

**Государственное бюджетное профессиональное образовательное
учреждение Астраханской области
«Астраханский колледж вычислительной техники»**

Специальность 13.02.11

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Изучение генератора низкой частоты

по дисциплине: "Измерительная техника"

Методические рекомендации

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0007МР

Составил преподаватель:

(Цепляев В.К.)

Рассмотрено на заседании цикловой
комиссии специальности 13.02.11

"Техническая эксплуатация и
обслуживания электрического и электро-
механического оборудования в нефтяной
и газовой промышленности"

Протокол № ____ от _____

Рекомендовано для студентов.

Председатель комиссии:

(Ветлугин В.В.)

2018

СОДЕРЖАНИЕ

1 Цель работы.....	3
2 Приборы и оборудование.....	3
3 Правила техники безопасности.....	3
4 Теоретическая часть.....	3
5 Порядок выполнения работы.....	8
6 Содержание отчёта.....	11
7 Контрольные вопросы.....	11
8 Литература.....	11
Приложение А. Генератор ГЗ-106.....	12
Приложение Б. Вольтметр В7-16А.....	13
Приложение В. Частотомер ЧЗ-34А.....	14

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Изм. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Цепляев			
Пров.	Ветлугин			
Н.контр.				
Утв.				

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0007МР

**Изучение
генератора низкой частоты**
Методические рекомендации

Лит.	Лист	Листов
	2	14

АКВТ

1 Цель работы

1.1 Изучить принцип действия и структурную схему генератора низкой частоты.

1.2 Получить навыки работы с генератором низкой частоты и измерения его выходных параметров.

1.3 Дать анализ полученных результатов и сделать вывод о проделанной работе.

2 Приборы и оборудование

2.1 Генератор низкой частоты ГЗ-106.

2.2 Вольтметр В7-16А.

2.3 Частотомер ЧЗ-34А.

3 Правила техники безопасности

3.1 Приборы заземлить перед началом работы.

3.2 Соблюдать все требования техники безопасности при работе в лаборатории электротехнических измерений.

3.3 Соблюдать указания мер безопасности, приведённые в руководстве по эксплуатации приборов и оборудования, применяемых в данной работе.

4 Теоретическая часть

4.1 Генератором низкой частоты называют генератор сигнала с частотой от единиц герц до нескольких сотен килогерц.

Диапазон частот различных типов низкочастотных генераторов могут изменяться в широких пределах - от сотых долей герца до сотен килогерц. Обычно для отдельного генератора коэффициент перекрытия по частоте составляет в среднем 104.

4.2 По частотному диапазону генераторы низкой частоты делятся на следующие группы:

- инфразвуковые (менее 20 Гц);

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0007МР

Лист
3

- звуковые (от 20 Гц до 20 кГц);
- ультразвуковые (от 20 до 300 кГц).

4.3 Измерительные генераторы низкой частоты используются очень широко при настройке УНЧ, НЧ-каскадов радиоприемников, при измерениях частоты, фазы, индуктивности, емкости и в других случаях.

4.4 По принципу работы задающего генератора (ЗГ) измерительные генераторы низкой частоты делятся на группы:

- типа LC;
- типа RC;
- на биениях.

4.5 В LC-генераторах частота определяется индуктивностью и емкостью колебательного контура:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Такие генераторы обычно имеют несколько фиксированных частот и применяются в качестве модуляторов в ИГ высокой частоты (ВЧ). В качестве ИГ они практически не применяются из-за необходимости создания катушек индуктивности с большими значениями индуктивности, обладающих большими габаритами и весом.

4.6 Генератор на биениях работает следующим образом.

Генератор фиксированной частоты генерирует колебания частотой f_1 . Генератор регулируемой частоты генерирует колебания с частотой f_2 , которая плавно регулируется в некоторых пределах.

На выходе смесителя образуются колебания с частотой $f = f_2 - f_1$, называемые биениями. Они поступают на фильтр низких частот, где задерживаются все колебания, кроме частоты f , усиливаются и через аттенюатор передаются на выход генератора.

4.7 Структурная схема генератора на биениях приведена на рисунке 1.

4.8 Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-106 представляет собой RC-генератор с плавной установкой частоты и системой стабилизации уровня выходного напряжения.

