

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ В ЗАДАННОМ РАЙОНЕ С УЧЕТОМ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ: ЧАСТЬ 2

ЧЕРЕМУХИН Дмитрий Андреевич

магистр

ФГАОУ ВО «Дальневосточный Федеральный университет»

г. Владивосток, Россия

Во второй части данной статьи будет выбрано место размещения антенн проектируемой базовой станции с учетом существующей застройки, расчет электромагнитного фона с помощью программного комплекса SanZone для подготовки санитарно-эпидемиологического заключения на передающий радиотехнический объект, а также произведен расчет плотности потока энергии выбранных контрольных точек на карте.

Ключевые слова: SanZone, излучение, зона ограничения застройки, высота подвеса, азимут, коэффициент усиления.

Посетив исследуемый район и проводя анализ карты, было принято решение, о том, что мачта с антеннами проектируемой БС будет располагаться на другом краю открытой парковки на крыше двухэтажного нежилого здания (автомастерская), расположенного по адресу: Примор-

ский край, г. Владивосток, ул. Харьковская, 2а ст. 3. Антенные устройства будут размещены на типовых антенных металлоконструкциях (трубостойках), на крыше нежилого здания ($H=6$ м). Высота подвеса антенных устройств составляет 20 метров над поверхностью земли.

Таблица 1

МЕСТО РАЗМЕЩЕНИЯ АНТЕНН ПРОЕКТИРУЕМОЙ БС

Антенна (название)	X, м	Y, м	Азимут, град
N1	-103,8	30,7	355
O1	-103,8	30,7	265
S1	-103,8	30,7	145

Далее произведем выбор оборудования. Исходя из технического задания, требуется БС, которая может работать в стандартах связи GSM-900/DCS-1800/UMTS/LTE-1800. Таковой является Huawei DBS3900 – распределенная БС, состоящая из узла обработки базовой по-

лосы (BBU) и радиомодулей (RRU). Оба модуля отличаются гибкостью установки, простой развертывания на объекте и низким энергопотреблением. Также к данной БС выбраны 3 панельные антенны Kathrein 80010684, спецификация которых приведена на рисунке 1.

Quad-band Panel Frequency Range HPBW

R1	B1	B2	Y1
790–960	1710–1880	1920–2170	2490–2690
65°	65°	65°	65°

KATHREIN

4XPol Panel 790–960/1710–1880/1920–2170/2490–2690 65°/65°/65°/65° 15/16.5/16.5/17dBi
0°–16°/2°–10°/2°–10°/2°–10°T

Type No.	80010684		
Low band	R1, connector 1–2		
	790–960		
Frequency range	790 – 862 MHz	824 – 894 MHz	880 – 960 MHz
Polarization	+45°, –45°	+45°, –45°	+45°, –45°
Average gain (dBi)	14.5 ... 14.4 ... 14.1 0° ... 8° ... 16°	14.6 ... 14.5 ... 14.2 0° ... 8° ... 16°	14.8 ... 14.6 ... 14.2 0° ... 8° ... 16°
Horizontal Pattern:			
Half-power beam width	69°	68°	67°
Front-to-back ratio, copolar (180°±30°)	> 25 dB	> 25 dB	> 25 dB
Cross polar ratio Main direction 0° Sector ±60°	Typically: 25 dB > 10 dB	Typically: 25 dB > 9 dB	Typically: 23 dB > 9 dB
Vertical Pattern:			
Half-power beam width	16.5°	16.0°	15.0°
Electrical tilt	0°–16°, continuously adjustable		
Sidelobe suppression – for first sidelobe above main beam – within 0°–20° sector above horizon	0° ... 8° ... 16° T 17 ... 15 ... 16 dB 17 ... 15 ... 15 dB	0° ... 8° ... 16° T 17 ... 15 ... 17 dB 17 ... 15 ... 16 dB	0° ... 8° ... 16° T 16 ... 15 ... 16 dB 16 ... 15 ... 15 dB
VSWR	< 1.5		
Isolation: Intrasystem	> 30 dB		
Isolation: Intersystem	> 30 dB (790–960 // 1710–1880 // 1710–2170 // 2490–2690 MHz)		
Intermodulation IM3	< –150 dBc (2 x 43 dBm carrier)		
Max. power per input	500 W (at 50 °C ambient temperature)		
Total power	1000 W (at 50 °C ambient temperature)		



