Министерство образования и молодежной политики Свердловской области

Государственное автономное профессиональное   
образовательное учреждение Свердловской области

«Уральский радиотехнический колледж им. А.С. Попова»

Методические указания

по оформлению домашней контрольной работы   
по дисциплине   
«Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн»

(для студентов всех форм обучения)

Разработчик: Кравцов Александр Сергеевич, преподаватель

г. Екатеринбург

2021 г.

Содержание

[1. Требования к оформлению текстовых, графических и иллюстративных материалов 3](#_Toc89872231)

[2. Порядок выполнения контрольной работы 12](#_Toc89872232)

[3. Вариант 1 13](#_Toc89872233)

[4. Вариант 2 14](#_Toc89872234)

[5. Вариант 3 15](#_Toc89872235)

[6. Вариант 4 16](#_Toc89872236)

[7. Вариант 5 17](#_Toc89872237)

[Литература 18](#_Toc89872238)

1. Требования к оформлению текстовых, графических и иллюстративных материалов

Текст должен быть выполнен печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне белой бумаги формата А4 по ГОСТ 9327-60.

Цвет шрифта – чёрный, интервал – полуторный, гарнитура – Times New Roman, размер шрифта – не менее 1,8 мм. (кегль не менее 14), абзацный отступ – 1,25 см и должен иметь выравнивание по ширине.

Текст следует печатать с соблюдением следующих размеров полей: правое – 10 мм, левое - 30 мм, верхнее и нижнее – 20 мм.

Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры.

Качество напечатанного текста и оформления иллюстраций, таблиц должно удовлетворять требованию их четкого воспроизведения.

**Написание буквенных аббревиатур***.* В тексте, кроме общепринятых буквенных аббревиатур, допускается использовать введенные их авторами буквенные аббревиатуры, сокращённо обозначающие какие-либо понятия из соответствующих областей знания. При этом первое упоминание таких аббревиатур указывается в круглых скобках после полного наименования, в дальнейшем они употребляются в тексте без расшифровки.

**Нумерация разделов, подразделов, пунктов, подпунктов.** Каждый структурный элемент следует печатать с нового листа (страницы), в том числе разделы основной части.

Разделы, подразделы, пункты и подпункты следует нумеровать арабскими цифрами и записывать с абзацного отступа. Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всего текста, за исключением приложений. Пример – 1, 2, 3 и т. д.

Подразделы нумеруются в пределах раздела. Номер подраздела включает номер раздела и подраздела, разделённой точкой. Например, 1.1, 1.2, 1.3 и т.д.

Пункты должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого подраздела.

Номер пункта включает номер раздела и порядковый номер подраздела и пункта, разделённой точкой. Например, 1.1.1, 1.1.2 и т.д.

Номер подпункта включает номер раздела, подраздела, пункта и порядковый номер подпункта, разделённой точкой. Например, 1.1.1.1, 1.1.1.2 и т. д.

Если раздел состоит из одного подраздела, то подраздел не нумеруется. Если подраздел состоит из одного пункта, то пункт не нумеруется. Если пункт состоит из одного подпункта, то подпункт не нумеруется.

После номера раздела, подраздела, пункта и подпункта в тексте точку не ставят.

**Написание заголовков.** Заголовки основных структурных элементов и разделов основной части следует располагать с абзацного отступа без точки в конце и печатать прописными буквами, не подчеркивая, по ширине страницы.

Заголовки подразделов и пунктов следует начинать с абзацного отступа и печатать с прописной буквы, не подчеркивая, без точки в конце, по ширине страницы.. Если заголовок включает несколько предложений, их разделяют точками. Переносы слов в заголовках не допускаются.

Расстояние между заголовками структурных элементов и разделов основной части и текстом должно быть не менее 21 пт.

Основную часть следует делить на разделы (главы), подразделы, пункты, подпункты. Количество разделов не ограничено, но название и содержание каждого должно последовательно раскрывать избранную тему.

