

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Измерение напряжений

1. Цель работы.

1.1. Овладеть методами измерения напряжений в цепях электронных схем.

1.2. Получить навыки работы с электронными аналоговым и цифровым вольтметрами.

1.3. Научиться оценивать погрешности результатов измерений.

2. Подготовка к работе.

2.1. Усвоить теоретический материал «Измерение напряжения и силы тока» по [1] и «Измерение напряжений» по [2,3].

2.2. Вывести формулу для расчета входного сопротивления вольтметра при измерении двух напряжений: без последовательно включенного резистора и с последовательно включенным резистором.

2.3. Вывести формулу для расчета случайной составляющей относительной погрешности косвенного измерения входного сопротивления вольтметра, используя формулу, полученную в п.2.2.

2.4. Изучить принцип действия, назначение основных органов управления, основные технические характеристики и правила эксплуатации, используя электронные версии технических описаний следующих приборов:

■ микровольтметр среднеквадратических значений напряжения произвольной формы ВЗ-57;

■ прибор комбинированный цифровой Щ4313, в состав которого входит электронный вольтметр среднеквадратических значений синусоидального напряжения (детектор средневывпрямленных значений с закрытым входом).

2.5. Ознакомиться с составом лабораторной установки, заданием на лабораторную работу и усвоить порядок ее выполнения.

3. Контрольно-измерительная аппаратура.

3.1. Микровольтметр ВЗ-57.

3.2. Прибор комбинированный цифровой Щ4313.

3.3. Генератор низкочастотный ГЗ-109.

3.4. Генератор импульсов Г5-63.

3.5. Генератор высокочастотный Г4-102.

3.6. Осциллограф универсальный С1-65.

3.7. Блок резисторов.

4. Порядок выполнения лабораторной работы.

4.1. Измерение входного сопротивления микровольтметра ВЗ-57 и вольтметра прибора Щ4313.

4.1.1. Установить, пользуясь органами управления генератора ГЗ-109, следующие параметры выходного напряжения: $U=0,9$ В, $F=20$ Гц. Установить предел измерений на микровольтметре ВЗ-57, равный 1В. Подключить микровольтметр к генератору, произвести отсчет измеряемого напряжения U_1 . Включить между выходом генератора и входом вольтметра (последовательно) резистор, сопротивление которого наиболее близко к паспортному значению входного сопротивления микровольтметра. Произвести отсчет измеряемого напряжения U_2 .

Рассчитать входное сопротивление микровольтметра, используя формулу, полученную при подготовке к лабораторной работе.

Результаты измерений и расчетов свести в табл.1.

Таблица 1

Тип вольтметра	Показания вольтметра, В		Сопротивление резистора блока, Мом	Входное сопротивление вольтметра, Мом	
	U_1	U_2		паспортное	измеренное
ВЗ-57					
Щ4313					

4.1.2. Измерение входного сопротивления вольтметра прибора Щ4313 произвести при следующих параметрах выходного напряжения генератора ГЗ-109: $F=45$ Гц, $U=4$ В, установив предел измерений, равный 5 В, по методике, изложенной в п.4.1.1. Результаты измерений и расчетов свести в табл. 1.

4.1.3. Рассчитать случайную составляющую относительной погрешности косвенного измерения входного сопротивления микровольтметра ВЗ-57 и вольтметра прибора Щ4313, используя данные п.4.1.1, 4.1.2. и формулу, полученную при

подготовке к лабораторной работе при условии, что среднеквадратические отклонения случайной составляющей относительной погрешности измерения напряжений U_1 и U_2 равны $\delta_{U_1} = \delta_{U_2} = 0,02$, а среднеквадратическое отклонение случайной составляющей относительной погрешности измерения сопротивления резисторов составляет $\delta_R = 0,05$. Считать приведенные выше погрешности некоррелированными.

4.2. Исследование влияния частоты сигнала на показания микровольтметра ВЗ-57 и вольтметра прибора Щ4313.