High bands	B1, connector 3–4	B2, connector 5–6	Y1, connector 7–8
	1710–1880	1920–2170	2490–2690
Frequency range	1710 – 1880 MHz	1920 – 2170 MHz	2490 – 2690 MHz
Polarization	+45°, –45°	+45°, –45°	+45°, –45°
Average gain (dBi)	16.1 ... 16.3 ... 16.1 2° ... 6° ... 10°	16.3 ... 16.5 ... 16.1 2° ... 6° ... 10°	16.5 ... 17.1 ... 16.6 2° ... 6° ... 10°
Horizontal Pattern:			
Half-power beam width	65°	64°	63°
Front-to-back ratio, copolar (180°±30°)	> 25 dB	> 25 dB	> 25 dB
Cross polar ratio Main direction 0° Sector ±60°	Typically: 18 dB > 10 dB	Typically: 21 dB > 10 dB	Typically: 23 dB > 10 dB
Vertical Pattern:			
Half-power beam width	6.8°	6.0°	4.8°
Electrical tilt	2°–10°, continuously adjustable	2°–10°, continuously adjustable	2°–10°, continuously adjustable
Sidelobe suppression – for first sidelobe above main beam – within 0°–20° sector above horizon	2° ... 6° ... 10° T 16 ... 15 ... 16 dB 15 ... 15 ... 16 dB	2° ... 6° ... 10° T 15 ... 16 ... 17 dB 15 ... 16 ... 15 dB	2° ... 6° ... 10° T 15 ... 16 ... 17 dB 15 ... 17 ... 14 dB
VSWR	< 1.5		
Isolation: Intrasystem	> 28 dB		
Isolation: Intersystem	> 30 dB (790–960 // 1710–2170 // 2490–2690 MHz)		
Intermodulation IM3	< –150 dBc (2 x 43 dBm carrier)		
Max. power per input	150 W (at 50 °C ambient temperature)	150 W (at 50 °C ambient temperature)	150 W (at 50 °C ambient temperature)
Total power	300 W (at 50 °C ambient temperature)	300 W (at 50 °C ambient temperature)	300 W (at 50 °C ambient temperature)
Input	8 x 7-16 female (long neck)		
Connector position	Bottom		
Adjustment mechanism	4x, Position bottom, continuously adjustable		
Wind load (at 150 km/h)	Frontal / lateral / rear side: 700 / 270 / 730 N		
Height/width/depth	1403 / 300 / 152 mm		
Category of mounting hardware	M (Medium)		
Weight	23 kg / 25 kg (clamps incl.)		
Scope of supply	Panel and 2 units of clamps for 42 – 115 mm diameter		

112

For more information about additional mounting accessories please refer to page 189

Рисунок 1. Спецификация антенны Kathrein 80010684

Таблица 2

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЕКТИРУЕМОГО ОБЪЕКТА

Место нахождения ПРТО	Приморский край, г. Владивосток, западная сторона автостоянки по ул. Харьковская, 1 N 43°05'56,7" E 131° 54' 39,72"	
Количество РПДУ ПРТО	БС DBS 3900 GSM-900 БС DBS3900 DCS-1800 БС DBS3900 UMTS -2100 БС DBS3900 LTE-1800	6 (2/2/2) 9 (3/3/3) 9 (3/3/3) 3 (1/1/1)
Диапазоны рабочих частот РПДУ ПРТО	БС DBS 3900 GSM-900 БС DBS3900 DCS-1800 БС DBS3900 UMTS -2100 БС DBS3900 LTE-1800	925 – 960 МГц 1710 – 1990 МГц 1920 – 2200 МГц 1710 – 1990 МГц
Мощности излучения передатчиков, Вт	БС DBS 3900 GSM-900 БС DBS3900 DCS-1800 БС DBS3900 UMTS -2100 БС DBS3900 LTE-1800	20 Вт 20 Вт 20 Вт 20 Вт
Состав антенной системы	БС DBS3900 GSM-900/DCS-1800/UMTS/LTE-1800 - 3 панельные антенны Kathrein 80010684 N1/O1/S1 GSM-900/DCS-1800/UMTS/LTE-1800	
Высота установки антенн относительно поверхности земли	80010684 N1/O1/S1 GSM-900/DCS-1800/UMTS/LTE-1800	20/20/20/20 М
Коэффициенты усиления антенных устройств на передачу (dBi)	80010684 N1/O1/S1 GSM-900/DCS-1800/UMTS/LTE-1800	16,3/16,3/16,3 дБ
Азимут излучения (угол наклона мех./эл./сумм.), (градусы)	N1 = 355 град, с углом наклона: 0°/0°/0°; O1 = 265 град, с углом наклона: 0°/0°/0°; S1 = 145 град, с углом наклона: 0°/0°/0°.	
Режим работы ПРТО	Круглосуточный, непрерывный	