Структурная схема генератора ГЗ-106 приведена на рисунке 2.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0007МР

Лист
4

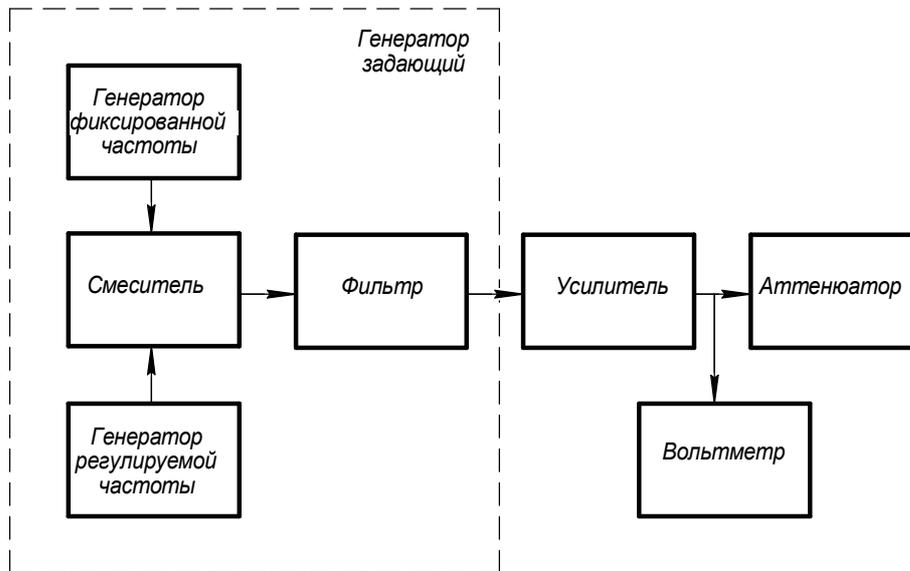


Рисунок 1- Структурная схема генератора на биениях

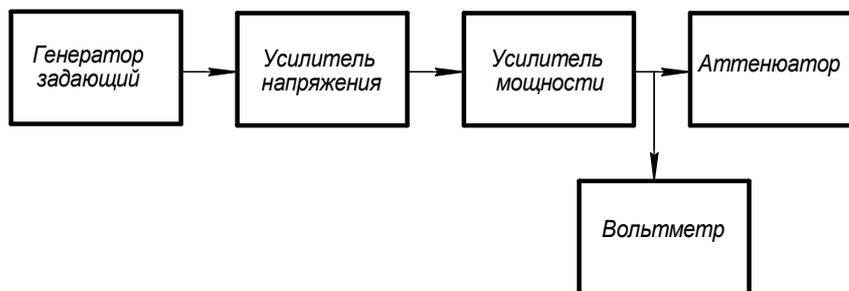


Рисунок 2- Упрощённая структурная схема генератора ГЗ-106

4.8.1 В RC-генераторах частота определяется значениями сопротивления и емкости, входящими в цепь положительной обратной связи, необходимой для генерации сигнала. Частота выходного сигнала определяется по формуле:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

4.8.2 Основой прибора является задающий генератор представляющий собой усилитель охваченный цепью положительной обратной связи с RC- цепочкой, и цепью отрицательной обратной связи.

4.8.3 Усилитель напряжения обеспечивает заданный уровень напряжения, подаваемого на выход через аттенюатор. Он должен иметь большую стабильность коэффициента усиления, малые нелинейные искажения и высокую чувствительность.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0007МР

4.8.4 Основное значение усилителя мощности - обеспечить мощность сигнала, поступившего с задающего генератора. Усилитель мощности работает в режиме большого сигнала, что обуславливает большое потребление мощности от источника сигнала, поэтому к.п.д. и уровень нелинейных искажений являются существенными показателями. Чаще всего усилитель мощности выполняется в виде транзисторного усилителя, работающего в режиме В или АВ.

4.8.5 Атенюатор представляет собой делители напряжения и служит для подачи на выход генератора определенного уровня напряжения.

Применение низкоомных резисторов позволяет получить необходимые частотные характеристики аттенюатора.

Однотипность звеньев дает возможность сохранить постоянство входного и выходного сопротивлений аттенюатора в целом независимо от общего значения затухания.

Чаще всего входное и выходное сопротивление аттенюатора одинаковы и составляют 600 Ом. Общее затухание всех звеньев аттенюатора выбирается примерно 100-120 дБ, причем затухание одного звена может быть 10 или 20 дБ.

4.8.6 Выходное сопротивление с учетом назначения измерительных генераторов низкой частоты обычно составляют 5, 200, 600 Ом и 5 кОм.

Если генератор работает на нагрузку, сопротивление которой превышает возможные выходные сопротивления прибора, включается внутреннее нагрузочное сопротивление.

Это предусмотрено потому, что при холостом ходе напряжение на вторичной обмотке трансформатора превышает расчетную величину, что, в свою очередь, не позволяет правильно определить напряжение на нагрузке по измерительным приборам и отсчетным устройствам выходных цепей генератора.