Название раздела должно быть четким, лаконичным и соответствовать его содержанию. Недопустимо, чтобы название раздела повторяло название.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления.

Перед каждым элементом перечисления следует ставить дефис. При необходимости ссылки в тексте на один из элементов перечисления вместо дефиса ставятся строчные буквы в порядке русского алфавита, начиная с буквы а (за исключением ё, з, й, о, ч, ъ, ы, ь).

Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа.

Например,

а) текст:

1) текст;

2) текст;

в) текст.

**Нумерация страниц**. Первой страницей является титульный лист, на котором номер страницы не проставляется. Страницы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту, включая список использованных источников и приложения. Номер страницы проставляется в центре нижней части листа без точки в конце.

Если в работе содержатся рисунки и таблицы, располагаемые на отдельных страницах, их необходимо включать в общую нумерацию. Если рисунок или таблица располагаются на листе А3 (297×420 мм), то этот лист нумеруется как одна страница.

**Написание сокращений, условных обозначений, символов, единиц и терминов**. Сокращение русских слов и словосочетаний в тексте выполняется по ГОСТ 7.12-93, сокращение слов на иностранных европейских языках – по ГОСТ 7.11-2004.

Не допускаются сокращения следующих слов и словосочетаний: «так как», «так называемый», «таким образом», «так что», «например».

В тексте, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается:

* применять математический знак (–) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);
* применять знак ∅ для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте документа, перед размерным числом следует писать знак ∅;
* применять без числовых значений математические знаки, например: > (больше), < (меньше), ≥ (больше или равно), ≤ (меньше или равно), № (номер), % (процент);
* применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

**Написание формул**. Формулы располагают отдельными строками с абзацного отступа или внутри текстовых строк. В тексте рекомендуется помещать формулы короткие, простые, не имеющие самостоятельного значения и не пронумерованные. Наиболее важные формулы, а также длинные и громоздкие формулы, содержащие знаки суммирования, произведения, дифференцирования, интегрирования, располагают на отдельных строках. Для экономии места несколько коротких однотипных формул, выделенных из текста, можно помещать на одной строке, а не одну под другой.

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той последовательности, в которой они даны в формуле.

Нумеровать следует наиболее важные формулы, на которые имеются ссылки в работе. Порядковые номера формул обозначают арабскими цифрами в круглых скобках у правого края страницы.

***Пример:***

Расчет площади узкого места литниковой системы *Fуз* проводим по формуле Г.М. Дубицкого [3]:



где *G* – масса жидкого металла, заливаемого в форму на одну отливку, кг;

*µ* – коэффициент расхода литниковой системы (по данным Г.М. Дубицкого, для данной отливки *µ=*0,32);

*τопт*– оптимальная продолжительность заливки формы, с;

*ρ* – плотность сплава (для стали *ρ*=7 г/см3), г/см3;

*g* – ускорение свободного падения, см/с2;

*Нр* – гидростатический напор в системе, см.

После приведения формулу в общем виде в нее подставляются числовые значения величин.

**Оформление рисунков и таблиц**. Все иллюстрации (схемы, графики, диаграммы и прочее) именуются рисунками. Все рисунки и таблицы должны иметь названия и порядковую нумерацию, сквозную для всего текста.

Иллюстрации могут быть расположены как по тексту работы, так и в конце ее, оформленные в приложении.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Подрисуночный текст допускается оформлять шрифтом 12-го кегля. Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают, как показано на рисунке 1.

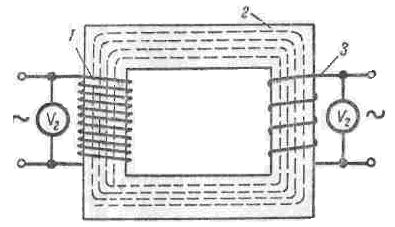


Рисунок 1 – Схема устройства трансформатора:

1-первичная обмотка, 2-сердечник, 3-вторичная обмотка.