4.2.1. Подключить ко входу микровольтметра ВЗ-57 генератор Г4-102. Установить предел измерения напряжения на ВЗ-57, равный 1В. Органами управления выходного напряжения Г4-102 добиться показания ВЗ-57 на частоте 100 кГц, равного 0,5 В. Изменяя частоту генератора Г4-102 в диапазоне от 0,1 МГц до 10 МГц, произвести отсчеты напряжений по шкале микровольтметра ВЗ-57. Результаты измерений свести в табл. 2.

Таблица 2

ВЗ-57	f, МГц	
	U, В	
Щ4313	f, МГц	
	U, В	

По результатам табл. 2 построить зависимости $U(f)$.

4.2.2. Аналогичные измерения произвести вольтметром прибора Щ4313 на пределе измерения напряжения, равном 5 В, в диапазоне частот от 0,1 МГц до 0,5 МГц. Результаты измерений свести в табл.2.

4.3. Поверка стрелочного микровольтметра ВЗ-57 по цифровому Щ4313 методом сличения.

Подключить оба вольтметра к генератору ГЗ-109. Настроить генератор на частоту 1 кГц. Установить предел измерения напряжения у ВЗ-57 и Щ4313 соответственно 3 В и 5 В. Поверку провести в точке 2 В на установленном пределе стрелочного

микровольтметра ВЗ-57. Для этого плавно изменять выходное напряжение генератора со стороны меньших значений от 1 В до получения 2 В по стрелочному микровольтметру («ход вверх»). Измерить это напряжение прибором Ц4313. Прodelать эти операции 10 раз.

Аналогично получить данные для «хода вниз», начиная со значения 3 В до 2 В. Результаты свести в табл.3.

Таблица 3

Показания вольтметров		Погрешность единичных измерений		Среднее значение погрешности измерений		Оценка систематич. погрешности поверяемого вольтметра	Оценка среднекв. отклонения случайной погрешности поверяемого вольтметра	Оценка вариации	
Поверяемого, В	Образцового, В		$\Delta_{ВВ}, В$	$\Delta_{ВН}, В$	$\bar{\Delta}_{ВВ}, В$	$\bar{\Delta}_{ВН}, В$	$\hat{\Delta}_c, В$	$\hat{\sigma}_\Delta, В$	$\hat{V}, В$
	ход вверх	ход вниз	ход вверх	ход вниз	ход вверх	ход вниз			

Рассчитать оценки погрешностей поверяемого микровольтметра ВЗ-57:

■ оценка систематической погрешности определяется по формуле:

$$\hat{\Delta}_c = \frac{1}{2} (\bar{\Delta}_{ВВ} + \bar{\Delta}_{ВН}),$$

где

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{\Delta}_{ВВ} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta_{ВВ_i} \\ \bar{\Delta}_{ВН} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta_{ВН_i} \end{array} \right., \quad n=10;$$

- оценка среднеквадратического отклонения случайной погрешности определяется по формуле:

$$\hat{\sigma}_{\Delta} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta_{\text{ВВ}i} - \bar{\Delta}_{\text{ВВ}})^2 + \sum_{i=1}^n (\Delta_{\text{ВН}i} - \bar{\Delta}_{\text{ВН}})^2}{2n-1}};$$

- оценка вариации определяется по формуле:

$$\hat{\mathbf{B}} = |\bar{\Delta}_{\text{ВВ}} - \bar{\Delta}_{\text{ВН}}|.$$

5. Содержание отчета.

5.1. Результаты расчетов, проведенных при подготовке к работе.

5.2. Таблицы с результатами измерений и расчетов, проведенных по ним.

5.3. Анализ результатов эксперимента и выводы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Метрология и электро/радиоизмерения в телекоммуникационных системах. Под ред. проф. В.И.Нефедова. – М.: Высшая школа, 2001.
2. Мирский Г.Я. Радиоэлектронные измерения. - М: Энергия, 1975.
3. Мирский Г.Я. Электронные измерения. - М: Радио и связь, 1986.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Поверка генератора высокой частоты

1. Цель работы.

1.1. Изучение принципа действия измерительного генератора высокой частоты.

1.2. Приобретение практических навыков работы с генераторами типа Г4-102 и поверки прибора по ряду параметров.

2. Подготовка к работе.

2.1. Усвоить теоретический материал «Измерительные генераторы» по [1] и «Измерительные генераторы высоких частот» по [2,3].

