ЭТАП 2 (задачи 5 - 8)

Задача 5

Произвести расчет запаса на замирание и затухание радиоволн в свободном пространстве при работе РРЛ.

Таблица 1.3а - Исходные данные

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Коэффициенты усиления передающей антенны, $G_{ПРД}$ дБ	45,5	46	47	45	46,5	47,5	44	44,5	46,5	45
Коэффициент усиления приемной антенны, $G_{ПРМ,}$ дБ	42	43	41	39	44	41	40	39	42	41
Коэффициент системы, S_c, дБ	115	110	120	117	116	118	121	114	119	113
Коэффициент полезного действия антенно-фидерного тракта, дБ	4	5	5,5	3,5	4	5	5,5	3,5	4	5

<u>Примечание:</u> значение частоты f берется из задачи 2

Таблица 1.3б - Исходные данные

Параметры	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Коэффициенты усиления передающей антенны, $G_{ПРД}$ дБ	43,5	44,5	46	43	45	48	45	46	47,5	46
Коэффициент усиления приемной антенны, $G_{ПРМ,}$ дБ	39	42	43	40	44	41	40	39	42	41
Коэффициент	110	115	117	119	118	119	120	112	114	116

системы, S_c, дБ										
Коэффициент полезного действия антенно-фидерного тракта, дБ	5	4	4,5	5,5	4,5	5,5	5	4,5	4,5	5

<u>Примечание:</u> значение частоты f берется из задачи 2

Методика решения

Запас на замирания вычисляется по формуле:

$$F_t = S_G + G_{ПРД} + G_{ПРМ} - 2\eta - L_0, \text{ дБ}, \qquad (1.12)$$

где S_G - коэффициент системы, дБ

$G_{ПРД}, G_{ПРМ}$ - коэффициенты усиления передающей и приемной антенн;

2η - коэффициент полезного действия антенно-фидерного тракта;

L_0 - затухание радиоволн в свободном пространстве

$$L_0 = 20\left[\lg(f, \text{МГц}) + \lg(d)\right] + 32.45, \text{ дБ}, \qquad (1.13)$$

где $d=R_0$ – длина пролета, км.

Пример решения и оформления

Задача 5

Исходные данные:

$G_{ПРД}$=46 дБ;

$G_{ПРМ}$=41 дБ;

S_c = 116 дБ;

2η = 5 дБ;

f = 7 ГГц.

Найти: L_0, Ft.

Решение.

Затухание радиоволн в свободном пространстве для данной радиотрассы равно:

$$L_0 = 20\left[\lg(f, \text{МГц}) + \lg(d)\right] + 32.45 = 20\left(\lg(7 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6}) + \lg(44)\right) + 32,45 =$$
$$= 142,22 \text{ дБ}.$$

Тогда требуемый запас на замирания будет равен:

$$F_t = S_G + G_{\text{ПРД}} + G_{\text{ПРМ}} - 2\eta - L_0 = 116 + 46 + 41 - 5 - 142,22 = 55,78 \text{ дБ}$$

Ответ: $L_0 = 142,22$ дБ, $F_t = 55,78$ дБ.

Задача 6

Определение эффективной длины пролета при дожде. Длина пролета берется из первой задачи.

Задача 7

Определение затухания существующего в течение 0,01% времени. Длина волны берется из второй задачи.

Задача 8

Рассчитать время ухудшения связи из-за дождя.

Методика решения задач 6 - 8

Чем выше частота радиоизлучения, тем сильнее влияет на ослабление сигнала размер капель и интенсивность дождя. Поэтому при расчете времени ослабления необходимо учитывать климатическую зону в зависимости от интенсивности дождя в течение 0,01% времени.

Для нашей климатической зоны $R_{0,01}$ =22 мм/час. Коэффициенты регрессии для оценки затухания в зависимости от поляризации волны представлены в таблице 1.4.

В случае отсутствия в таблице значения частоты, указанного в варианте, необходимо провести линейную интерполяцию данных с учетом предыдущего и последующего заданных значений.

Пусть согласно варианту задано значение частоты Fn=11 ГГц. Находим ближайшее к Fn значение частоты, меньшее Fn, представленное в таблице. Это будет Fn-1. В данном случае Fn-1=10 ГГц. Далее находим в таблице ближайшее к Fn значение частоты, большее Fn. Это будет Fn+1. Для данного примера Fn+1=12 ГГц. Обозначим искомое значение параметра как xn. Тогда

$$x_n = x_{n-1} + \frac{F_n - F_{n-1}}{F_{n+1} - F_{n-1}} \cdot \frac{x_{n+1} - x_{n-1}}{1} \qquad (1.14)$$

Данная формула используется для поиска всех четырех коэффициентов, представленных в таблице.

Так как интенсивность дождя неравномерно распределяется вдоль трассы, определяем эффективную длину пролета

$$d_э = r \cdot R_0, \qquad (1.15)$$

где R_0 – длина пролета, км;

$r = \frac{1}{1 + R_0/d_0}$ - коэффициент уменьшения;

$d_0 = 35 \cdot e^{-0.015 R_{0.01}}$ - опорное расстояние, км.

Удельное затухание в дожде в зависимости от поляризации волны:

$$\gamma = \kappa \cdot R_{0.01}^{\alpha} \text{ (дБ)}. \qquad (1.16)$$

Определяется для горизонтальной и вертикальной поляризации и выбирается наименьшее:

$$\gamma_н = \kappa_н \cdot R_{0.01}^{\alpha_н} \text{ и } \gamma_V = \kappa_V \cdot R_{0.01}^{\alpha_V}, \text{ дБ}. \qquad (1.17)$$

Затухание на трассе, превышающее 0,01% времени определяется по формуле

$$A_{0.01} = \gamma \cdot d_э, \text{ дБ} \quad . \qquad (1.18)$$

при $A_{0.01} / F_t \prec 0.155$ при проведении дальнейших расчетов принимаем $A_{0.01} / F_t = 0.155$.

Время, в течение которого ослабление сигнала больше, чем запас на замирание:

$$T_g = 10^{11.628(-0.546+\sqrt{0.29812+0.172\cdot\lg(0.12\cdot A_{0.01}/F_t)})}, \%; \qquad (1.19)$$

Таблица 1.4 - Коэффициенты регрессии для оценки затухания

Частота, ГГц	k_H	k_V	α_H	α_V
1	0,0000387	0,0000352	0,912	0,880
2	0,0001540	0,000138	0,963	0,923
4	0,00065	0,000591	1,121	1,075
6	0,00175	0,00155	1,308	1,265
7	0,00301	0,00265	1,332	1,312
8	0,00454	0,00395	1,327	1,31
10	0,101	0,00887	1,276	1,264
12	0,0188	0,0168	1,217	1,2
15	0,0367	0,0335	1,154	1,128
20	0,0751	0,0691	1,099	1,065
25	0,124	0,113	1,061	1,03
30	0,187	0,167	1,021	1
35	0,283	0,233	0,979	0,963
40	0,35	0,51	0,939	0,929

Пример оформления (см. задачи 1 - 5)