Значение внутреннего нагрузочного сопротивления принимается равным выходному сопротивлению аттенюатора и составляет 600 Ом.

4.8.7 Конечные значения рабочей части шкалы у вольтметров измерительных генераторов устанавливаются $1 \cdot 10^n$ и $3,16 \cdot 10^n$ (n-любое целое положительное число, отрицательное число или ноль).

Такой выбор конечных значений определяется тем, что, как правило, вольтметры измерительных генераторов имеют еще шкалу, градуированную в децибелах.

4.8.8 Градуировка в децибелах выполняется относительно начального уровня 0,775. Этот уровень в технике проводной связи выбирается за абсолютный нулевой уровень по напряжению.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0007МР

Лист
6

4.8.9 Следует помнить, что напряжение на выходе генератора фактически определяется по показаниям вольтметра и установленному ослаблению выходных аттенюаторов только при согласованной нагрузке. При отсутствии согласования измеренное напряжение на выходе генератора будет отличаться от значения, определенного по показаниям встроенного вольтметра с учетом установленного ослабления аттенюатора.

4.8.10 Внешний вид передней панели генератора ГЗ-106 приведена на рисунке 3.



- 1 - переключатель режима работы
- 2 - переключатель множителя частоты
- 3 - ручка плавной установки частоты
- 4 - измеритель уровня выходного сигнала
- 5 - включатель напряжения питания
- 6- ручка плавной установки уровня выходного сигнала
- 7 - гнезда дискретной установки уровня выходного сигнала

Рисунок 3 - Внешний вид передней панели генератора ГЗ-106

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0007МР

Лист
7

5 Порядок выполнения работы

5.1 Провести измерения напряжения на выходе генератора низкой частоты цифровым вольтметром в следующем порядке.

5.1.1 Собрать схему измерения согласно рисунку 4.

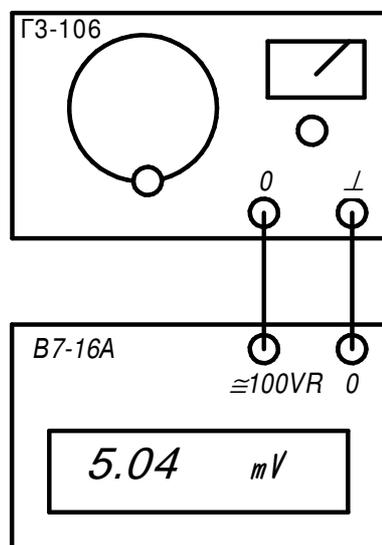


Рисунок 4 - Схема измерения напряжения на выходе генератора

5.1.2 Установить значение частоты выходного синусоидального сигнала генератора равной 50 кГц.

5.1.3 Установить значение синусоидального выходного напряжения по измерителю уровня выходного сигнала генератора согласно таблице 1 и произвести замеры цифровым вольтметром. Результаты измерений и расчётов занести в таблицу 1.

Таблица 1 - Результаты измерений и расчётов

Выходное напряжение генератора $U_{г}$, В	Измеренное напряжение $U_{изм}$, В	U_m , В	$U_{св}$, В	Δ_U , В	δ_U , %	Предел измерения
2						
3						
4						
5						

Ине. № подл. Подп. и дата
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0007МР

Лист
8

5.1.4 Расчётные формулы:

а) вычисление амплитудного значения U_m измеренного напряжения:

$$U_m = 1,41U_{изм}$$

б) вычисление значения средневыпрямленного $U_{ср.в}$ измеренного напряжения:

$$U_{ср.в} = 0,9U_{изм}$$

в) вычисление абсолютной погрешности Δ_U измерения напряжения:

$$\Delta_U = \frac{K_T \cdot U_{ном}}{100}$$

г) вычисление относительной погрешности δ_U измерения напряжения:

$$\delta_U = \frac{\Delta_U}{U_{изм}} \cdot 100\%$$

где K_T - класс точности (относительная погрешность) измерительного прибора;

$U_{изм}$ - показания измерительного вольтметра;

$U_{ном}$ - верхний предел шкалы, на которой было произведено измерение.

5.2 Провести измерения частоты выходного сигнала генератора цифровым частотомером.

5.2.1 Собрать схему измерения согласно рисунку 5.