2.2. Рассчитать амплитуду напряжения выходного сигнала генератора высокой частоты на нагрузке 30 Ом, если выходное сопротивление генератора 50 Ом, а показание внутреннего отсчетного устройства соответствует 1 мВ (действующее значение).

2.3. Изучить принцип действия, структурную схему, технические характеристики и назначение основных органов управления исследуемого генератора, используя электронную версию технического описания.

2.4. Ознакомиться с составом лабораторной установки, заданием на лабораторную работу и усвоить порядок ее выполнения.

3. Контрольно-измерительная аппаратура.

3.1. Генератор высокочастотный Г4-102.

3.2. Электронный частотомер ЧЗ-38.

3.3. Осциллограф универсальный С1-65.

3.4. Анализатор спектра С4-25.

3.5. Милливольтметр ВЗ-39.

4. Порядок выполнения лабораторной работы.

4.1. Измерение значений граничных частот поддиапазонов и определение запаса по частоте на краях поддиапазонов.

Подключить к выходу « μV » генератора Г4-102 через 50-омную нагрузку частотомер ЧЗ-38. Измерение граничных частот и запаса по частоте произвести в 1-6 поддиапазонах генератора. Результаты измерений свести в табл.4.

Таблица 4

Поддиапазон	Значение граничных частот, МГц		Величина запаса по частоте, МГц	Величина запаса по частоте, %		Паспортное значение запаса по частоте, %
	f_{\min}	f_{\max}				

4.2. Измерение основной погрешности установки частоты.

Схема соединений приборов такая же, как в п.4.1.

Измерения проводить в 1-6 поддиапазонах не менее, чем на трех частотах каждого поддиапазона. Результаты измерений свести в табл.5.

Таблица 5

Поддиапазон	Значение частот $f_{\text{ном}}$, МГц			Значение частот $f_{\text{изм}}$, МГц			Погрешность $\delta_f = \frac{f_{\text{ном}} - f_{\text{изм}}}{f_{\text{изм}}} 100\%$			Паспортное значение погрешности δ_f , %
	$f_{1\text{ном}}$	$f_{2\text{ном}}$	$f_{3\text{ном}}$	$f_{1\text{изм}}$	$f_{2\text{изм}}$	$f_{3\text{изм}}$	δ_{f1}	δ_{f2}	δ_{f3}	

4.3. Измерение погрешности установки опорного напряжения.

Подключить к выходу « μV » генератора Г4-102 через 50-омную нагрузку милливольтметр ВЗ-39, установить аттенуатор генератора в положение, соответствующее выходному напряжению $U_{\text{ном}} = 5 \times 10^5$ мкВ. Измерение погрешности установки опорного напряжения произвести не менее, чем в 3 точках одного из поддиапазонов. Результаты свести в табл.6.

Таблица 6

Частота, МГц	Измеренное напряжение $U_{\text{изм}}$, В	Погрешность $\delta_u = 20 \lg \frac{U_{\text{ном}}}{U_{\text{изм}}}$, дБ	Паспортное значение погрешности δ_u , дБ

4.4. Измерение коэффициента гармоник выходного сигнала.

Подключить к выходу « μV » генератора Г4-102 через 50-омную нагрузку анализатор спектра С4-25. С помощью ручек спектроанализатора «ОТСЧЕТ АМПЛИТУД ДБ» измерить амплитуды второй, третьей и четвертой гармоник относительно первой гармоники не менее, чем на трех частотах диапазона. Результаты измерений свести в табл.7.

Таблица 7

Частота, МГц	Измеренные значения относительных амплитуд гармоник, дБ			Измеренные значения коэффициентов гармоник, дБ			Паспортное значение коэффициента гармоник K_f , дБ
	$U_{m2 \text{ отн}}$	$U_{m3 \text{ отн}}$	$U_{m4 \text{ отн}}$	K_{f2}	K_{f3}	K_{f4}	

4.5. Определение основной погрешности установленного коэффициента глубины амплитудной модуляции.

Подключить к выходу « μV » генератора Г4-102 осциллограф С1-65, с помощью которого измерять коэффициент глубины модуляции не менее, чем на трех частотах диапазона генератора и не менее, чем на пяти значениях глубины модуляции, включая точки 10, 80. Результаты свести в табл.8.