Иллюстрации выполняются черной пастой или тушью, а также посредством компьютерной печати, в том числе и цветной. Основные требования: наглядность, графическая выразительность, ясность. Наименования, приводимые в тексте и на иллюстрациях, должны быть одинаковыми. При ссылках на иллюстрации следует писать «… в соответствии с рисунком 1».

Если иллюстрации размещаются не в приложении, то они располагаются после их первого упоминания в тексте или на следующей странице так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота текста или с поворотом по часовой стрелке. Иллюстрации располагают в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице и размещают так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке.

При построении графиков по осям координат вводятся соответствующие показатели, буквенные обозначения которых выносятся на концы координатных осей, фиксируемые стрелками. При необходимости вдоль координатных осей делаются поясняющие надписи шрифтом 12-го кегля.

Цифровой материал в тексте работы представляют в виде таблиц. Нумерация таблиц осуществляется арабскими цифрами и является сквозной для всего текста.

Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире. Название таблицы пишут с прописной буквы, не подчеркивая. Заголовки строк и граф пишут с прописной буквы; подзаголовки – со строчной, если они составляют одно предложение с заголовком. Подзаголовки, имеющие самостоятельное значение, пишут с прописной буквы. В конце заголовков и подзаголовков таблиц знаки препинания не ставят. Заголовки указывают в единственном числе. Заголовки граф записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм. Диагональное деление головки таблицы не допускается. Построение таблицы приведено на рисунке 2.

Таблица 2 – Название таблицы без точки в конце

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *Головка* | *Заголовок граф 1* | | *Заголовок граф 2* | |
| *Подзаголовок граф 1.1* | *Подзаголовок граф 1.2* | *Подзаголовок граф 2.1* | *Подзаголовок граф 2.2* |
| *Строка (горизонтальный ряд) 1* | *Графа (колонка)* | *Графа (колонка)* | *Графа (колонка)* | *Графа (колонка)* |
| *Строка (горизонтальный ряд) 2* | *Графа (колонка)* | *Графа (колонка)* | *Графа (колонка)* | *Графа (колонка)* |

Рисунок 2 – Пример оформления таблицы

Таблицы слева, справа и снизу ограничивают линиями. При переносе части таблицы нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят. Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей. Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

Если строки или графы таблицы выходят за формат листа, таблицу делят на части, которые переносят на другие листы или помещают на одном листе рядом, или одну над другой.

Если части таблицы помещают рядом, в каждой части повторяют головку; при размещении частей таблицы одна над другой – повторяется боковик.

Если таблица располагается на одной странице, то нумеровать колонки таблицы нельзя. Пример построения таблицы без нумерации колонок приведен на рисунке 3.

Таблица 1 – Таблица без нумерации колонок

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Рисунок 3 - Пример построения таблицы без нумерации колонок

При переносе части таблицы на другую страницу в первой части таблицы под головкой указывается нумерация колонок таблицы.

Слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы» с указанием номера (обозначения) таблицы, например «Продолжение таблицы 1», «Окончание таблицы 1»

При переносе таблицы с большим количеством строк и граф на странице, где приводится заголовок, должны помещаться головка таблицы и не менее двух ее строк. Пример построения таблицы с большим количеством строк и граф приведен на рисунке 4.

Не рекомендуется располагать две или несколько таблиц одну за другой, их надо разделять текстом (за исключением таблиц, приведенных в приложении). Таблицы, как и иллюстрации, располагают так, чтобы их можно было читать без поворота или с поворотом по часовой стрелке. Графу «№ п/п» в таблицу не включают.

