

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

*Кафедра конструирования узлов и деталей РЭА (КУДР)*

**Н.И. Кузбных**

**ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ И ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ  
ОТЧЕТОВ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ**

*Методические указания по оформлению отчетов по  
лабораторным работам для студентов всех специальностей*

**2012**

**СОДЕРЖАНИЕ**

1	ВВЕДЕНИЕ.....	3
2	ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ.....	3
3	ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА.....	4
3.1	Титульный лист.....	4
3.2	Введение.....	4
3.3	Описание лабораторной установки .....	4
3.4	Содержание и результаты исследовательской работы.....	5
3.4.1	Общие рекомендации.....	5
3.4.2	Предварительные расчеты и поиск справочных данных.....	5
3.4.3	Проведение исследований (измерений).....	5
3.4.4	Обработка результатов исследований (измерений).....	6
3.4.5	Оформление графиков .....	6
3.5	Содержание и результаты аналитических расчетов.....	6
3.6	Выводы .....	7
	СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	7
	ПРИЛОЖЕНИЕ А. ПРИМЕР ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ.....	8
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ РАЗДЕЛА «СОДЕРЖА- НИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ»	9
	ПРИЛОЖЕНИЕ В. ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ РАЗДЕЛА «СОДЕРЖА- НИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ».....	11

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Разработка данных методических указаний обусловлена следующими обстоятельствами. Во-первых, изданные в 1991 г. методические указания [1] уже устарели и не отвечают изменившимся требованиям. Во-вторых, сформулированные в [1] требования на большинстве кафедр университета не выполняются. Так на общих кафедрах требования к оформлению отчетов по лабораторным работам, выполняемым по общеобразовательным дисциплинам (физика, химия, теоретическая механика и т.д.), весьма специфичны и, как правило, не соответствуют требованиям стандартов, что дезориентирует студентов младших курсов. Будущие же инженеры должны изучать правила оформления технической документации и соблюдать требования стандартов.

Настоящие методические указания содержат основные требования к оформлению отчетов по лабораторным работам, выполняемым в лабораториях кафедры КУДР, согласно стандартам ЕСКД. Соблюдение этих требований поможет студентам получить первые навыки в оформлении текстовых конструкторских документов, что в дальнейшем весьма пригодится при оформлении пояснительных записок при выполнении курсовых работ и проектов, дипломных проектов и выпускных квалификационных работ.

## 2 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.1 Отчет по лабораторной работе **является обязательным документом**, подтверждающим выполнение работы в полном объеме, и должен быть оформлен и защищен каждым студентом самостоятельно в установленное время. Допускается представление одного отчета на бригаду при условии, что студенты в процессе выполнения работы показали хорошую теоретическую подготовку, провели исследовательскую и расчетную часть на хорошем уровне, оформили отчет в соответствии с настоящими требованиями и представили его в течение занятия.

2.2 Отчет приравнивается к текстовому документу и должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 [1] и ОС ТУСУР 6.1-97\* [2]. Отчет должен иметь титульный лист и содержать следующие разделы:

- 1 Введение,
- 2 Описание лабораторной установки,
- 3 Содержание и результаты исследовательской работы,
- 4 Содержание и результаты аналитических расчетов,
- 5 Выводы.

2.3 Отчет выполняется на обеих сторонах листов бумаги формата А4 или тетрадных листах и должен быть сброшюрован (скреплен степлером или другим способом). Текст отчета выполняется в рукописном варианте темными чернилами четким и разборчивым почерком или в машинописном варианте – шрифт 14. Высота букв в рукописном варианте должна быть не менее 3...5 мм. Структурно отчет должен быть поделен на разделы (см. пункт 2.2).

2.4 Разделы являются основными структурными элементами отчета. Они обязательно выделяются заголовками, которые нумеруются арабскими цифрами и отделяются от текста дополнительными интервалами. Переносы в заголовках не допускаются. Точки после номера и в конце заголовка не ставятся. В отчете допускается не переносить начало раздела на новую страницу.