Таблица 8

Частота, МГц	Установленные значения коэффициента глубины амплитудной модуляции $M_{\text{НОМ}}$, %	Измеренные значения коэффициента глубины амплитудной модуляции, $M_{\text{ИЗМ}}$, %	Погрешность коэффициента глубины амплитудной модуляции $\Delta M = M_{\text{НОМ}} - M_{\text{ИЗМ}}$, %	Паспортное значение погрешности коэффициента глубины амплитудной модуляции ΔM , %

5. Содержание отчета.

5.1. Расчеты, проведенные при подготовке к работе.

5.2. Таблицы с данными измерений и расчетов.

5.3. Анализ результатов эксперимента и расчетов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Метрология и электро/радиоизмерения в телекоммуникационных системах.
/Под ред проф. В.И.Нефедова. – М.: Высшая школа, 2001.
2. Мирский Г.Я. Радиоэлектронные измерения. - М.: Энергия, 1975.
3. Мирский Г.Я. Электронные измерения. - М.: Радио и связь, 1986.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Исследование формы напряжения сигналов электронно-лучевым осциллографом.

1. Цель работы.

1.1. Изучение принципа действия электронно-лучевого осциллографа.

1.2. Приобретение практических навыков работы с осциллографами типа С1-65.

2. Подготовка к работе.

2.1. Усвоить теоретический материал «Исследование формы и параметров сигнала» по [1] и «Исследование формы напряжения» по [2,3].

2.2. Нарисовать осциллограмму колебания, если на вход осциллографа подается синусоидальный сигнал с частотой 125 кГц, а длительность прямого хода развертки 20 мкс.

2.3. Определить относительную погрешность воспроизведения амплитуды импульсов на экране осциллографа, если он имеет входное сопротивление 1 Мом, а генератор импульсов, подключаемый к осциллографу, имеет выходное сопротивление 50 кОм.

2.4. Изучить принцип действия, назначение органов управления, основные технические характеристики и инструкцию по эксплуатации электронно-лучевого осциллографа С1-65, используя электронную версию технического описания.

2.5. Ознакомиться с составом лабораторной установки, заданием на лабораторную работу и усвоить порядок ее выполнения.

3. Контрольно-измерительная аппаратура.

3.1. Электронно-лучевой осциллограф С1-65.

3.2. Генератор низкочастотный ГЗ-109.

3.3. Генератор импульсов Г5-54.

4. Порядок выполнения лабораторной работы.

4.1. Калибровка осциллографа.

Включить осциллограф в сеть и провести все необходимые операции согласно инструкции по эксплуатации.

4.2. Наблюдение на экране осциллографа кривой напряжения низкочастотного синусоидального сигнала, измерение амплитуды и периода этого сигнала.

Подключить к выходу генератора Г3-109 вход канала Y осциллографа. Получить на выходе генератора синусоидальное напряжение с параметрами $U=1$ В, $F=1$ кГц, пользуясь отсчетными устройствами генератора. Получить на экране устойчивое изображение одного периода исследуемого напряжения при внутренней синхронизации. Измерить амплитуду и период этого напряжения в делениях масштабной сетки на экране ЭЛТ. Зарисовать в масштабе полученное изображение (по осям отложить деления масштабной сетки), указав значения коэффициентов развертки и отклонения, при которых получено изображение. Рассчитать и сравнить измеренные параметры сигнала с установленными на генераторе.

Не меняя параметров сигнала генератора, получить устойчивое изображение двух, а затем пяти периодов синусоидального напряжения. Зарисовать осциллограммы, указав коэффициенты развертки и отклонения, при которых они получены. Сделать заключение о влиянии коэффициента развертки на вид осциллограммы.

4.3. Наблюдение на экране осциллографа импульсных сигналов, измерение их параметров.

Подключить вход канала Y осциллографа к выходу основных импульсов генератора Г5-54. Выставить на генераторе Г5-54 следующие параметры импульсной последовательности: амплитуда 2 В, длительность импульсов 50 мкс, частота повторения 10 кГц, полярность положительная. Прodelать те же опыты, что и в п.4.2.

