

Министерство образования и науки РФ
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева
Кафедра “Производственная безопасность, экология и химия”

Электромагнитные излучения, создаваемые телевизионными станциями

Методические указания по выполнению практических работ по курсу
“Экология”

Н.Новгород, 2014 г.

УДК 502.7:311.1

Электромагнитные излучения, создаваемые телевизионными станциями:
Методические указания по выполнению практических работ по курсу
“Экология”/НГТУ; Сост.: О.В.Маслеева, А.Б.Елькин, Т.И.Курагина. Н.Новгород:
НГТУ.- 2014, 9 с.

1. Цель работы :

- изучить влияние электромагнитного излучения радиочастотного диапазона на организм человека;
- рассчитать электромагнитное излучение, создаваемое передающей антенной телецентра.

2. Краткие сведения из теории.

2.1. Характеристики электромагнитного излучения:

Основными характеристиками электромагнитного излучения (ЭМИ) являются:

-частота, Гц;

Радиоволны, в зависимости от частоты, делятся на диапазоны:

ДВ	100	-	300	кГц
СВ	0.3	-	3	мГц
КВ	3	-	30	мГц
УКВ	30	-	300	мГц
СВЧ	0,3	-	300	гГц.

-напряженность электрического поля E , В/М;

-напряженность магнитного поля H , А/М;

-плотность потока энергии W , Вт/м².

2.2. Действие электромагнитного излучения на человека

Влияние на организм человека электромагнитного излучения радиочастот большой интенсивности связано с частичным поглощением их энергии тканями тела, что вызывает тепловой эффект.

Под воздействием высокочастотного электромагнитного излучения ионы тканей приходят в движение; в тканях возникают высокочастотные токи, сопровождающиеся поглощением энергии полей. Если механизм терморегуляции тела не способен рассеять избыточное тепло, возможно повышение температуры тела. Некоторые органы и ткани человека более чувствительны к облучению (мозг, глаза, почки, кишечник).

Проводимость тканей пропорциональна содержанию в них тканевой жидкости; наибольшую проводимость имеют кровь и мышцы, а наименьшую - жировые ткани. Толщина жирового слоя в облучаемом участке оказывает влияние на степень отражения волн от поверхности тела человека. Головной и спинной мозг имеют незначительный жировой слой, а глаза совершенно его не имеют, поэтому эти органы подвергаются наибольшему воздействию.

Систематическое и длительное воздействие на человека электромагнитных полей различных частот с интенсивностью, превышающей предельно допустимые уровни (ПДУ), может привести к некоторым функциональным изменениям в организме, в первую очередь - в центральной нервной системе. Эти изменения в организме могут проявляться в головной боли, нарушении сна,

повышенной утомляемости, раздражительности и ряде других симптомов. Кроме функциональных возможны также необратимые изменения в организме: торможение рефлексов, понижение кровяного давления, замедление сокращения сердца, изменение состава крови, помутнение хрусталика глаза.

Степень воздействия на человека электромагнитных полей зависит от интенсивности облучения, его длительности, расстояния от источника образования поля и от индивидуальной чувствительности организма человека.

2.3. Нормирование электромагнитного излучения.

Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях» устанавливают предельно-допустимые уровни (ПДУ) воздействия на людей электромагнитных излучений в диапазоне частот 30 кГц - 300 ГГц.

При работе радио и теле станций магнитная составляющая по своей величине не имеет существенного значения, поэтому интенсивность ЭМИ оценивается только по величине напряженности электрического поля (Е, в/м).

Таблица 1 - Предельно допустимые уровни ЭМИ, создаваемые телевизионными станциями

Частота, МГц	ПДУ, в/м
30-60	5
60-120	4
120-240	3
240-300	2,5

При одновременном облучении от нескольких источников, для которых установлены разные ПДУ, должно соблюдаться следующее условие:

$$\alpha = \sum_{i=1}^n \left(\frac{E_i}{\text{ПДУ}_i} \right)^2 \leq 1 \quad (1)$$

где :

E_i - напряженность электрического поля, создаваемого i -источником, в/м,

ПДУ_i - предельно-допустимый уровень для i -источника, в/м.

Для защиты населения от ЭМИ мощных телерадиостанций (свыше 100 кВт) КВ диапазона, они должны размещаться за пределами населенных мест, вдали от жилой застройки.

Вокруг теле радиостанций создают санитарно-защитные зоны, размеры которых должны обеспечивать предельно-допустимый уровень ЭМИ в населенных местах (табл.2).

