

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

СИСТЕМЫ И СЕТИ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Учебно-методическое пособие
по выполнению контрольной работы
по дисциплине
для студентов очно-заочной
и заочной форм обучения направления
11.04.01 «Радиотехника»
и специальности
11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»

Севастополь
СевГУ
2021

УДК 621.397.13(075.5)
ББК 32.94я73
С409

Р е ц е н з е н т:

Д.Г. Мурзин – канд. техн. наук, доцент кафедры «Электронная техника»

Ответственный за выпуск:

Ю.П. Михайлюк – кандидат техн. наук, доцент,
заведующий кафедрой «Электронная техника»

Составители: Ю. П. Михайлюк, Д.В. Начаров

С409 Системы и сети телевидения : учебно-методическое пособие по выполнению контрольной работы по дисциплине для студентов очно-заочной и заочной форм обучения направления 11.04.01 «Радиотехника» и специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Севастопольский государственный университет, Институт радиоэлектроники и информационной безопасности ; сост. Ю.П. Михайлюк, Д.В. Начаров. – Севастополь: Изд-во СевГУ, 2021. – 14 с. – Текст : электронный.

Целью пособия является оказание помощи студентам очно-заочной и заочной форм обучения в выполнении контрольной работы по дисциплине «Системы и сети телевидения», а также в получении ими теоретических знаний и практических навыков анализа параметров и характеристик телевизионных систем и сетей.

УДК 621.397.13(075.5)
ББК 32.94я73

Учебно-методическое пособие утверждено на заседании кафедры «Электронная техника», протокол № 7 от 23 марта 2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Расчетное задание «Расчет параметров приемного устройства системы спутникового телевизионного вещания»	5
1.1. Краткие теоретические сведения к расчетному заданию	5
1.2. Исходные данные и порядок выполнения расчетного задания	8
2. Теоретические вопросы контрольной работы	11
Библиографический список	14

ВВЕДЕНИЕ

Целью методических указаний является оказание помощи студентам в изучении принципов построения и расчета основных параметров и характеристик телевизионных (ТВ) систем и сетей.

Контрольная работа включает расчетное задание и письменные ответы на два теоретических вопроса.

Выполнение расчетного задания предполагает изучение и практическое освоение методики расчета основных технических показателей системы спутникового телевизионного вещания.

Подготовка ответов на теоретические вопросы, тематика которых охватывает основные разделы дисциплины, способствует усвоению принципов построения систем и сетей телевидения, а также углублению знаний студентов о современных телевизионных системах и сетях.

Список теоретических вопросов является одновременно списком вопросов для подготовки к экзамену по дисциплине.

Контрольные работы выполняются на листах формата А4 или в тетради с соблюдением требований кафедры по оформлению текстовых документов [1].

Перед решением или ответом необходимо привести исходные данные для расчета или формулировку вопроса. В итоге должны быть проанализированы полученные результаты и сделаны выводы.

Выбор варианта исходных данных для выполнения расчетного задания производится по предпоследней M и последней N цифрам номера зачетной книжки в соответствии с табл. 1.1, 1.2.

Выбор номеров теоретических вопросов контрольной работы производится также по цифрам M и N в соответствии с табл. 2.1.

Контрольные работы, выполненные не по своему варианту, с серьезными нарушениями требований настоящих указаний, не содержащие выводов, к проверке не принимаются.

1. РАСЧЕТНОЕ ЗАДАНИЕ

«РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРИЕМНОГО УСТРОЙСТВА СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ»

1.1. Краткие теоретические сведения к расчетному заданию

В большинстве систем спутникового телевизионного вещания (СТВ) используются ретрансляторы (транспондеры) на искусственных спутниках Земли (ИСЗ), выведенных на геостационарную орбиту (ГО). ГО — круговая орбита, расположенная в плоскости экватора на высоте H над поверхностью Земли ($H=35786$ км). ИСЗ на этой орбите совершает один оборот вокруг Земли точно за одни сутки, то есть за то же время, за которое Земля делает оборот вокруг своей оси. Поэтому ИСЗ на ГО оказывается как бы неподвижно расположенным над некоторой точкой поверхности Земли. Это создает ряд преимуществ при построении систем СТВ: отсутствуют перерывы в вещании, период вещания становится круглосуточным, существенно упрощается наведение антенн приемных устройств на ИСЗ. Антенны приемных устройств систем СТВ после первоначальной ориентации на конкретной ИСЗ остаются неподвижными и изменение координат наведения осуществляется в случае необходимости приема сигналов с другого ИСЗ. Это чаще всего осуществляется при помощи автоматизированных устройств ориентации антенн.