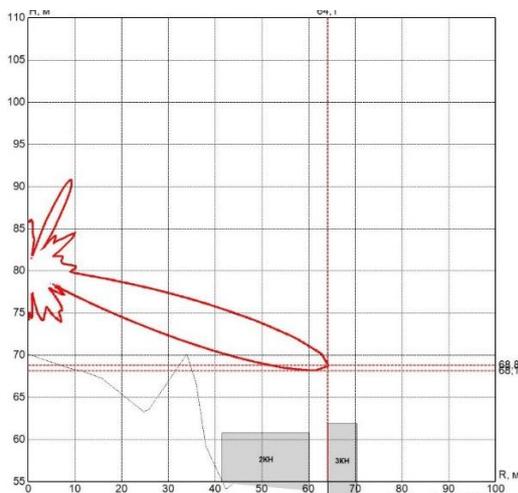


Рисунок 3. ЗОЗ в вертикальной плоскости в направлении излучения антенн № 3 А6 и № 4 АМ азимутом 10⁰

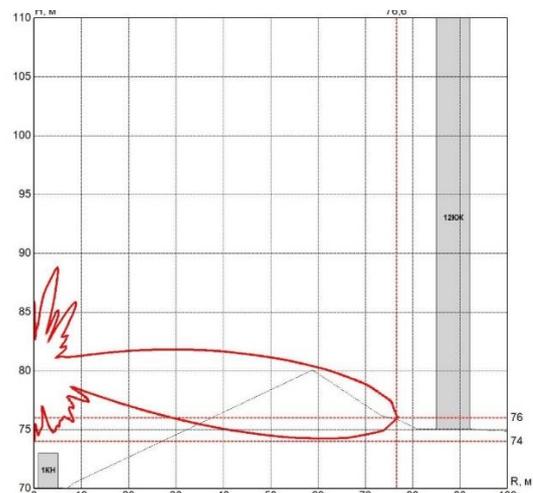


Рисунок 4. ЗОЗ в вертикальной плоскости в направлении излучения антенн №1 А2 и №5 АН с азимутом 130⁰

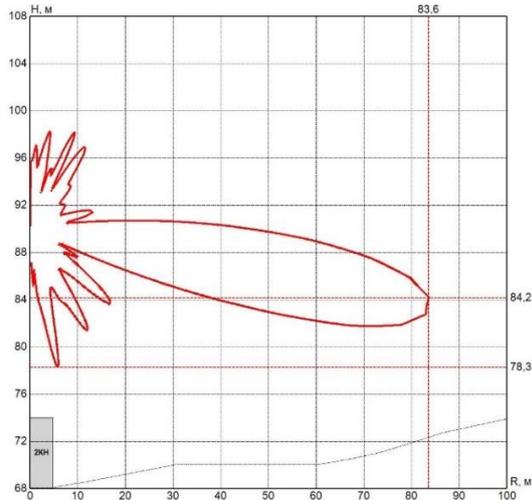


Рисунок 5. ЗОР в вертикальной плоскости в направлении излучения антенны № 10 S1 с азимутом 145°