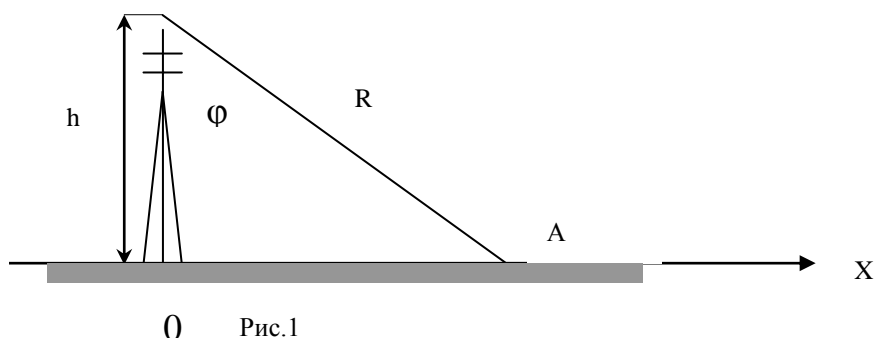
Таблица 2 - Размеры санитарных зон

Суммарная мощность передатчика, кВт	Размеры санитарной зоны, м
до 10	в пределах технической территории
10-75	200-300
75-160	400-500
более 160	500-1000

Санитарная зона разделяется на зону строгого режима (50-100 м) и зону ограниченного пользования в зависимости от мощности передатчика. В зоне строгого режима допускается пребывание только работников передающей станции, и ограниченное время.

В зоне ограниченного пользования можно располагать объекты, в которых граждане могли бы находиться менее 8 час (гаражи, хозяйственно-бытовые помещения и др.)

2.4 Определение напряженности электрического поля в расчетной точке



Электрическая напряженность ЭМИ в расчетной точке А определяется по формуле:

$$W = \bar{E} * \bar{H} = \frac{E^2}{377} = \frac{P * \varphi}{4 * \pi * R^2} \quad (2)$$

$$E = \sqrt{\frac{30 * P * \varphi}{h^2 + x^2}} \quad (3),$$

где: P - мощность источника, Вт
 φ - коэффициент направленности антенны, рад

$$\varphi = \arctg \frac{x}{h} \quad (4),$$

где: R - расстояние от антенны до расчетной точки, м
h - высота антенны, м
x - расстояние от основания антенны до расчетной точки, м.

Электрическая напряженность ЭМИ в жилом помещении определяется по формуле:

$$E^* = k * E \quad (5),$$

где: k - ослабление ЭМИ стенами здания,

$k=1$ для кирпичных стен;

$k=0,2$ для панельных стен.

3.Задание к работе

3.1 Рассчитать электрическую напряженность ЭМИ, создаваемого телевизионными передающими антеннами, по мере удаления от телецентра. ($X=0$, $X=50$, $X=70$, $X=100$, $X=150$, $X=200$, $X=250$, $X=300$) Построить график $\alpha = f(x)$. Определить на каком расстоянии электрическая напряженность уменьшается до ПДУ (табл. 1).

3.2 Определить размер санитарной зоны по табл. 2 и определить напряженность электрического поля внутри жилого дома, расположенного на границе санитарной зоны и сравнить с ПДУ.

4. Пример расчета

Исходные данные приведены в табл 3.

Таблица 3.

h, м	1 канал		2 канал		3 канал	
	f_1	P_1	f_2	P_2	f_3	P_3
100	80	5000	110	10000	210	2500

Где:

h - высота антенны;

f_i - частота, МГц;

p_i - мощность передатчика, Вт

Определим ПДУ для каждого канала по табл. 1 и занесем в табл.4.

Определим электрическую напряженность в расчетных точках по формуле 3 и результаты расчета сведем в табл. 4 и рис.2.

$$x=50 \quad E_1 = \sqrt{\frac{30 * P * \arctg \frac{x}{h}}{h^2 + x^2}} = \sqrt{\frac{30 * 5000 * \arctg \frac{50}{100}}{50^2 + 100^2}} = 2,35 \text{ в/м}$$

$$E_2 = \sqrt{\frac{30 * 10000 * \operatorname{arctg} \frac{50}{100}}{50^2 + 100^2}} = 3,32 \text{ В/м}$$

$$E_3 = \sqrt{\frac{30 * 2500 * \operatorname{arctg} \frac{50}{100}}{50^2 + 100^2}} = 1,66 \text{ В/м}$$

$$\alpha = (2,35/4)^2 + (3,32/4)^2 + (1,66/3)^2 = 0,36$$

Таблица 4

X	$\operatorname{arctg} \frac{x}{h}$	E_1	E_2	E_3	α
0	0	0	0	0	0
50	0,464	2,35	3,32	1,66	1,34
100	0,785	2,42	3,43	1,72	1,43
150	0,983	2,13	3,02	1,51	1,11
200	1,107	1,82	2,58	1,29	0,808
250	1,190	1,57	2,21	1,11	0,596
300	1,249	1,37	1,94	0,97	0,456
ПДУ	-	4	4	3	1

