

Документ подписан простой электронной подписью  
 Информационный ресурс:  
 ФИО: Косенок Сергей Михайлович  
 Должность: ректор  
 Дата подписания: 07.06.2019  
 Уникальный программный ключ:  
 e3a68f3aa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

**Оценочные материалы для промежуточной аттестации по дисциплине:**

**Наземные и космические системы радиосвязи (7,8 семестр)**

Код направления подготовки	11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Направленность (профиль)	Телекоммуникационные системы и сети информационных технологий
Форма обучения	Очная
Кафедра-разработчик	Радиоэлектроники и электроэнергетики
Выпускающая кафедра	Радиоэлектроники и электроэнергетики

**7 СЕМЕСТР**

**1. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

на выполнение студентами контрольной работы

**«Расчет качественных показателей цифровой радиорелейной линии»**

Цель – приобретение навыков проектирования наземной системы связи.

Согласно данным таблиц 1 и 2 выбрать свой индивидуальный вариант и построить профиль местности с местными предметами с длиной пролета 20 км для различных значений коэффициента рефракции  $K_r=0,5; 1,0; 1,33$ . Выбрать высоты подвеса приемо-передающих антенн с учетом рефракции и несущей частоты работы радиолинии  $f=11 ГГц$ . Выбрать оборудование радиорелейной связи. Рассчитать основное затухание сигнала на радиолинии. Выбрать мощность работы передатчика из условия достижения запаса на замирание со значением 40 дБ. Рассчитать показатели неготовности радиолинии.

Таблица 1 – Параметры профиля

Последние две цифры зачетной книжки	Высотные отметки профиля (м) для относительной координаты к										
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
01, 21, 41, 61, 81	40	35	25	40	35	60	55	50	0	50	60
02, 22, 42, 62, 82	20	15	15	20	40	40	20	0	0	20	30
03, 23, 43, 63, 83	60	50	45	55	60	40	50	30	30	50	55
04, 24, 44, 64, 84	10	5	20	40	40	35	40	45	50	30	65
05, 25, 45, 65, 85	60	50	60	60	60	40	50	60	40	20	40
06, 26, 46, 66, 86	20	30	20	20	30	40	50	70	60	50	70
07, 27, 47, 67, 87	70	60	60	70	70	60	50	70	60	50	60
08, 28, 48, 68, 88	30	30	40	50	40	20	20	0	20	30	40
09, 29, 49, 69, 89	50	40	40	30	40	40	40	50	40	30	25
10, 30, 50, 70, 90	25	20	10	0	10	20	40	40	30	40	35
11, 31, 51, 71, 91	15	5	0	0	20	40	40	50	50	40	40
12, 32, 52, 72, 92	40	30	10	0	15	25	20	10	20	20	15
13, 33, 53, 73, 93	70	50	50	40	50	50	50	40	30	40	40
14, 34, 54, 74, 94	30	30	40	50	40	30	40	30	40	30	40
15, 35, 55, 75, 95	50	60	40	40	30	30	20	30	20	20	40
16, 36, 56, 76, 96	20	10	20	30	40	30	40	40	35	40	40
17, 37, 57, 77, 97	55	50	40	40	30	20	0	20	40	30	35
18, 38, 58, 78, 98	80	70	80	90	90	70	60	60	70	60	70

19, 39, 59, 79, 99	35	40	20	20	30	40	40	60	60	60	65
20, 40, 60, 80, 00	20	15	10	20	40	40	40	30	20	20	30

Таблица 2 – Параметры местных предметов

Последние две цифры зачетной книжки	Местные предметы	K1	K2	Высота местных предметов, м	Вид местных предметов
01, 21, 41, 61, 81	1	0	0,1	14	строение лес
	2	0,1	0,8	25	
02, 22, 42, 62, 82	1	0,1	0,3	30	строение лес
	2	0,4	0,6	20	
03, 23, 43, 63, 83	1	0	0,3	17	строение лес
	2	0,3	0,9	14	
04, 24, 44, 64, 84	1	0,1	0,4	16	строение лес
	2	0,5	0,7	10	
05, 25, 45, 65, 85	1	0	0,3	22	строение лес
	2	0,4	0,7	25	
06, 26, 46, 66, 86	1	0	0,2	30	строение лес
	2	0,3	0,8	40	
07, 27, 47, 67, 87	1	0,1	0,7	23	строение лес
	2	0,7	0,9	12	
08, 28, 48, 68, 88	1	0	0,4	14	строение лес
	2	0,5	0,8	18	
09, 29, 49, 69, 89	1	0,1	0,3	25	строение лес
	2	0,4	0,6	12	
10, 30, 50, 70, 90	1	0	0,6	15	строение лес
	2	0,6	0,9	20	
11, 31, 51, 71, 91	1	0	0,3	33	строение лес
	2	0,3	0,5	22	
12, 32, 52, 72, 92	1	0,1	0,4	11	строение лес
	2	0,5	0,7	22	
13, 33, 53, 73, 93	1	0	0,4	33	строение лес
	2	0,4	0,8	20	
14, 34, 54, 74, 94	1	0,2	0,7	15	строение лес
	2	0,7	0,9	15	
15, 35, 55, 75, 95	1	0	0,3	17	строение лес
	2	0,4	0,8	23	
16, 36, 56, 76, 96	1	0	0,4	20	строение лес
	2	0,5	0,8	10	
17, 37, 57, 77, 97	1	0	0,7	12	строение лес
	2	0,7	0,9	26	
18, 38, 58, 78, 98	1	0	0,5	13	строение лес
	2	0,6	0,9	17	
19, 39, 59, 79, 99	1	0	0,4	10	строение лес
	2	0,5	0,7	20	
20, 40, 60, 80, 00	1	0	0,3	22	строение лес
	2	0,4	0,8	15	