Координаты наведения (азимут α и угол места γ) антенны приемного устройства системы СТВ, находящегося на поверхности Земли в точке с географическими координатами $\lambda_{\text{пу}}$ (долготой) и φ (широтой), на ИСЗ, занимающий позицию λ_0 на ГО, могут быть рассчитаны следующим образом.

Для приемного устройства, расположенного в северном полушарии, при расчете координаты азимута α необходимо воспользоваться одним из следующих соотношений:

$$\alpha = \pi - \alpha',$$

если приемное устройство расположено западнее ИСЗ, или

$$\alpha = \pi + \alpha',$$

если приемное устройство расположено восточнее ИСЗ.

Для приемного устройства, расположенного в южном полушарии, при расчете координаты азимута α необходимо выбрать одно из следующих соотношений:

$$\alpha = \alpha',$$

если приемное устройство расположено западнее ИСЗ, или

$$\alpha = 2\pi - \alpha'$$

если приемное устройство расположено восточнее ИСЗ.

Координата угла места γ определяется из следующего соотношения:

$$\gamma = \operatorname{arctg} \left[\frac{\cos \psi - \frac{R}{R+H}}{\sin \psi} \right],$$

где R — радиус Земли.

В соотношениях для расчета координат наведения антенны приемного устройства СТВ использованы следующие обозначения:

$$\alpha' = \arccos \left[\frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \psi} \right];$$

$$\cos \psi = \cos \varphi \cos \delta;$$

$$\delta = |\lambda_{ny} - \lambda_0|.$$

Для определения мощности сигнала P_c на входе приемного устройства системы необходимо учесть уровень эквивалентной изотропно излучаемой мощности (ЭИИМ; *EIRP* — *Equivalent Isotropically Radiated Power*) P_Σ , создаваемой в точке приема; затухание энергии в свободном пространстве B_0 ; потери B , обусловленные влиянием осадков, рефракцией, эффектами деполяризации; а также значение коэффициента усиления приемной антенны $G_{\text{пр}}$

$$P_c = \frac{P_\Sigma G_{\text{пр}}}{B_\Sigma}.$$

Эквивалентная изотропно излучаемая мощность P_Σ для ретранслятора представляет собой произведение мощности бортового передатчика P_6 на коэффициент усиления передающей антенны G_6

$$P_\Sigma = P_6 G_6.$$

Значения P_Σ указываются в справочных данных для конкретного ИСЗ и чаще всего представляются в виде нанесенных на карту изолиний.

Величина потерь B_0 на трассе протяженностью L (L — расстояние между приемным устройством и ИСЗ) составит величину

$$B_0 = \frac{16\pi^2 L^2}{\lambda^2},$$

где λ — длина волны.

Величина суммарных потерь определяется следующим образом

$$B_\Sigma = B_0 B.$$

Величина коэффициента усиления приемной антенны $G_{\text{пр}}$ определяется, в основном, диаметром раскрыва антенны D и находится с использованием следующего соотношения

$$G_{\text{пр}} = \frac{4\pi S_{\text{эфф}}}{\lambda^2},$$

где $S_{\text{эфф}} = \frac{\pi d_a^2}{4} \nu$ — эффективная площадь раскрыва антенны;

ν — коэффициент использования поверхности раскрыва антенны;

d_a — диаметр антенны.

Для расчета диаметра приемной антенны при заданном значении отношения мощности сигнала к мощности шума $P_c/P_{\text{ш}}$ необходимо определить мощность шумов $P_{\text{ш}}$ с учетом шумовых параметров приемного устройства

$$P_{\text{ш}} = kT_{\Sigma} \Delta f ,$$

где k — постоянная Больцмана;

T_{Σ} — суммарная шумовая температура приемного устройства;

Δf — шумовая полоса приемного тракта.