Таблица 2 – Таблица с большим количеством строк и граф на странице

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Наименование | Наименование | Наименование |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Продолжение таблицы 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Окончание таблицы 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Примечание –

Рисунок 4 - Пример построения таблицы с большим количеством строк и граф

Таблицу помещают после первого упоминания о ней в тексте или на следующей странице. В таблице должны быть указаны единицы измерения всех показателей и период времени, к которому относятся данные. Если цифровые данные в графах таблицы выражены в различных единицах физических величин, то их указывают в заголовке каждой графы, если в одной и той же единице (например: в мм), то сокращенное обозначение единицы физической величины помещают над таблицей.

Если в таблице повторяющийся текст состоит из одного слова, его допускается заменять кавычками, если из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее кавычками. Нельзя ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, математических и химических символов. Если цифровые или иные данные в какой-либо строке таблицы не приводят, то в ней необходимо ставить прочерк.

На все таблицы должны быть ссылки в тексте. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера. Содержимое таблиц, как и их заголовки, набираются шрифтом 12-го кегля.

Межстрочный интервал при оформлении иллюстративного материала (таблицы, названии рисунков) – одинарный.

**Оформление ссылок (**сносок**)**. В тексте могут быть ссылки на ее структурные элементы, входящие в нее таблицы, рисунки, формулы, приложения, указанные в списке использованных источников материалы и др. При этом указываются их порядковые номера (если имеются), например: «... в разделе 4», «… по п. 3.3.4», «… в подпункте 2.3.4.1, перечисление 3», «… по формуле (3)», «… в уравнении (2)», «… в таблице 3», «… на рисунке 8», «... в приложении В», «Аверинцев С. С. [3]».

Если одна иллюстрация, одна таблица, одна формула, одно уравнение, одно приложение, следует при ссылках писать «на рисунке», «в таблице», «по формуле», «в уравнении», «в приложении».

Наиболее удобными для восприятия являются подстрочные ссылки (сноски). От основного текста они отделяются сплошной чертой, длина которой составляет около 1/4 ширины текстовой строки и печатаются с красной строки. В качестве знака сноски применяются арабские цифры без скобки, помещенные на верхней линии шрифта. Размер шрифта – 12 пт.

Если примечание относится к отдельному слову, то знак сноски должен стоять непосредственно после этого слова; если же оно относится к предложению (группе предложений) в целом, то знак проставляется в конце этого предложения (предложений). Знак сноски ставится перед знаками препинания (за исключением вопросительного и восклицательного знаков и многоточия).

Ссылки нумеруются в последовательном порядке в пределах одной страницы. На каждой следующей странице нумерация должна начинаться с единицы. Перенос примечаний на другую страницу, а также сведение ссылок со сквозной нумерацией в общий список в конце работы не допускается.

Первая ссылка на работу того или иного автора должна содержать:

* фамилию и инициалы автора;
* полное название работы и все относящиеся к ней библиографические данные;
* использованные страницы.

***Например*:** Борисова Е. А. Апелляция в гражданском и арбитражном процессах. Москва: Городец, 1997. С. 5–19.

Первая ссылка на произведение из многотомного издания должна содержать полные сведения о самом издании.

***Например*:** Таганцев Н. С. Русское уголовное право: Лекции. Часть общая: В 2 т. Москва Наука, 1994. Т. 1. С. 90.

Сведения об источнике, опубликованном на иностранном языке и использованном в работе, необходимо приводить в примечании на языке оригинала.

***Например*:** Filippo Т. Di. Mitchell Franklin and Roman Law // Telos. St. Luis, 1986/1987. № 70. P. 14.

В случае, когда **цитирование не является прямым**, и мысль автора приводится не дословно, перед ссылкой на источник ставят *«См*.».

Если **цитирование производится не по первоисточнику,** а по работе другого автора, это оговаривается в подстрочном примечании: *«Цит. по*:», далее следует описание источника, откуда заимствована цитата.