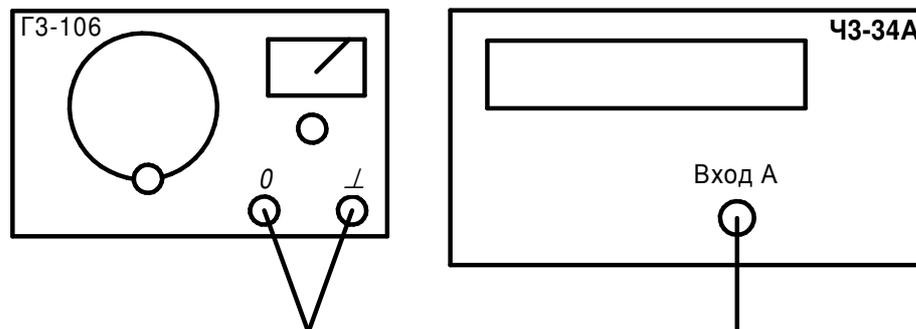


Рисунок 5 - Схема измерения частоты выходного сигнала генератора

5.2.2 Установить значение синусоидального выходного напряжения по измерителю уровня выходного сигнала генератора равное 1 В.

5.2.3 Установить значение частоты синусоидального выходного сигнала согласно таблице 2 и произвести замеры установленной частоты цифровым частотомером. Результаты измерений и расчётов занести в таблицу 2.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

AKBT.13.02.11.ЛР34.0007МР

Лист
9

Таблица 2 - Результаты измерений и расчётов

Параметр	Значения частоты генератора, F _Г				
	20 Гц	200 Гц	2 кГц	20 кГц	200 кГц
Измеренная частота, F _{изм} , Гц					
Δ _Ф , Гц					
γ _и , %					
γ _ч , %					

5.2.4 Расчётные формулы:

а) вычисление абсолютной номинальную погрешность измерения частоты по формуле:

$$\Delta_F = F_G - F_{изм}$$

где F_Г - номинальное значение частоты сигнала на выходе генератора;

F_{изм} - показания частотомера.

б) вычисление относительной номинальной погрешности измерения частоты по формуле:

$$\gamma_{и} = \frac{\Delta_F}{F_G} 100\%$$

в) вычисление основной относительной погрешности измерения частоты частотомером:

$$\gamma_{ч} = (\delta_0 + \frac{1}{F_{изм} t_{сч}}) 100$$

где δ₀ - основная относительная погрешность частоты внутреннего кварцевого генератора или внешнего источника опорной частоты;

F_{изм} - измеряемая частота в Гц;

t_{сч} - время счета в сек.

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0007МР

Лист
10

6 Содержание отчёта

- 6.1 Наименование работы.
- 6.2 Цель работы.
- 6.3 Приборы и оборудование.
- 6.4 Выполнение работы:
 - 6.4.1 Схемы измерений.
 - 6.4.2 Таблицы результатов измерений.
 - 6.4.3 Расчётные формулы.
- 6.5 Основные технические характеристики измерительных приборов, применённых в работе.
- 6.6 Выводы о проделанной работе.

7 Контрольные вопросы

- 7.1 Структурная схема низкочастотного генератора на основе RC-генератора, назначение основных узлов.
- 7.2 Основные технические данные генератора низкой частоты.
- 7.3 Классификация генераторов низкой частоты.
- 7.4 Структурная схема низкочастотного генератора на биениях, назначение основных узлов.
- 7.5 Назначение органов управления генератора низкой частоты.

8 Литература

- 8.1 Атамаян Э.Г. Приборы и методы измерения электрических величин. - М. Дрофа, 2005.
- 8.2 Измерения в электронике. Справочник./Под ред. В. А. Кузнецова. - М. Энергоатомиздат, 1987.
- 8.3 Хрусталева З.А. Электротехнические измерения. -М: «КноРус», 2011 г.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0007МР

Лист
11

Приложение А
Генератор ГЗ-106

А.1 Генератор ГЗ-106 - источник синусоидальных и прямоугольных электрических колебаний в диапазоне звуковой и ультразвуковой частоты.

А.2 Генератор ГЗ-106 - малогабаритный портативный генератор RC-типа с плавной установкой частоты в пределах каждого из 4 поддиапазонов.

А.3 Генератор ГЗ-106 может использоваться как источник сигнала в системах контроля радиотехнических средств, в комплектах аппаратуры связи и дальней связи, в селективных и широкополосных системах.

А.4 В режиме синхронизации генератор ГЗ-106 представляет собой активный фильтр и может применяться для уменьшения гармонических искажений синхронизирующего сигнала, повышения его выходного уровня, получения синусоидального сигнала из несинусоидального.

А.5 Выходное напряжение отсчитывается по шкале встроенного вольтметра (шкала вольтметра отградуирована в среднеквадратических значениях синусоидального сигнала - вольтах) и выходному аттенюатору.