Суммарная шумовая температура приемного устройства определяется шумовыми температурами антенны T_a и входного устройства (конвертора) $T_{\text{вх}}$

$$T_{\Sigma} = T_a + T_{\text{вх}} .$$

1.2. Исходные данные и порядок выполнения расчетного задания

Искусственные спутники Земли системы СТВ ИС31 и ИС32, на которых установлены ретрансляторы диапазона 11...12 ГГц, занимают позиции λ_{01} и λ_{02} на ГО.

Радиолинии системы СТВ характеризуется следующими параметрами:

- значениями ЭИИМ $P_{\Sigma 1}$ и $P_{\Sigma 2}$;
- величиной потерь B ;
- рабочими частотами f_{01} и f_{02} .

Приемное устройство системы СТВ, установленное в городе Севастополе, характеризуется следующими параметрами:

- шумовой температурой антенны T_a ;
- коэффициентом использования поверхности антенны ν ;
- шумовой температурой входного устройства $T_{\text{вх}}$;
- шумовой полосой приемного тракта Δf , величина которой составляет 30 МГц.

Значения параметров радиолиний и приемного устройства системы СТВ выбираются из табл. 1.1, 1.2.

Таблица 1.1 — Исходные данные к расчетному заданию

N	Наименование и позиция ИС31 (λ_{01})	f_{01} , МГц	$P_{\Sigma 1}$, дБВт	Наименование и позиция ИС32 (λ_{02})	f_{02} , МГц	$P_{\Sigma 2}$, дБВт
1	<i>Eutelsat 36A</i> ($36^{\circ}E$)	11727	50	<i>SES 4</i> ($22^{\circ}W$)	11540	49
2	<i>Hellas Sat 2</i> ($39^{\circ}E$)	10955	46	<i>Telstar 12</i> ($15^{\circ}W$)	10997	50
3	<i>Türksat 2A</i> ($42^{\circ}E$)	11715	53	<i>Amos 3</i> ($4^{\circ}W$)	10722	49
4	<i>Intelsat 12</i> ($45^{\circ}E$)	11451	48	<i>Astra 4A</i> ($4,8^{\circ}E$)	11727	51
5	<i>Insat 4CR</i> ($74^{\circ}E$)	11513	42	<i>Eutelsat 7A</i> ($7^{\circ}E$)	10721	50
6	<i>Express AM22</i> ($53^{\circ}E$)	10958	50	<i>Hot Bird 13B</i> ($13^{\circ}E$)	10723	50
7	<i>NSS 703</i> ($57^{\circ}E$)	11189	48	<i>Astra 1KR</i> ($19,2^{\circ}E$)	10744	47
8	<i>Intelsat 904</i> ($60^{\circ}E$)	11020	49	<i>Astra 3B</i> ($23,5^{\circ}E$)	11459	47
9	<i>Eutelsat 70B</i> ($70,5^{\circ}E$)	11210	47	<i>Arabsat 5A</i> ($30,5^{\circ}E$)	10717	31
0	<i>ABS 1</i> ($75^{\circ}E$)	12704	47	<i>Astra 1G</i> ($31,5^{\circ}E$)	11758	51

Таблица 1.2 — Исходные данные к расчетному заданию

M	T_a , К	T_{vy} , К	B , дБ	N	ν	T'_{vy} , К
1	70	13	1,5	1	0,65	149
2	85	20	1,8	2	0,63	159
3	75	28	2,0	3	0,58	169
4	65	35	2,3	4	0,72	180
5	92	43	2,5	5	0,75	191
6	100	51	1,8	6	0,73	202
7	90	58	1,6	7	0,70	214
8	60	67	2,1	8	0,68	225
9	65	75	2,4	9	0,60	237
0	85	83	2,2	0	0,71	250

Используя числовые значения параметров радиолиний и приемного устройства системы СТВ необходимо выполнить следующие расчеты:

— рассчитать значения азимутальных (α) и угломестных (γ) координат наведения приемной антенны на ИС31 и ИС32;

— рассчитать необходимые для приема сигналов ИС31 и ИС32 диаметры d_{a1} и d_{a2} антенн приемного устройства в случае использования в тюнере двух типов демодуляторов (частотного детектора, для которого пороговое значение $(P_c / P_{ш})_{\text{чд}}$ составляет 13 дБ, и порогопонижающего демодулятора, для которого пороговое значение $(P_c / P_{ш})_{\text{ппд}}$ составляет 7 дБ);

— рассчитать диаметры антенны приемного устройства системы СТВ в случае использования менее качественного входного устройства (конвертора) с шумовой температурой $T'_{\text{вн}}$.