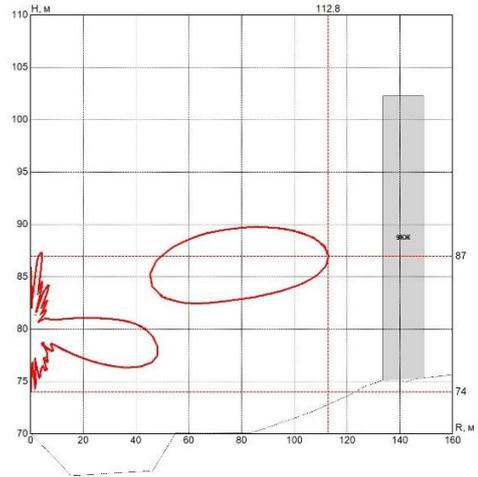


Рисунок 6. ЗОР в вертикальной плоскости в направлении излучения антенн № 2 А3 и № 6 АР с азимутом 260°

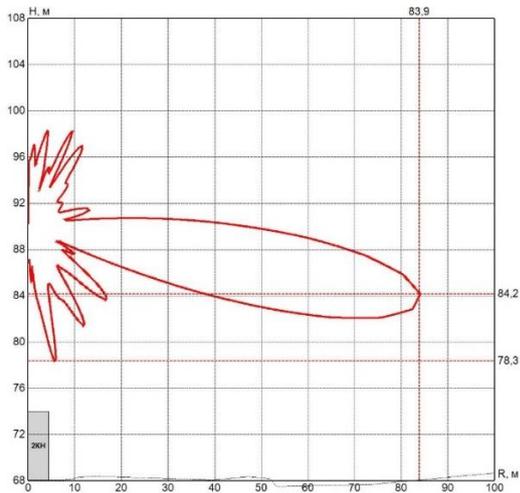


Рисунок 7. ЗОР в вертикальной плоскости в направлении излучения антенны № 9 O1 с азимутом 265°

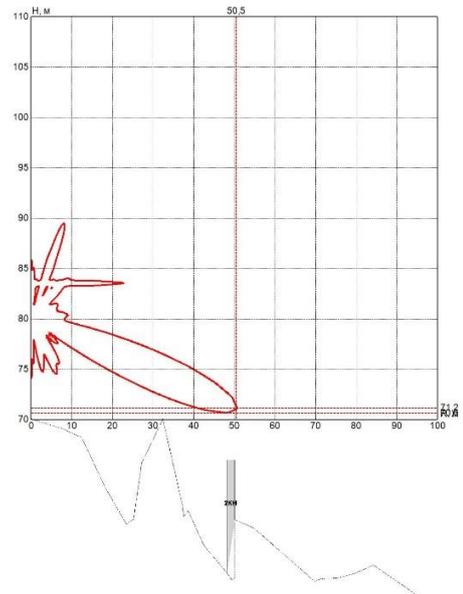


Рисунок 8. ЗОР в вертикальной плоскости в направлении излучения антенны № 7 Аррс 1 с азимутом 347°

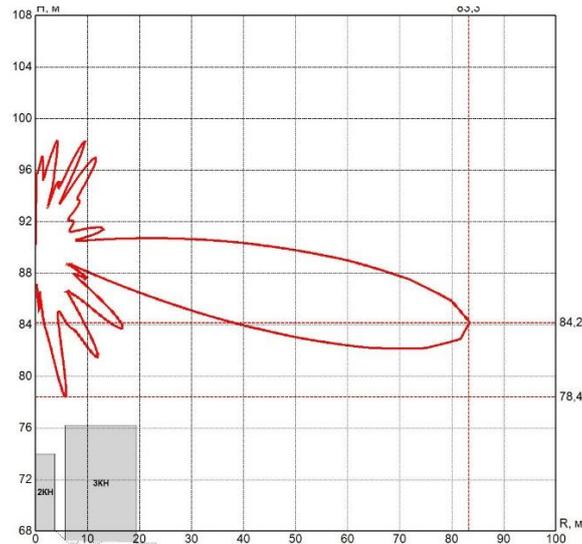


Рисунок 9. ЗОЗ в вертикальной плоскости в направлении излучения антенны № 8 N1 с азимутом 355°