При необходимости разделы делятся на подразделы и пункты или только на пункты. Подразделы, как и разделы, должны иметь заголовки и нумерацию. Нумерация подразделов двузначная – номер раздела и номер подраздела, разделенных точкой, например, 3.2 – второй подраздел третьего раздела. Если раздел поделен только на пункты, то они нумеруются, как и подразделы, но заголовки отсутствуют (см. оформление данного раздела). Если подраздел делится на пункты, то они должны иметь трехзначную нумерацию, например, 3.2.1 – первый пункт второго подраздела, третьего раздела. При этом пункт может иметь заголовок.

Не допускается оформление заголовков в отрыве от текста, то есть после заголовка должен следовать текст (раздела, подраздела, пункта).

2.5 Все таблицы, рисунки и формулы нумеруются в пределах разделов и должны иметь двузначную нумерацию. Таблицы подписываются сверху, а рисунки снизу. Номера формул заключаются в круглые скобки и размещаются по правому краю поля листа.

## **3 ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА**

### **3.1 Титульный лист**

Титульный лист должен содержать: наименования министерства (ведомства), вуза и кафедры; наименование выполняемой лабораторной работы и дисциплины; должность, фамилию и инициалы преподавателя; номер группы, фамилии, инициалы и подписи студентов; дату и год. Пример оформления титульного листа представлен в приложении А.

### **3.2 Введение**

Во введении должны быть четко сформулированы цели и задачи выполняемой работы (см. в [4]).

### **3.3 Описание лабораторной установки**

В данном разделе должны быть приведены сведения о составе лабораторной установки и о лабораторном макете или объекте исследования. Лабораторная установка может быть представлена структурной, функциональной, электрической схемой или кратким описанием основных характеристик измерительных приборов и устройств, используемых в лабораторной работе (см. раздел «Описание лабораторной установки» в [4]).

В обязательном порядке должно быть приведено описание лабораторного макета: конструкция макета, конструктивные особенности и технические характеристики или паспортные данные объектов исследования и т.д. Если технические характеристики (параметры) необходимо определить в процессе выполнения работы, то в данном разделе необходимо сделать ссылку на таблицу или структурную единицу, где эти данные будут приведены.

### **3.4 Содержание и результаты исследовательской работы**

#### **3.4.1 Общие рекомендации**

Это наиболее трудоемкий раздел отчета. В нем должны быть приведены:

- подготовка к проведению исследований (измерений);
- методика экспериментальных исследований;
- результаты исследований (измерений), сведенные в таблицы;
- расчеты необходимых параметров и характеристик по результатам измерений;
- обработка результатов исследований в виде графиков и характеристик.

Рекомендуется этот раздел структурировать на подразделы и/или пункты. Каждый пункт начинается с пояснения, что предстоит сделать, куда внести результаты и т.д. (см. раздел «Порядок/программа выполнения работы» в [4]).

#### **3.4.2 Предварительные расчеты и поиск справочных данных**

Если в работе предусмотрен **предварительный расчет**, то поясняется, что рассчитывается и по какой формуле. Далее с новой строки приводится формула и расшифровка введенных в нее условных обозначений. Формула центрируется и номеруется в пределах раздела. Номер заключается в круглые скобки и размещается по правому полю текста. После этого, опять с новой строки, подставляются в формулу числовые значения в порядке следования условных обозначений, ставится знак равенства, записывается результат расчета и через пробел указывается размерность (см. приложение Б, пункт 3.1).

Если в работе предусмотрен предварительный **поиск справочных (паспортных) данных** об объектах исследования (радиокомпонентах), то после пояснительного текста составляется таблица, номеруется в пределах раздела и подписывается. В пояснительном тексте обязательно должна быть ссылка на эту таблицу. Таблица подписывается сверху, например: Таблица 3.1 – Паспортные характеристики исследуемых резисторов (см. приложение Б, пункты 3.2 и 3.3).

