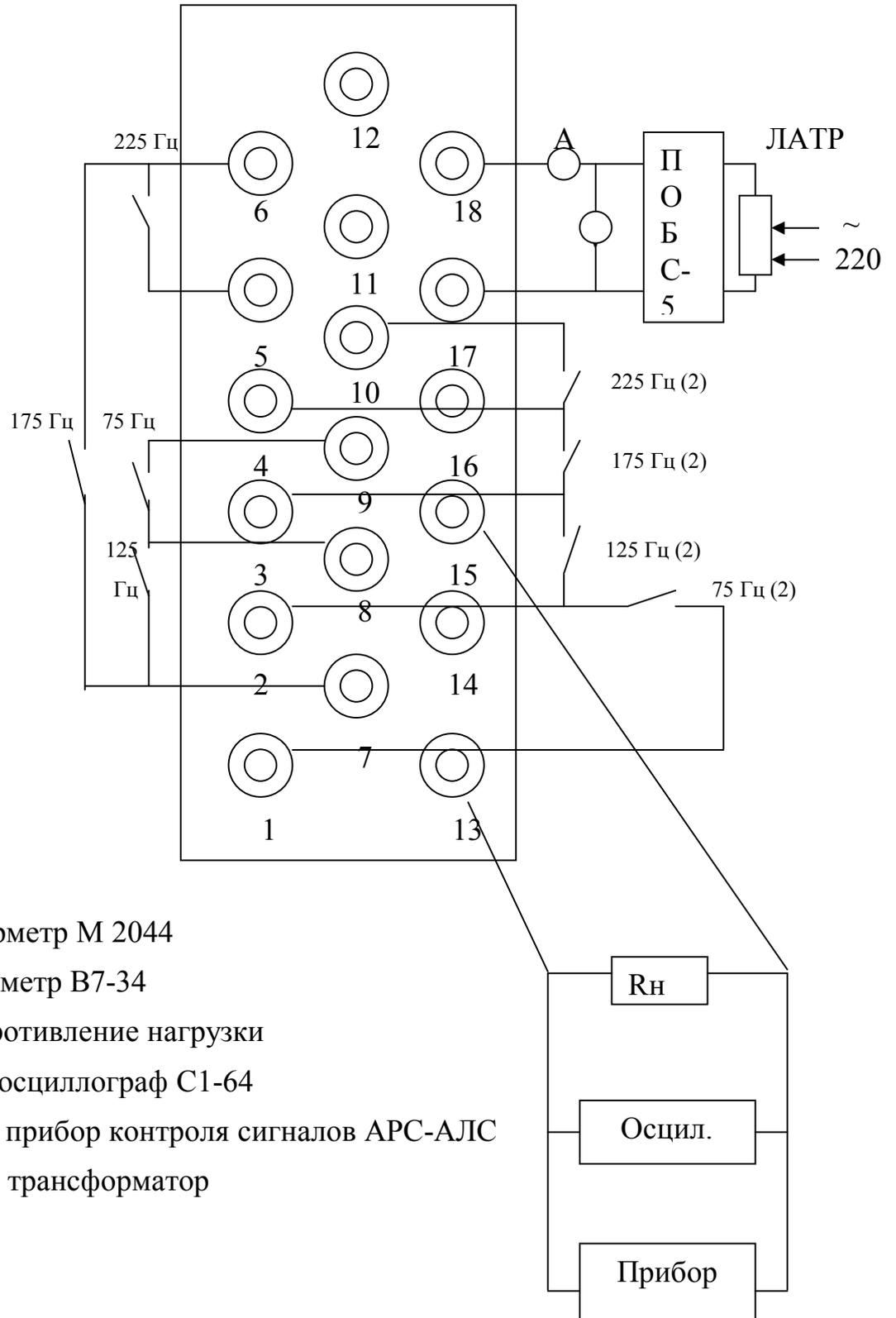
3.4.2 При техническом освидетельствовании пользоваться аппаратурой приведенной в таблице 3.

Таблица 3

Наименование	Тип	Класс точности	Пределы измерений
Вольтметр	В7- 34А	0,5 %	500 В
Амперметр	М2044	1 %	1 А
Осциллограф	С1 – 64		
Прибор контроля сигналов АРС – АЛС	РКУН.07.00.000		
Автотрансформатор лабораторный	ЛАТР – 2		220 В, 2 А
Пробойная установка	УПУ – 10М		
Мегометр	М4100/3		
Трансформатор	ПОБС – 5АУЗ		

Примечание. При отсутствии перечисленных в таблице приборов могут использоваться приборы другого типа, имеющие аналогичные параметры. Контрольно – измерительные приборы должны иметь поверительные клейма о сроках их поверки.