Уменьшить длительность импульсов до 1 мкс, остальные параметры оставить прежними. Получить устойчивое изображение в режиме внутренней синхронизации. Изменяя коэффициент развертки, добиться того, чтобы ширина изображения импульса составляла примерно половину длины масштабной сетки экрана. Измерить длительности импульса (на уровне $0,5 U_m$), фронта и среза, амплитуду. Зарисовать осциллограмму.

Перейти к режиму внешней синхронизации. Для этого соединить гнездо ВНЕШ.ВХОД X внешней синхронизации осциллографа с выходом синхронизирующих импульсов генератора Г5-54. Установить на генераторе временной сдвиг между основным и синхронизирующим импульсами, равный 1 мкс. Получить устойчивое изображение импульса. Зарисовать осциллограмму и сравнить ее с осциллограммой импульса, полученной в режиме внутренней синхронизации. Измерить временной

интервал от момента начала развертки до начала импульса и сравнить с временным сдвигом, установленным на генераторе Г5-54.

5. Содержание отчета.

5.1. Расчеты, проведенные при подготовке к работе.

5.2. Осциллограммы и результаты измерений.

5.3. Анализ результатов эксперимента и выводы по работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Метрология и электро/радиоизмерения в телекоммуникационных системах. Под ред. проф. В.И.Нефедова. – М.: Высшая школа, 2001.
2. Мирский Г.Я. Радиоэлектронные измерения. - М.: Энергия, 1975.
3. Мирский Г.Я. Электронные измерения. - М.: Радио и связь, 1986.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Измерение частоты и интервалов времени

1. Цель работы

1.1. Овладеть основными методами измерения частоты и интервалов времени.

1.2. Получить навыки работы с частотно-измерительной аппаратурой.

1.3. Научиться оценивать погрешности результатов измерений.

2. Подготовка к работе

2.1. Усвоить теоретический материал «Измерение частоты и интервалов времени» по [1] и «Измерение интервалов времени и фазовых сдвигов», «Измерение частоты» по [2].

2.2. Изучить принцип действия, назначение основных органов управления, основные технические характеристики электронно-счетного частотомера ЧЗ-38, ознакомится с инструкцией по эксплуатации, используя электронную версию технического описания частотомера.

2.3. Усвоить программу и порядок выполнения лабораторной работы.

3. Контрольно-измерительная аппаратура.

3.1 Генераторы низкочастотные ГЗ-118 и ГЗ-109.

3.2. Частотомер электронно-счетный ЧЗ-38.

3.3. Осциллограф С1-48.

4. Порядок выполнения работы.

4.1. Измерить частоту выходного напряжения измерительного генератора ГЗ-109 методом интерференционных фигур, установив частоту генератора ГЗ-109 равной 0,6 кГц.

В качестве образцового использовать генератор ГЗ-118, на котором установить частоту 0,6 кГц.

Схема соединений приборов представлена на рис. 1.



Рис.1. Схема соединений приборов при измерении частоты методом интерференционных фигур

Перестраивая частоту генератора ГЗ-118 около первоначально установленного значения частоты, добиться почти неподвижной фигуры Лиссажу на экране осциллографа. Определить количество точек пересечения полученной фигуры с горизонтальной и вертикальной осями координатной сетки осциллографа. Рассчитать значение частоты выходного напряжения генератора ГЗ-109.

Проделать аналогичные операции на следующих частотах генератора ГЗ-109: 0,3; 0,2; 0,4; 1,2; 1,8; 0,9 кГц.

Результаты наблюдений и расчетов занести в табл.9.

Таблица 9

Частота образцового генератора ГЗ-118 $f_{обр.}$, кГц.	Вид осциллограммы	Частота, измеренная с использованием осциллограммы $f_{изм.}$, кГц.

4.2. Измерить частоту выходного напряжения измерительного генератора ГЗ-109 методом дискретного счета, используя частотомер ЧЗ-38 и установив частоты генератора ГЗ-109: 1,5; 5; 50; 150 кГц; напряжение генератора 1 В.

Время измерения на частотомере установить равным 1 с.

Результаты измерений занести в табл. 10.