#### **3.4.3 Проведение исследований (измерений)**

Процесс исследований (измерений) должен обязательно сопровождаться пояснительным текстом и ссылкой на таблицу, куда вносятся результаты измерений. При этом таблица, по возможности, располагается сразу после поясни-

тельного текста, номеруется и подписывается (см. приложение Б, пункт 3.4). Исследовательская часть, как правило, разделяется на пункты.

#### ***3.4.4 Обработка результатов исследований (измерений)***

Если по результатам измерений необходимо дополнительно рассчитать какие-либо параметры, то после таблицы (или перед таблицей) в отдельном пункте дается пояснение к этому расчету и приводится пример расчета для одного опыта/измерения/элемента – приводятся формула, расшифровка, числовые значения, результат и размерность (см. пункт 3.4.2). При групповом расчете далее может следовать фраза: “Аналогично рассчитываем для других опытов/измерений/элементов, результаты вносим в таблицу ... (номер таблицы)” (см. приложение Б, пункт 3.5).

Если в работе предусмотрено исследование каких-либо процессов, то после результатов измерений и расчетов (при наличии таковых) строятся графики этих зависимостей, предварительно оговорив свои действия (см. приложение Б, пункт 3.6).

#### ***3.4.5 Оформление графиков***

Графики располагаются сразу после пояснительного текста, номеруются и подписываются под рисунком, например: Рисунок 3.1 – Зависимости индуктивности и добротности от диаметра катушки (см. приложение Б, пункт 3.6). Оси графиков должны быть проградуированы, подписаны и указана размерность. Градуировать оси следует в пределах вариации (изменения) соответствующей физической величины в проведенных исследованиях. Масштаб графиков должен быть достаточным, чтобы позволял без труда выявить характерные особенности исследуемых процессов. Если исследуется несколько зависимостей при изменении одного аргумента, то рекомендуется приводить их на одном рисунке. При этом для каждой зависимости по оси ординат должна быть построена своя ось в соответствующем масштабе, а графики подписаны. При построении графиков на рисунок сначала должны быть нанесены экспериментальные точки (крестики, звездочки, точки и т.д.), а затем соединены плавной кривой. При этом возможно выпадение отдельных точек из общей закономерности из-за неточности измерений или расчетов.

### **3.5 Содержание и результаты аналитических расчетов**

Данный раздел должен начинаться с заголовка, раскрывающего основную цель расчетов, например: Расчет индуктивности, добротности и собственной емкости ВКИ-6.

Расчетную часть рекомендуется разделить на подразделы и пункты или только пункты согласно методике, приведенной в данных методических указаниях [4]. Подразделы должны иметь двузначный номер и заголовок, который

отделяется от текста дополнительными интервалами. Нумерация пунктов будет состоять при наличии подразделов из трех цифр – номеров раздела, подраздела и пункта, например: 4.1.1, 4.1.2 и т.д. При делении раздела на пункты их номера будут состоять из двух цифр – номера раздела и номера пункта, разделенных точкой, например: 4.1, 4.2, 4.3 и т.д. В данном случае пункты не имеют заголовков. Вместо них приводятся пояснения к предстоящим действиям.

Расчеты оформляются согласно рекомендациям, приведенным в пункте 3.4.2 (см. приложение В).

### **3.6 Выводы**

В выводах должен быть проведен критический анализ результатов исследований и расчетов. В них необходимо отразить следующие моменты.

1) Объяснить физическую сущность исследованных процессов и отметить насколько близко соответствуют полученные результаты исследований теоретическим положениям. Если имеют место существенные отклонения от ожидаемых результатов, то постараться объяснить вероятные причины. Оценить корректность проведенных исследований.