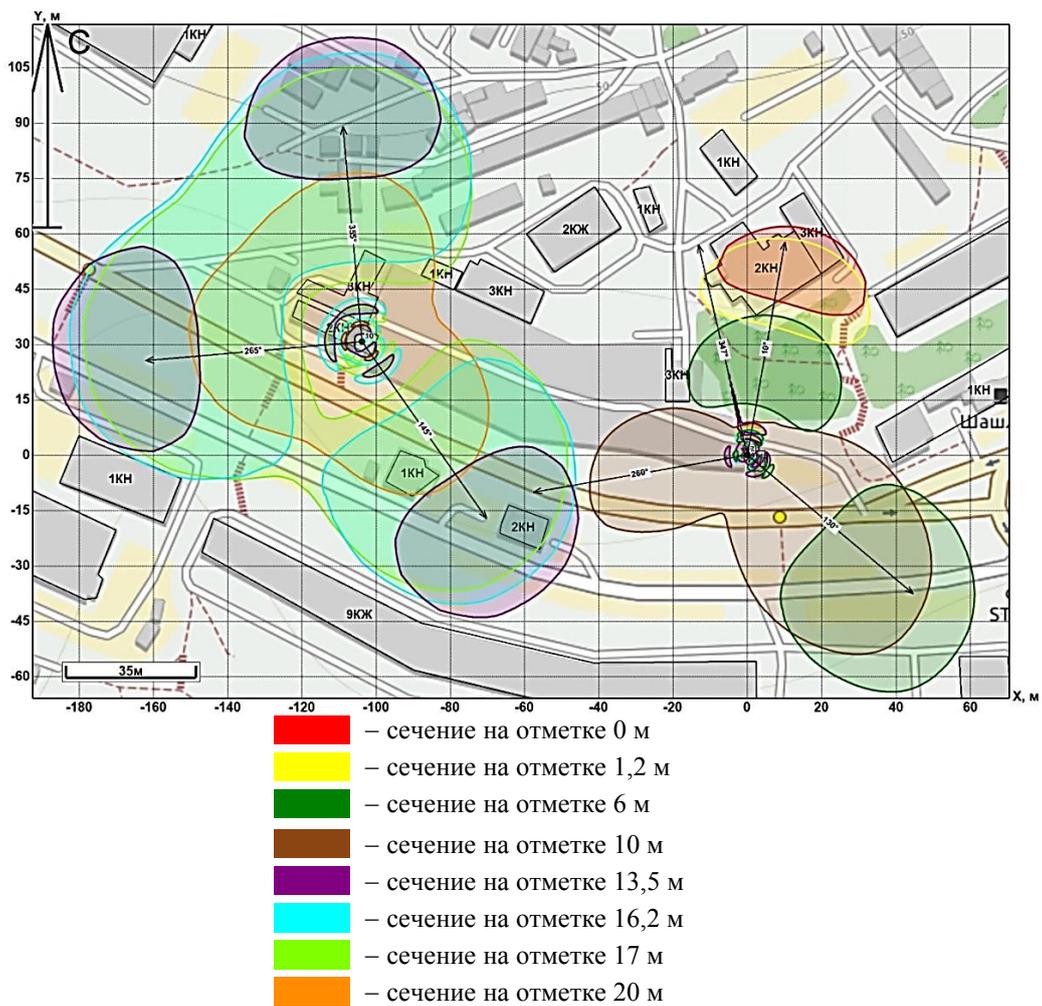


Рисунок 10. Расчет ЗОЗ в горизонтальной плоскости на различных высотах

Для антенн имеющейся базовой станции и проектируемой:

– **A6/AM** (AQU4518R14v06 DCS-1800/UMTS/LTE-1800/ADU451716v01/LTE-800/2600) – представлена в виде объемной пространственной фигуры в секторе азимутом 10 градусов с максимальной ее протяженностью от фазового центра антенны вдоль линии максимального излучения равной 64,1 метра и высотой нижней границы ЗОЗ равной 7,3 метра;

– **A2/AN** (AQU4518R14v06 GSM-900/DCS-1800/UMTS/LTE-1800/ADU451716v01/LTE-800/2600) – представлена в виде объемной пространственной фигуры в секторе азимутом 130 градусов с максимальной ее протяженностью от фазового центра антенны вдоль линии максимального излучения равной 76,6 метра и высотой нижней границы ЗОЗ равной 4 метра;

– **S1** (80010684 GSM-900/DCS-1800/UMTS/LTE-1800) – представлена в виде объемной пространственной фигуры в секторе азимутом 145 градусов с максимальной ее протяженностью от фазового центра антенны вдоль линии максимального излучения равной 83,6 метра и высотой нижней границы ЗОЗ равной 4,3 метра;