4.3. Измерить частоту выходного напряжения измерительного генератора ГЗ-109 методом дискретного счета, используя частотомер ЧЗ-38 в режиме «Отношение частот F_B / F_A » и установив частоты генератора ГЗ-109: 3, 5, 6, 10, 15, 20 кГц.

Таблица 10

Частота, установленная по отсчетному устройству измерительного генератора ГЗ-109 f_y , кГц	Частота, измеренная частотомером $f_{изм.}$, кГц	Абсолютная погрешность градуировки шкалы отсчетного устройства измерительного генератора ГЗ-109 $\Delta = f_y - f_{изм.} $, кГц	Относительная погрешность градуировки шкалы $\delta = \frac{\Delta}{f_{изм.}} \cdot 100, \%$

В качестве образцовой использовать частоту генератора ГЗ-118 $f_{обр.}=30$ кГц, которую вначале необходимо проконтролировать частотомером. Выходное напряжение генераторов установить равным 1 В, время измерения на частотомере установить равным 0,1 с.

Результат измерений и расчетов свести в табл. 11.

Таблица 11

Частота, устанавливаемая по отсчетному устройству измерительного генератора ГЗ-109 f_y , кГц.	Расчетное отношение частот $n = \frac{f_{обр.}}{f_y}$	Измеренное отношение частот $n_{изм.} = \frac{f_{обр.}}{f_{изм.}}$	Относительная погрешность градуировки шкалы измерительного генератора ГЗ-109 $\delta = \left \frac{n_{изм.}}{n} - 1 \right 100, \%$	Измеренное значение частоты $f_{изм.} = \frac{n}{n_{изм.}} \cdot f_y$, кГц.

4.4. Измерить частоту выходного напряжения измерительного генератора ГЗ-109 косвенным методом с использованием прямого измерения периода с помощью осциллографа, установив частоты: 1, 5, 10, 40 кГц; напряжение генератора 1 В.

Коэффициент развертки осциллографа устанавливать таким, чтобы осциллограмма одного колебания напряжения генератора занимала большую часть экрана осциллографа.

Результаты измерений расчетов свести в табл. 12.

Таблица 12

Частота измерительного генератора ГЗ-109, измеренная с помощью частотомера $f_{изм.}^ч$, кГц.	Период колебаний измерительного генератора ГЗ-109, измеренный осциллографом $T_{изм.}^0$, мс.	Частота измерительного генератора ГЗ-109, рассчитанная по периоду $f_{изм.}^0 = \frac{1}{T_{изм.}^0}$, кГц.	Относительная погрешность измерения частоты с использованием осциллографа $\delta = \frac{ f_{изм.}^ч - f_{изм.}^0 }{f_{изм.}^ч} \cdot 100\%$

4.5. Измерить период колебаний выходного напряжения измерительного генератора ГЗ-109 методом дискретного счета, используя частотомер ЧЗ-38 и установив частоты генератора: 1 и 5 кГц; напряжение генератора 1 В, для трех случаев:

- метки времени – 10 мкс;
множитель периода – 1;
- метки времени – 1 мкс;
множитель периода – 1,
- метки времени – 1 мкс,
множитель периода – 10.

Результаты измерений свести в табл. 13.

Таблица 13

Частота, установленная по отсчетному устройству генератора ГЗ-109 f_y , кГц.	Период колебаний генератора ГЗ-109, рассчитанный по установленной частоте T_y , мс.	Период колебаний генератора, измеренный частотомером $T_{изм.}$, мс.		
		1 сл.	2 сл.	3 сл.

ЛИТЕРАТУРА

1. Метрология и электро/радиоизмерения в телекоммуникационных системах. Под ред. проф. В.И. Нефедова.-М.: Высшая школа, 2001.
2. Мирский Г.Я. Радиоэлектронные измерения.-М.: Энергия, 1975.

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РФ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Кафедра основ радиотехники и защиты информации

А.А. Илюхин

**МЕТРОЛОГИЯ И ЭЛЕКТРОРАДИОИЗМЕРЕНИЯ В
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

ПОСОБИЕ

к выполнению лабораторных работ №№ 1-4
для студентов специальности 090106

Данное пособие издается в соответствии с учебным планом для студентов специальности 090106.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 28.03.06г. и методического совета ФАСК по специальности 090106 28.04.06г.