2) Оценить качество исследованных радиокомпонентов или радиоматериалов, выделив положительные и негативные свойства их. Указать возможные области применения исследованных радиокомпонентов или радиоматериалов и пути улучшения их свойств.

3) Сравнить результаты аналитических расчетов (раздел 4) с экспериментальными данными. Оценить точность методики расчета и измерений.

Раздел рекомендуется разделить на пункты (см. пункт 2.4), в каждом из которых следует провести анализ по одному из приведенных выше пунктов.

## **СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1 Славников В.С. Общие требования и правила оформления отчета по лабораторной работе: Методические указания для студентов всех курсов и всех специальностей. – Томск: ТИАСУР, 1991. – 14 с.

2 ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.

3 ОС ТУСУР 6.1-97\* Работы студенческие учебные и выпускные квалификационные. Общие требования и правила оформления.

4 Методические указания по выполнению лабораторной работы.

5 Кузбных Н.И. Исследование высокочастотных катушек индуктивности: Методические указания по выполнению лабораторной работы. – Томск: ТУСУР, 2007. – 25 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А****ПРИМЕР ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ОТЧЕТА  
ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ**

Министерство образования и науки Российской Федерации

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

*Кафедра конструирования узлов и деталей РЭА (КУДР)*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ  
КАТУШЕК ИНДУКТИВНОСТИ**

*Отчет по лабораторной работе по дисциплине  
«Перспективная элементная база РЭС»*

Преподаватель  
Доцент каф. КУДР  
Кузнецов В.В. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(Подпись, дата)

Студенты гр. 239-2  
Иванов А.Н. \_\_\_\_\_  
Петров В.И. \_\_\_\_\_  
Сидоров П.Г. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(Подписи, дата)



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ РАЗДЕЛА «СОДЕРЖАНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ»

#### 3 СОДЕРЖАНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

3.1 Рассчитываем величину напряжения переменной составляющей  $U_1$ , соответствующую индукции  $B_m = 0,05 \text{ Тл}$  по формуле

$$U_1 = 4,44 \cdot f_{II} \cdot W \cdot B_m \cdot Q_C \cdot K_C, \quad (3.1)$$

где  $f_{II}$  – частота пульсаций напряжения на дросселе (задается преподавателем);

$W$  – число витков обмотки дросселя;

$Q_C$  – сечение керна сердечника;

$K_C$  – коэффициент заполнения сечения сердечника магнитным материалом.

$$U_1 = 4,44 \cdot 800 \cdot 600 \cdot 0,05 \cdot 1,9 \cdot 10^{-4} \cdot 0,9 = 18,2 \text{ В.}$$

3.2 Определяем тип, номинальное сопротивление  $R_H$ , допуск  $\delta R_H$ , номинальную мощность  $P_H$  и ТКС ( $\alpha_R$ ) исследуемых резисторов, используя маркировку на резисторах и справочники [4-7]. Данные вносим в таблицу 3.1.

3.3 Рассчитываем предельно допустимое рабочее напряжение  $U_{PP}$  по формуле (3.2) и вносим в таблицу 3.1.

$$U_{PP} = \sqrt{P_H \cdot R_H} = \sqrt{1 \cdot 3,3 \cdot 10^3} = 57,4 \text{ В.} \quad (3.2)$$

Таблица 3.1 – Паспортные характеристики исследуемых резисторов

Номер и тип резистора	Паспортные параметры резисторов					Материал резистивного элемента
	$R_H, \text{ Ом}$	$\delta R_H, \%$	$P_H, \text{ Вт}$	$\alpha_R \cdot 10^6, \text{ К}^{-1}$	$U_{PP}, \text{ В}$	
1 С2-33Н	$3,3 \cdot 10^3$	$\pm 10$	1,0	$\pm 100 \dots \pm 1500$	57,4	Металло-диэлектрик
2						
3						
...	...	...	...	...	...	...
10						

3.4 Исследуем влияние величины немагнитного зазора  $\delta$  и поддиагничивания (тока  $I_0$ ) на величину индуктивности сглаживающего дросселя  $L$ . Изменяя толщину немагнитного зазора с помощью прокладок и удерживая постоянной величину переменной составляющей напряжения  $U_1 = 18,2 \text{ В}$ , снимаем зависимости  $U_2(\delta)$  при  $I_0 = I_{0H}$  и  $I_0 = 0,5 \cdot I_{0H}$ . Результаты измерений заносим в таблицу 3.2.