2. Порядок выполнения контрольной работы

Учебная дисциплина «Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн» предусматривает изучение основных вопросов теории электромагнитного поля, физических процессов излучения и распространения радиоволн, принципа действия и особенностей конструкции антенно-фидерных устройств различных диапазонов волн. Базовыми для изучения данной дисциплины являются дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы», «Электротехника».

Каждый вариант контрольной работы содержит пять вопросов.

Для правильных ответов на вопрос 1 и вопрос 2 необходимо обратить внимание на понимание физических особенностей распространения радиоволн различных диапазонов с учетом влияния земной поверхности, ионосферы и тропосферы. Соответствующий материал содержится в главе 15 [1], в главах 3.4.5 [4]

Ответы на вопросы 3, 4 предполагают знание конструктивных особенностей антенн различных диапазонов и возможностей расчета их параметров. Для ответа на этот вопрос нужно уделить особое внимание главам 7,8,11 [1] и главам 11,12,13 [4]. Решение вопроса о согласовании сопротивлений в линиях передачи предусматривает изучение главы 3 [1] и главы 10 [4].

Для ответа на вопрос 5 нужно графически представить диаграммы направленности (ДН) отдельных излучателей или систем излучателей, описанных в главах 1,2,6,9,10 [1], в главах 7,8 [4].

Перед ответом на каждый вопрос заданного варианта должно быть полностью приведено содержание вопроса. Ответы на вопросы должны быть конкретными, достаточно краткими и четкими. Работа должна быть аккуратно оформлена, страницы пронумерованы. Оформление работы должно соответствовать требованиям ЕСКД.

После изложения ответов на все вопросы должен быть приведен список используемой литературы, поставлены подпись и дата.

Варианты выбираются по первой букве Вашей фамилии:

От А до Е - 1 вариант

От Ж до Л - 2 вариант

От М до О - 3 вариант

От П до Т - 4 вариант

От У до Я — 5 вариант

3. Вариант 1

Вопрос 1

Поясните особенности распространения сантиметровых, дециметровых и метровых волн в земных условиях и влияние тропосферной рефракции на распространение указанных радиоволн.

Вопрос 2

Определите внешний радиус зоны молчания для односкачковой линии радиосвязи. Критическая частота слоя с действующей высотой 350 км равна 7 МГц: рабочая длина волны равна 37.5 м.

Вопрос 3

Приведите рисунок, поясняющий конструкцию рупорной антенны. Укажите основные параметры такой антенны, достоинства и недостатки.

Вопрос 4

Определите угол раскрыва параболоида вращения, имеющего фокусное расстояние 20 см и коэффициент направленного действие 1000 при длине волны 4 см и коэффициенте использования поверхности раскрыва 0.5.

Вопрос 5

Приведите распределение амплитуды тока вдоль симметричных вибраторов и примерный вид диаграмм направленности при относительной длине вибраторов:

ι = *0,5λ*; ι = *λ*; ι = *1,25λ*; ι = *2λ*;

4. Вариант 2

Вопрос 1

Поясните особенности распространения декаметровых (коротких) волн. Образование зоны молчания. Причины замираний сигнала, меры их устранения.

Вопрос 2

Определите расстояние прямой геометрической видимости без учета тропосферной рефракции и с учётом нормальной тропосферной рефракции, если передающая антенна поднята на высоту 100м, а приёмная антенна находится на высоте 49 м.

Вопрос 3

Приведите рисунок, поясняющий конструкцию ромбической антенны. Укажите основные параметры такой антенны, достоинства и недостатки, применение.

Вопрос 4

Определите коэффициент направленного действия рупорной антенны, имеющей площадь раскрыва 340 см2. Рабочая длина волны равна 7,5 см. Коэффициент использования поверхности раскрыва принять равным 0,64.

Вопрос 5

Приведите примерный вид диаграмм направленности (ДН) горизонтального вибратора в вертикальной плоскости при высотах подвеса  и . Поясните зависимость формы ДН от относительной высоты подвеса .