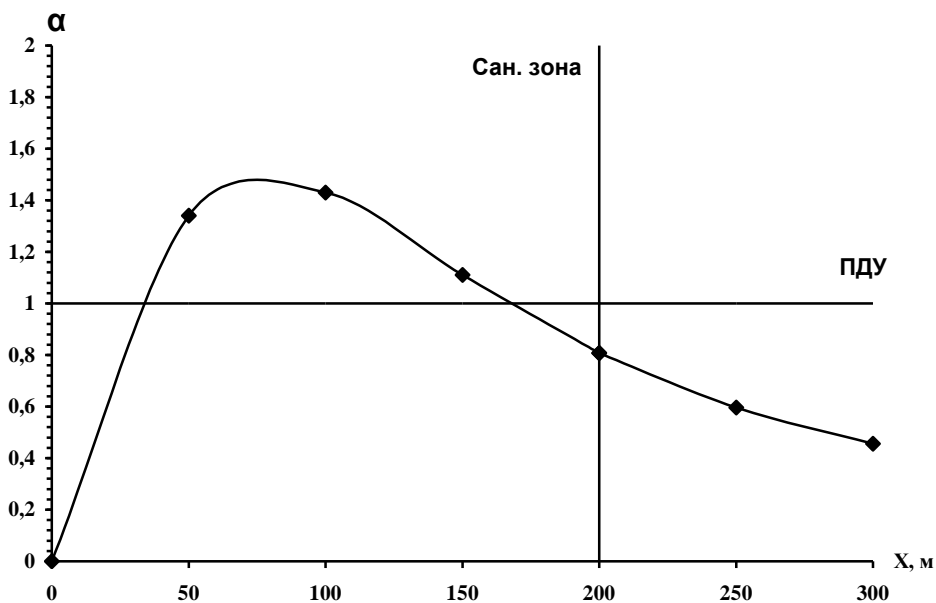


Рис. 2

Суммарная мощность передатчиков

$$5000 + 10000 + 2500 = 17500 \text{ Вт} = 17,5 \text{ кВт}$$

Отсюда по табл.2 определяем размер санитарной зоны – 200 м.

Находим по табл.5 величину E для $X=200$ м и рассчитываем напряженность электрического поля в кирпичном и панельном домах

Таблица 5

	E_1	E_2	E_3	α
$X=200$	1,82	2,58	1,29	0,808
Кирпичный дом	1,82	2,58	1,29	0,808
Панельный дом	0,364	0,516	0,258	0,032
ПДУ	4	4	3	1

На границе санитарной зоны ЭМИ в кирпичных и панельных домах не превышает допустимого.

5. Варианты заданий

Рассчитать электрическую напряженность, создаваемую телевизионным передатчиком, по мере удаления от него в соответствии с заданным вариантом (табл. 6).

В таблице даны высота антенны, частоты и мощность передатчиков.

6. Рекомендуемая литература

1. Экология : Учеб.пособие / А. В. Тотай [и др.] ; Под общ.ред.А.В.Тотая. - 2-е изд.,перераб.и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 407 с.
2. Новгородцев А.Б. «Расчет электрических и магнитных полей». – Л. 1975г.
3. Безопасность жизнедеятельности : Практикум / Р. И. Айзман [и др.]. - М.; Новосибирск : АРТА, 2011. - 288 с.

Таблица 6

№ Варианта	Высота антенны h	1 канал		2 канал		3 канал	
		f ₁	P ₁	f ₂	P ₂	f ₃	P ₃
1	300	31	1100	61	3100	121	6100
2	290	32	1200	62	3200	122	6200
3	280	33	1300	63	3300	123	6300
4	270	34	1400	64	3400	124	6400
5	260	35	1500	65	3500	125	6500
6	250	36	1600	66	3600	126	6600
7	240	37	1700	67	3700	127	6700
8	230	38	1800	68	3800	128	6800
9	220	39	1900	69	3900	129	6900
10	210	40	100	70	4000	130	7000
11	200	41	1100	71	4100	131	7100
12	190	42	1200	72	4200	132	7200
13	180	43	1300	73	4300	133	7300
14	170	44	1400	74	4400	134	7400
15	160	45	1500	75	4500	135	7500
16	150	46	1600	76	4600	136	7600
17	140	47	1700	77	4700	137	7700
18	130	48	1800	78	4800	138	7800
19	120	49	1900	79	4900	139	7800
20	110	50	2000	80	5000	140	8000
21	100	51	2100	81	5100	141	8100
22	90	52	2200	82	5200	142	8200
23	80	53	2300	83	5300	143	8300
24	90	54	2400	84	5400	144	8400
25	100	55	2500	85	5500	145	8500
26	110	59	2600	86	5600	146	8600
27	120	57	2700	87	5700	147	8700
28	130	58	2800	88	5800	148	8800
29	140	59	2900	89	5900	149	8900
30	150	59,5	3000	90	6000	150	9000

где: h - высота антенны, м;

f - частота, МГц ;

P - мощность передатчика, Вт.