3.4.3 Для измерения параметров Г-АРС собирается стенд, схема которого приведена на рис.3.



А – амперметр М 2044

V – вольтметр В7-34

R<sub>н</sub> – сопротивление нагрузки

Осцил. – осциллограф С1-64

Прибор – прибор контроля сигналов АРС-АЛС

П О Б С-5 - трансформатор

Рис. 3

3.4.4 Проверка Г – АРС производится в следующей последовательности:

- проверка величины выходного сигнала;
- проверка соответствия генерируемых частот;
- проверка срабатывания защиты от короткого замыкания по выходу;
- проверка работы генератора при изменении напряжения питания;
- проверка максимального тока потребления;
- проверка сопротивления изоляции;
- проверка электрической прочности изоляции;
- проверка работы генератора на непрерывность.

3.4.4.1 Соберите схему, приведенную на рис.3:

- подключите к клеммам генератора 13 и 15 в качестве нагрузки резистор С5-35-50 Вт- 24 Ом +/- 10%;
- подайте на клеммы 17 и 18 напряжение питания 35 В, 50 Гц (контроль по вольтметру).

3.4.4.2 Проверку величины напряжения на выходе Г-АРС, нагруженного на активную нагрузку R проведите прибором контроля сигналов АРС - АЛС.

3.4.4.3 . Проверка генерируемых частот производится с помощью осциллографа и прибора контроля сигналов АРС - АЛС. Выбор одной из фиксированных частот произведите при помощи установки переключателя на выходной колодке Г-АРС в соответствии с таблицей 1. На экране осциллографа должна отображаться синусоида с периодом соответствующей частоты.

3.4.4.4 Проверку работы защиты генератора от короткого замыкания по выходу проводить при любой частоте замкнув переключатель выход генератора. Проконтролировать наличие свечения индикатора неисправности. Убедитесь в восстановлении нормальной работы генератора при снятии переключателя с выхода генератора, т. е. на выходе имеется реальный сигнал с теми же параметрами что и до замыкания выхода. Индикатор неисправности при этом должен погаснуть.

3.4.4.5 Проверку соответствия генерируемых частот и напряжения на нагрузке (контроль по прибору контроля сигналов АРС – АЛС) при изменении питающих напряжений 31,5 В и 36,8 В производить при помощи ЛАТРа. При этом генерируемые частоты должны быть в пределах указанных в таблице 1.

3.4.4.6 Проверку тока потребления производить при напряжении 36,8 В на максимальной частоте. Ток потребления должен быть не более 1,5 А.

3.4.4.7 Проверку сопротивления изоляции в нормальных условиях проводят с помощью мегометра М4100/3. Испытательное напряжение 500 В подается между замкнутыми контактами 17,18 и корпусом генератора.

Измерение проводят по истечении 1 мин. после достижения установившегося показания.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если сопротивление между указанными точками  $> 20$  МОм.

3.4.4.8 Проверку электрической прочности изоляции проводить на установке УПУ – 10М путем приложения переменного испытательного напряжения величиной 500 В между замкнутыми контактами 17,18 и корпусом генератора. Напряжение изменяют плавно или ступенями, исключая возникновение значительных переходных процессов, до максимального значения и выдерживают 1 мин., после чего плавно уменьшают до нуля.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если во время проверки не произошло пробоя или поверхностного перекрытия изоляции. Допустимо наличие коронных разрядов.

3.4.4.9 Проверку на непрерывность работы производить с подключенной нагрузкой в нормальных климатических условиях в течение 24 часов при выпуске заводом – изготовителем (4 часа в условиях КИПа) в следующем порядке:

- установить напряжение питания 35 В;
- установить любую частоту.

Через каждые 4 часа (в условиях КИПа через 1 час) производить проверку работы генератора (контроль по прибору контроля сигналов АРС – АЛС).

3.5 Обслуживанием Г – АРС считается проверка 1 раз в 5 лет согласно п. 3.4 настоящего РЭ.

3.6 При выходе из строя генератор подлежит замене. Ремонтируется Г – АРС стационарно в специальных мастерских или в условиях завода – изготовителя. При замене генератора не требуется настройка исправного Г – АРС.

## **4. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ**

4.1 Г-АРС должен транспортироваться в закрытом транспорте любого вида, кроме морского. Ящики с упакованными в них генераторами должны быть защищены от попадания влаги и пыли.

4.2 Г-АРС в упаковке должен соответствовать ГОСТ 15250-69, группе условий хранения С.

В помещениях для хранения не должно быть паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.