## 2. ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ С ОЦЕНКОЙ

### Раздел 1: Радиорелейные системы связи

1. Классификация РРЛ.
2. Основное уравнение радиосвязи
3. Влияние кривизны земной поверхности и рефракции радиоволн на расстояние прямой видимости радиолинии.

4. Влияние подстилающей поверхности земли на множитель ослабления радиолинии.
5. Построение профиля местности в условиях рефракции радиоволн.
6. Расчет множителя ослабления на полукрытых и закрытых трассах.
7. Тропосферные радиолинии.
8. Построение многоствольных радиолиний, назначение стволов, план распределения частот
9. Качество связи радиолинии, минимально-допустимый множитель ослабления
10. Устойчивость связи, показатель неготовности, субрефракция, влияние гидрометеоров и радиопомех, интерференционные замирания
11. Нормирование качества связи радиолиний, гипотетически эталонные цепи
12. Структурные схемы построения радиорелейных станций, многопозиционные методы модуляции по промежуточной частоте, контроль и управление сетью радиорелейных станций
13. Мультиплексирование цифровых потоков, организация цифровых стыков, резервирование стволов, организация шлейфов
14. Качественные показатели работы радиорелейных станций, показатели неготовности и показатели качества по ошибкам, масштабируемые радиорелейные станции
15. Расчет дальности прямой видимости между передатчиком и приемником
16. Построение линий нулевого уровня, подстилающей поверхности и местных предметов, области существенного распространения
17. Выбор высоты подвеса приемной и передающей антенны
18. Расчет требуемой мощности передатчика при известной дальности действия
19. Расчет медианного множителя ослабления тропосферной радиолинии
20. Расчет потерь усиления антенн при тропосферном распространении радиоволн
21. Контроль и управление сетью РРС
22. Мультиплексирование цифровых потоков
23. Организация цифровых стыков в сети
24. Качественные показатели работы радиорелейной станции
25. Автоматизированное проектирование сети радиорелейных линий.

## **Раздел 2: Космические и спутниковые системы связи**

1. Орбиты спутников, высота, наклонение, период обращения, законы движения, орбита Молния.
2. Геостационарные спутники, наклонная дальность, азимут и угол места, особенности эксплуатации
3. Зоны видимости, покрытия и обслуживания, заявочная характеристика антенны, зона гарантированного уровня сигналов 1. Энергетические характеристики земных станций и спутникового ретранслятора, эффективно-изотропная излучаемая мощность, плотность потока мощности, основное и дополнительное затухание, диаграмма уровней.
4. Ослабление спутниковых сигналов, поглощение радиоволн газами атмосферы, затухание в гидрометеорах, потери в условиях рефракции и неточности наведения антенн, фазовые эффекты, деполяризация сигналов гидрометеорами.
5. Шумовая температура приемной системы, космические шумы и шумы приемника.
6. Диаграмма уровней однокачковой спутниковой линии связи
7. Потери в фидерном тракте
8. Усиление антенн
9. Состав земных станций и спутниковых ретрансляторов, спутники Экспресс, Галс, Ямал
10. Многостанционный доступ, частотное разделение каналов, временное разделение каналов, кодовое разделение каналов
11. Бортовые ретрансляционные комплексы, гетеродинного типа, с однократным преобразованием частоты, с обработкой сигналов, с многолучевой коммутацией.
12. Бортовые передатчики, лампа бегущей волны, клистроны, твердотельные передатчики, малозумящие усилители.
13. Спутниковое телевидение, спутники телевизионного вещания, установки индивидуального приема, конверторы, мультифиды, декодирующие приемные устройства.

14. Исследование эффективности использования радиочастотного спектра земными станциями VSAT

15. Расчет характеристик сети земных станций приема и передачи

16. Влияние шумов конвертора на отношение сигнал-шум на входе приемника.