3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

В контрольной работе необходимо дать ответы на два теоретических вопроса, номера которых выбираются по табл. 2.1.

Таблица 2.1 — К выбору задания по теоретической части работы

$N \backslash M$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	10; 11	1; 12	2; 13	3; 14	4; 15	6; 17	7; 18	8; 19	5; 16	9; 20
2	1; 13	2; 14	3; 15	4; 16	5; 17	7; 19	8; 20	9; 11	6; 18	10; 12
3	2; 15	3; 16	4; 17	5; 18	6; 19	8; 11	9; 12	10; 13	7; 20	1; 14
4	3; 17	4; 18	5; 19	6; 20	7; 11	9; 13	10; 14	1; 15	8; 12	2; 16
5	4; 19	5; 20	6; 11	7; 12	8; 13	10; 15	1; 16	2; 17	9; 14	3; 18
6	5; 12	6; 13	7; 14	8; 15	9; 16	1; 18	2; 19	3; 20	10; 17	4; 11
7	6; 14	7; 15	8; 16	9; 17	10; 18	2; 16	3; 11	4; 12	1; 19	5; 13
8	7; 16	8; 17	9; 18	10; 19	1; 20	3; 14	4; 13	5; 14	2; 11	6; 15
9	8; 18	9; 19	10; 20	1; 11	2; 12	4; 12	5; 15	6; 16	3; 13	7; 17
0	9; 20	10; 11	1; 12	2; 13	3; 14	5; 10	6; 17	7; 18	4; 15	8; 19

1) Сформулируйте и опишите общие принципы построения систем цифрового телевидения (методы преобразование аналогового ТВ сигнала в цифровой; импульсно-кодовая модуляция). Приведите и опишите обобщенную структурную схему системы цифрового телевидения.

2) Проанализируйте процессы дискретизации и квантования ТВ сигнала. Опишите формирователи цифровых ТВ сигналов. Цифровые интерфейсы в ТВ.

3) Сформулируйте основные принципы кодирования телевизионного сигнала. Дискретно-косинусное преобразование (ДКП). Квантование коэффициентов ДКП. Кодирование коэффициентов ДКП. Кодирование с предсказанием. Предфильтрация и шумоподавление.

4) Выполните общую характеристику стандартов сжатия неподвижных и движущихся изображений *M-JPEG*, *M-JPEG 2000*, *MPEG-2*, *MPEG-4*, *H.264* (*MPEG-4 Part 10*). Опишите стандарт *MPEG-2* (кодируемые кадры; методы компенсации движения; использование ДКП; профили и уровни).

5) Сформулируйте и опишите принципы сжатия звуковых данных в стандарте *MPEG-2*. Опишите алгоритмы сжатия звуковых данных кодерами первого, второго и третьего уровней.

6) Сформулируйте принципы формирования цифровых потоков видео и звука в стандарте *MPEG-2* (мультиплексирование; таблицы программно-зависимой информации; транспортировка пакетов *MPEG-2* в составе ячеек *ATM*; синхронизация цифровых потоков).

7) Опишите стандарт сжатия движущихся изображений и звукового сопровождения *MPEG-4*. Описание сцены. Доставка потоков данных. Кодирование визуальных объектов. Кодирование звуковых объектов. Профили и уровни стандарта *MPEG-4*.

8) Опишите стандарт сжатия движущихся изображений и звукового сопровождения *H.264 (MPEG-4 Part 10)*. Профили и уровни. Базовый профиль. Основной профиль. Расширенный профиль. Транспортный механизм. Методы оценки эффективности сжатия цифровых ТВ изображений.

9) Опишите общие принципы построения системы цифрового ТВ вещания. Передача ТВ сигнала в цифровой форме. Канальное кодирование. Цифровые способы модуляции. Сигнальные созвездия. Иерархические режимы модуляции. Особенности применения *QPSK*, *QAM*, *OFDM* и *COFDM* модуляций в ТВ системах.