А.6 Технические характеристики генератора ГЗ-106:

а) диапазон частот: 20 Гц-200 кГц (4 поддиапазона);

б) основная погрешность установки частоты: $\pm(3+30/f) \%$;

в) нестабильность частоты: $\pm 20 \cdot 10^{-4} f$ (за 15 минут) и $\pm 200 \cdot 10^{-4} f$ (за 3 часа);

г) выходное напряжение: 5 В (600 Ом);

д) ослабление выходного напряжения: 0-60 дБ с дискретностью через 20 дБ (с делителем) и -22 дБ (плавно регулируемое);

е) погрешность установки выходного напряжения: $\pm 6 \%$ (установка опорного уровня) и $\pm 0,8$ дБ (делитель);

ж) нестабильность выходного напряжения: $\pm 1 \%$ (за 15 минут) и $\pm 10 \%$ (за 3 часа);

и) коэффициент гармоник, %: 0,5 (20-200 Гц); 0,3 (200 Гц-20 кГц); 1 (20-200 кГц);

к) параметры сигнала прямоугольной формы:

- амплитуда: 5 В (600 Ом);

- скважность: 2;

- длительность фронта и среза: 150 нс;

л) потребляемая мощность: 20 ВА;

м) питание: 220 ± 22 В, 50 Гц или 115 В, 400 Гц;

н) масса: 4,6 кг.

п) габариты: 225x258x162 мм.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АКВТ.13.02.11.ЛР34.0007МР	Лист
						12

Приложение Б
Вольтметр В7-16А

Б.1 Назначением вольтметров является измерение напряжения в электрических цепях. Вольтметр В7-16А имеет ряд преимуществ перед другими приборами подобного класса.

Б.2 Основные технические характеристики:

- а) число индицируемых разрядов - 4;
- б) измерение напряжения постоянного тока - 100 мкВ...1000В;
- в) измерение напряжения переменного тока - 100 мкВ...1000В;
- г) основная погрешность не более - 0,2%;
- д) частота измеряемого напряжения - 20Гц...30МГц;
- е) измерение сопротивления постоянному току - 0,1...10 МОм;
- ж) активное входное сопротивление - 10 МОм;
- и) габаритные размеры - 384x128x360 мм;
- к) масса - 7 кг.

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата	<i>АКВТ.13.02.11.ЛР34.0007МР</i>	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Приложение В

Частотомер ЧЗ-34А

В.1 Назначение частотомера ЧЗ-34А:

Частотомер электронносчетный ЧЗ-34А предназначен для измерения частоты, периода электрических колебаний, интервалов времени, отношения частот синусоидальных и импульсных сигналов.

В.2 Особенности частотомера ЧЗ-34А:

- а) измерение частоты синусоидальных сигналов (от 10Гц до 120МГц);
- б) измерение частоты импульсных сигналов (от 10Гц до 20МГц);
- в) измерение периода электрических колебаний (от 10мкс до 100с);
- г) измерение интервалов времени (от 0,1мкс до 100с);
- д) измерение отношения частот синусоидальных и импульсных сигналов;
- е) измерение выдачи сигнала импульсной (от 0,1Гц до 10МГц) и синусоидальной формы (10МГц);
- ж) автоматический и ручной запуск

В.3 Технические характеристики:

- а) диапазон измеряемых частот - 10Гц-120МГц (0,12ГГц-4ГГц с блоком ЯЗЧ-51);
- б) диапазон частот при измерении периода - 0,01Гц-100кГц;
- в) погрешность измерения:
 - частоты - $\pm\delta_0 \pm 1$ ед. сч.,
 - периода - $\pm\delta_0 \pm ((3 \cdot 10^{-3})/n \pm f_{вх}/(f_{такт} \cdot n))$;
 где $\delta_0 = \pm 10^{-7}$ - погрешность основного внутреннего генератора;
- г) диапазон измеряемых интервалов времени - 10^{-7} с- 10^2 с;
- д) пределы измерения отношения частот - (10Гц-20МГц)/(0,01Гц-100кГц);
- е) напряжение входного сигнала :
 - синусоидального - 0,1В-100В;
 - импульсного - 0,5В-100В;
- ж) нестабильность частоты кварцевого генератора за 1 сутки - $\pm 5 \cdot 10^{-9}$;
- и) входной импеданс:
 - при измерении частоты - 15 кОм/80пФ;
 - при измерении периода - 1 кОм/100пФ;
- к) потребляемая мощность - 100В·А;
- л) габаритные размеры - 480x120x420мм;
- м) масса - 22кг.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0007МР