5. Вариант 3

Вопрос 1

Поясните особенности распространения гектометровых (средних) волн. Причины замираний сигнала; причины изменения слышимости сигнала в течение суток.

Вопрос 2

Определите рабочую частоту коротковолновой радиостанции, работающей при излучении под углом 450 , если однократное отражение радиоволны происходит от слоя с действующей высотой 250 км. Критическая частота слоя равна 5,5 МГц.

Вопрос 3

Приведите рисунок, поясняющий конструкцию зеркальной антенны в виде параболоида вращения; укажите основные параметры, достоинства и недостатки, применение.

Вопрос 4

Определите коэффициент направленного действия и ширину диаграммы направленности цилиндрической спиральной антенны, имеющей длину витка спирали 12 см и длину спирали 30 см. Рабочая длина волны равна 15см.

Вопрос 5

Приведите примерный вид диаграмм направленности (ДН) двухвибраторной антенны (в экваториальной плоскости), содержащей настроенный активный рефлектор. Поясните формирование ДН такой антенны.

6. Вариант 4

Вопрос 1

Поясните особенности распространения километровых (длинных) и мириаметровых (сверхдлинных) волн; применение радиоволн этих диапазонов.

Вопрос 2

Определите необходимую высоту подвеса приемной антенны для работы прямой волной с учетом нормальной тропосферной рефракции. Расстояние между приемной и передающей антеннами составляет 60 км. Передающая антенна расположена на высоте 120 км.

Вопрос 3

Приведите рисунок, поясняющий конструкцию директорной антенны и поясните назначение всех её элементов; укажите основные параметры, достоинства и недостатки, применение.

Вопрос 4

Определите волновое сопротивление четвертьволнового трансформатора для согласования входного сопротивления полуволнового вибратора с волновым сопротивлением фидера, имеющего волновое сопротивление 300 Ом.

Вопрос 5

Приведите примерный вид пространственной диаграммы направленности (ДН) равномерной эквидистантной фазированной антенной решетки (ФАР) без рефлектора и с рефлектором. С какой целью применяются антенные решетки? Каковы их разновидности?

7. Вариант 5

Вопрос 1

Поясните особенности строения ионосферы (с приведением соответствующего рисунка), зависимость диэлектрической проницаемости ионосферы от концентрации электронов и частоты радиоволны.

Вопрос 2

Определите протяженность трассы односкачковой коротковолновой линии радиосвязи, если угол падения радиоволны на слой равен 480, а действующая высота отражающего слоя составляет 300 м.

Вопрос 3

Приведите рисунок, поясняющий конструкцию синфазной горизонтальной антенны СГ; укажите основные параметры, достоинства и недостатки, применение.

Вопрос 4

Определите площадь раскрыва рупорно-параболической антенны, работающей на частоте 32ГГц, если коэффициент направленного действия равен 30 дБ. Коэффициент использования поверхности раскрыва принять равным 0,7.

Вопрос 5

Приведите примерный вид косеканс-квадратной, диаграммы направленности (ДН). Поясните возможный способ получения такой ДН с помощью параболической антенны.

Литература

1. Белоцерковский Г.Б.. Основы радиотехники и антенны. ч.I.- М.: Советское радио, 1978.
2. Белоцерковский Г.Б. Основы радиотехники и антенны. ч.II.-М.: Советское радио, 1983.
3. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. Учебник для ВУЗов / под ред. Ерохина Г.А. – М.: Радио и связь, 1996.
4. Чернышев В.П., Шейнман Д.И.. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства. - М.: Радио и связь, 1989.
5. Чернышов В.П. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства. Задачи и упражнения. – М.: Радио и связь,1982.
6. Дубровский В.А., Гордеев В.А., Радиотехника и антенны. – М.: Радио и связь, 1992.
7. Шинаков Ю.С., Колодяжный Ю.М., Теория передачи сигналов электросвязи. – М.: Радио и связь, 1989.