## 8 СЕМЕСТР

### 1. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на выполнение студентами контрольной работы

«Расчет системы сотовой связи»

В соответствии с вариантом на выполнение контрольной работы (табл. 2) провести расчет параметров топографии однородной сотовой сети связи стандарта WCDMA при развертывании на территории города с площадью территории 150 км<sup>2</sup>:

-число абонентов одновременно обслуживаемых в одной соте,

-количество базовых станций,

-радиус соты,

-мощность передатчика базовой станции.

Таблица 2 – Варианты заданий на выполнение контрольной работы.

Последняя цифра зачетной книжки	Потенциальное число абонентов	Вероятность ухудшения $S/I$ , %	Высота подвеса антенны базовой станции, м	Ширина главного лепестка ДН базовой станции, град	Среднеквадратическое отклонение уровня принимаемого сигнала, дБ
0	12 000	2	30	360	6
1	8 500	5	25	60	6
2	13 500	4	35	120	6
3	10 000	10	20	120	10
4	11 500	6	15	160	5
5	14 100	8	25	360	9
6	23 000	3	35	360	5
7	18 000	4	25	120	7
8	16 500	21	20	120	8
9	13 000	20	30	60	10

### 2. ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Классификация РРЛ.

2. Корреляционный приемник шумоподобных радиосигналов, сформированных по методу прямой последовательности.

3. Дальность действия РРЛ в свободном пространстве. Множитель ослабления.

4. Формирование шумоподобных радиосигналов на основе метода прямой последовательности.

5. Влияние кривизны земной поверхности и рефракции радиоволн на расстояние прямой видимости.

6. Многостанционный доступ с частотным и временным разделением каналов.
7. Учет рельефа местности в условиях рефракции радиоволн. Профиль трассы.
8. Спутниковые системы связи «Экспресс» и «Галс».
9. Влияние подстилающей поверхности земли на расчет множителя ослабления на открытых трассах. Относительный просвет трассы.
10. Расчёт множителя ослабления на полуоткрытых и закрытых трассах при аппроксимации препятствий сферой.
11. Состав земных и космических станций.
12. Многоствольные РРЛ.
13. Диапазоны частот, используемые в спутниковых системах связи.
14. Частотный план многоствольной РРЛ.
15. Расчет однокачковой спутниковой линии связи.
16. Шумовая температура приемной системы спутниковой линии связи.
17. Устойчивость связи РРЛ. Показатели неготовности РРЛ.
18. Влияние деполяризации радиоволн в гидрометеорах на работу спутниковых систем связи.
19. Влияние эффекта Фарадеевского вращения плоскости поляризации в ионосфере на работу спутниковых систем связи.
20. Энергетические потери спутниковых систем связи, обусловленные рефракцией и неточностью наведения антенн.
21. Затухание сигналов спутниковых систем связи гидрометеорами.
22. Поглощение энергии сигналов спутниковых систем связи газами атмосферы.
23. Применение уравнения радиосвязи в спутниковых системах связи.
24. Энергетический расчет спутниковых систем связи. Диаграмма уровней сигналов.
25. Нормирование качества связи РРЛ. Гипотетические эталонные цепи.
26. Зоны видимости, покрытия и обслуживания ИСЗ.
27. Показатели качества по ошибкам ЦРРЛ.
28. Геоостационарные ИСЗ.
29. Структурные схемы цифровых радиорелейных станций с модуляцией сигналов на промежуточной частоте.
30. Характеристики орбиты ИСЗ «Молния».
31. Структурные схемы передатчиков цифровых радиорелейных станций с манипуляцией сигналов по высокой частоте.
32. Орбиты ИСЗ.
33. Классификация систем подвижной радиосвязи. Классификация транкинговых систем связи.
34. Обобщенная структурная схема базовой станции транкинговой системы связи.
35. Бортовые ретрансляционные комплексы ИСЗ.
36. Частотно-территориальное планирование транкинговых систем связи.
37. Бортовые радиоприемные устройства ИСЗ.
38. Сотовая структура организации систем подвижной радиосвязи.
39. Модели радиоканалов сотовых систем связи.
40. Выбор кластера на основе заданного отношения сигнал-интерференция.
41. Частотно-территориальное планирование сотовых систем связи с частотным и временным разделением абонентских каналов.
42. Показатели качества по ошибкам цифровых РРЛ.
43. Основные этапы проектирования транкинговых систем связи.
44. Бортовые передающие устройства ИСЗ.
45. Санитарно-защитная зона и зона ограниченной застройки.
46. Индивидуальный прием спутниковых телевизионных программ.
47. Частотно-территориальное планирование сотовых систем связи с кодовым разделением абонентских каналов.