3.5 Рассчитываем величину индуктивности СД по формуле (3.3). Результаты вносим в таблицу 3.2.

$$L = \frac{U_1 \cdot R_0}{2\pi \cdot f_{II} \cdot U_2}, \quad (3.3)$$

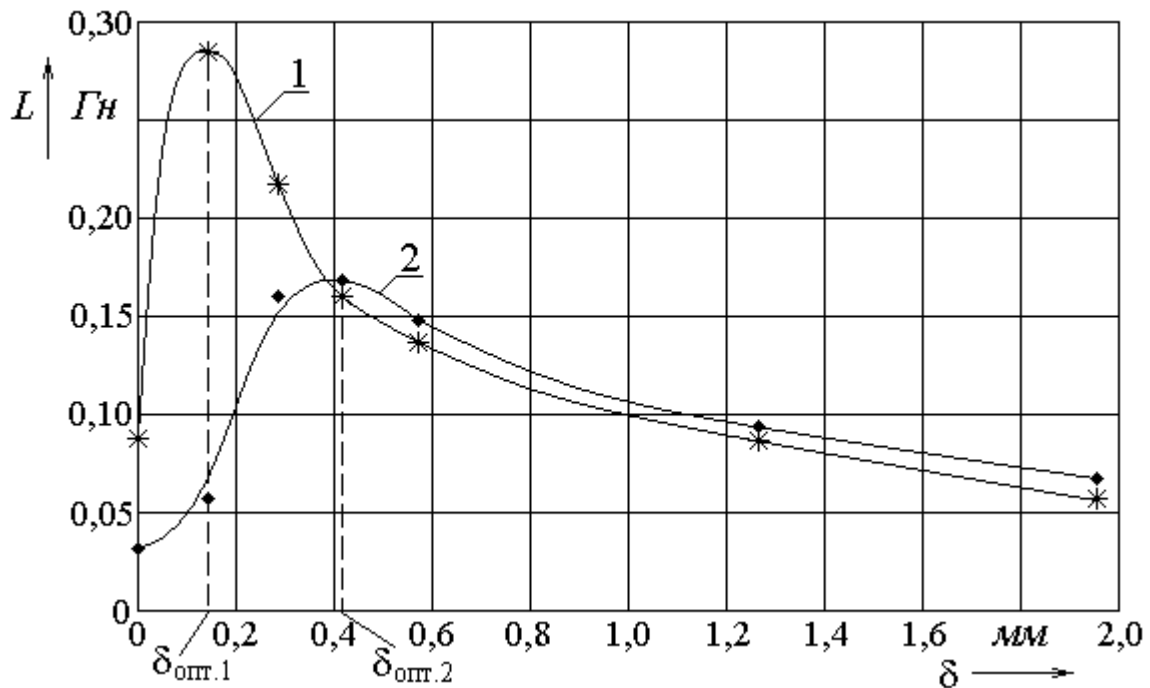
где  $R_0 = 10 \text{ Ом}$  – сопротивление шунта.

$$L = \frac{18,2 \cdot 10}{2\pi \cdot 800 \cdot 0,42} = 0,086 \text{ В.}$$

Таблица 3.2 – Результаты исследований изменения индуктивности СД  $L$  от величины зазора  $\delta$  при  $U_1 = 18,2 \text{ В}$  и различных токах подмагничивания  $I_0$