10) Проанализируйте принципы построения и параметры системы эфирного (наземного) телевизионного вещания стандарта *DVB-T*, приведите и опишите структурную схему системы.

11) Проанализируйте принципы построения и параметры системы эфирного (наземного) телевизионного вещания стандарта *DVB-T2*, приведите и опишите структурную схему системы.

12) Проанализируйте принципы построения и параметры системы спутникового телевизионного вещания стандарта *DVB-S2*, приведите и опишите структурную схему системы.

13) Проанализируйте принципы построения и параметры системы спутникового телевизионного вещания стандарта *DVB-S*, приведите и опишите структурную схему системы.

14) Проанализируйте принципы построения и параметры системы кабельного телевизионного вещания стандарта *DVB-C2*, приведите и опишите структурную схему системы.

15) Проанализируйте принципы построения и параметры системы кабельного телевизионного вещания стандарта *DVB-C*, приведите и опишите структурную схему системы.

16) Сформулируйте и опишите способы защиты информации в системах наземного, спутникового, кабельного и *IP* телевидения. Опишите средства ограничения доступа систем и сетей телевидения.

17) Сформулируйте и опишите принципы построения сетей наземного, спутникового и кабельного телевидения.

18) Сформулируйте и опишите принципы построения микроволновых телерадиоинформационных сетей. Сеть *MMDS*. Сеть *LMDS*. Сеть *MVDS*. Структурные схемы интегрированных телекоммуникационных сетей.

19) Проанализируйте принципы организации и параметры сетей *IP* телевидения. Методы передачи трафика в *IP*-сетях (*unicast*, *broadcast* и *multicast*). Структура сетей *IP* телевидения.

20) Опишите методы контроля параметров систем и сетей телевидения. Специализированные ТВ измерительные приборы и особенности их использования. Специализированные программы контроля параметров систем и сетей телевидения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оформление текстовых работ : методические указания / СевГУ; сост. В. Г. Слёзкин, П. П. Ермолов. — Севастополь : Изд-во СевГУ, 2015. — 19 с.
2. Телевидение / В.Е. Джакония [и др.]; под ред. Джаконии В.Е. — М.: Радио и связь, 2007. — 616 с.
3. Учебное пособие по дисциплине «Системы и сети телевидения» для студентов очной и заочной форм обучения направления 11.04.01 «Радиотехника» и специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» / СевГУ; сост. Ю. П. Михайлюк. — Севастополь: Изд-во СевГУ, 2015. — 102 с.
4. Мамаев Н.С. Системы цифрового телевидения и радиовещания / Ю.Н. Мамаев, Б.Г. Теряев. — М.: Горячая линия-Телеком, 2006. — 254 с.
5. Лукьянчук А.Г. Спутниковые системы связи, вещания и навигации / А.Г. Лукьянчук, Ю.П. Михайлюк, А.А. Савочкин; ред. А.Г. Лукьянчук. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2002. — 336 с.
6. Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука / Д. Сэломон; пер. с англ. — М. : Техносфера, 2006. — 368 с.
7. Методические указания «Лабораторный практикум по дисциплине «Системы и сети телевидения» для студентов специальностей 7.05090101, 8.05090101 — «Радиотехника» дневной и заочной форм обучения / СевНТУ; сост. Ю.П. Михайлюк, Ю.Н. Тыщук, Д.В. Начаров. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2013. — 100 с.
8. Калинкина Т.И. Телекоммуникационные и вычислительные сети. Архитектура, стандарты и технологии / Т.И. Калинкина, Б.В. Костров, В.Н. Ручкин. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 288 с.
9. Современные беспроводные сети: состояние и перспективы развития / И.А. Гепко [и др.]; под ред. Олейника В.Ф. — К.: ЕКМО, 2009. — 672 с.

СИСТЕМЫ И СЕТИ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

*Учебно-методическое пособие
по выполнению контрольной работы*

Составители: **Михайлюк** Юрий Петрович,
Начаров Денис Владимирович

В авторской редакции

Изд. № 34/2021. Объем 1 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»