$\delta, \text{ мм}$	0,0	0,14	0,28	0,42	0,56	1,24	1,92	Примечания
$U_2, \text{ В}$	0,42	0,13	0,17	0,23	0,27	0,42	0,65	$I_0 = 0,5 \cdot I_{0H} =$
$L, \text{ Гн}$	0,086	0,279	0,213	0,157	0,134	0,086	0,056	
$U_2, \text{ В}$	1,15	0,65	0,23	0,22	0,25	0,39	0,55	$I_0 = I_{0H} =$
$L, \text{ Гн}$	0,031	0,056	0,157	0,165	0,145	0,092	0,066	

3.6 По результатам исследований (таблица 3.2) строим зависимости индуктивности  $L$  от величины немагнитного зазора  $\delta$  при токах подмагничивания  $I_0 = I_{0H} = \dots \text{ А}$  и  $I_0 = 0,5 \cdot I_{0H} = \dots \text{ А}$  (см. рисунок 3.1).



1 – зависимость  $L(\delta)$  при токе  $I_0 = 0,5 \cdot I_{0H} = \dots \text{ А}$ ;

2 – зависимость  $L(\delta)$  при токе  $I_0 = I_{0H} = \dots \text{ А}$

**Рисунок 3.1 – Зависимости индуктивности СД от величины немагнитного зазора при различных постоянных составляющих тока**

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ РАЗДЕЛА «СОДЕРЖАНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ»

#### 4 РАСЧЕТ ИНДУКТИВНОСТИ, ДОБРОТНОСТИ И СОБСТВЕННОЙ ЕМКОСТИ ВКИ-6

##### 4.1 Расчет индуктивности ВКИ-6

4.1.1 Так как катушка однослойная цилиндрическая с шаговой намоткой, то индуктивность рассчитываем сначала для идеализированной катушки по формуле

$$L' = L_0 \cdot N^2 \cdot D \cdot 10^{-7}, \quad (4.1)$$

где  $L_0$  – расчётный коэффициент, зависящий от соотношения длины к диаметру намотки, определяется из [5, таблица Б.1]. При  $l/D = 0,53$   $L_0 = 10,1$ ;  
 $N$  – число витков катушки,  $N = 12$  (из таблицы 3.1);  
 $D$  – диаметр намотки,  $D = 23$  мм (из таблицы 3.1).

$$L = 10,1 \cdot 12^2 \cdot 23 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-7} = 3,35 \cdot 10^{-6} \text{ Гн} = 3,35 \text{ мкГн}.$$

4.1.2 Так как катушка с шаговой намоткой, то уточняем величину индуктивности по приближённой формуле

$$L = L' - 2\pi \cdot N \cdot D \cdot (A + B) \cdot 10^{-7}, \quad (4.2)$$

где  $A$  и  $B$  – поправочные коэффициенты, значения которых определяем из [5, рисунок Б.3]. При отношении  $d/\tau = 0,67/1,1 = 0,61$   $A \approx 0,3$ ; при  $N = 12$   $B \approx 0,27$ .

$$L = 3,35 \cdot 10^{-6} - 2\pi \cdot 12 \cdot 23 \cdot 10^{-3} \cdot (0,03 + 0,27) \cdot 10^{-7} = 3,30 \cdot 10^{-6} \text{ Гн} = 3,3 \text{ мкГн}.$$

##### 4.2 Расчет добротности ВКИ-6

4.2.1 Рассчитываем сопротивление провода катушки току высокой частоты по формуле

$$r_f = r_0 \cdot \left[ F(z) + \left( \frac{K \cdot N \cdot d}{2D} \right)^2 \cdot G(z) \right], \quad (4.3)$$

где  $r_0$  – сопротивление провода постоянному току;

$F(z)$  и  $G(z)$  – коэффициенты, учитывающие влияние поверхностного эффекта и эффекта близости на увеличение активного сопротивления, находится из [5, таблица Б.2]; и т.д.