– **A3/AP** (AQU4518R14v06 GSM-900/DCS-1800/UMTS/LTE-1800/ADU451716v01/LTE-800/2600) – представлена в виде объемной пространственной фигуры в секторе азимутом 260 градусов с максимальной ее протяженностью от фазового центра антенны вдоль линии максимального излучения равной 112,8 метра и высотой нижней границы ЗОЗ равной 4 метра;

– **O1** (80010684 GSM-900/DCS-1800/UMTS/LTE-1800) – представлена в виде объемной пространственной фигуры в секторе азимутом 265 градусов с максимальной ее протяженностью от фазового центра антенны вдоль линии максимального излучения равной 83,9 метра и высотой нижней границы ЗОЗ равной 4,3 метра;

– **Appc 1** (PPC iPasolink 200 18G) – представлена в виде объемной пространственной фигуры в секторе азимутом 347 градусов с максимальной ее протяженностью от фазового центра антенны вдоль линии максимального излучения равной 50,5 метра и высотой нижней границы ЗОЗ равной 4,4 метра;

– **N1** (80010684 GSM-900/DCS-1800/UMTS/LTE-1800) – представлена в виде объемной пространственной фигуры в секторе азимутом 355 градусов с максимальной ее протяженностью от фазового центра антенны вдоль линии максимального излучения равной 83,3 метра и высотой нижней границы ЗОЗ равной 2,1 метра;

– Результирующая ЗОЗ от всех антенн ПРТО, Приморский край, г. Владивосток, западная сторона автостоянки по ул. Харьковская, 1 (N 43°05'56,7" E 131° 54' 39,72") имеет вид сложной пространственной фигуры, нижняя граница которой находится на высоте 2,1 м и максимальной протяженностью 112,8 м.

Согласно документу СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03, предельно допустимая плотность потока энергии (ППЭ) источников дециметровых волн составляет $10,0 \text{ мкВт/см}^2$ (для населения, профессионально не связанного с эксплуатацией источников излучения ЭМП) [2].

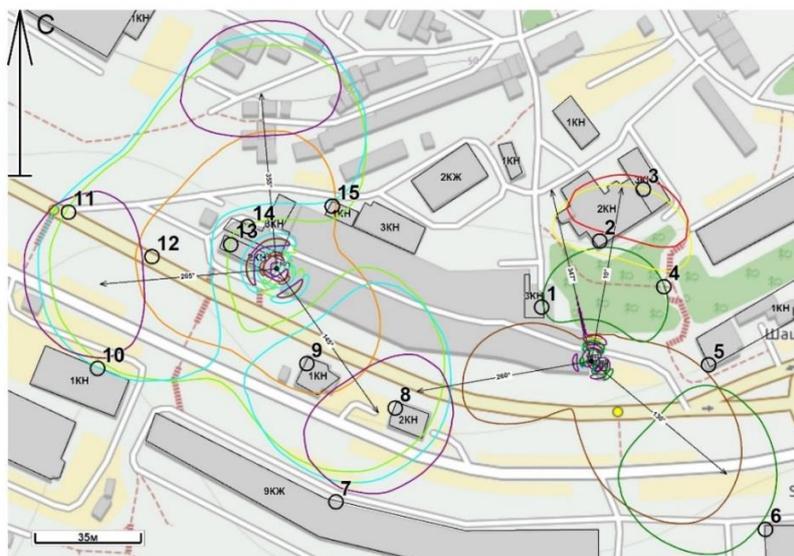


Рисунок 11. Расположение контрольных точек на графике горизонтальных сечений

Таблица 3

ДАННЫЕ ОБ РАСПОЛОЖЕННЫХ КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧКАХ

№ КТ	Расстояние, м	Направление, град.	Высота, м	X, м	Y, м	Место расположения
1	24,36	318	9	-16,3	18,1	На кровле трехэтажного нежилого здания (гараж), ул. Харьковская, 2а стб
2	40,08	3,72	6	2,6	40	В помещении двухэтажного нежилого здания (на втором этаже), ул. Можжевельная, 12
3	59,89	16,59	9	17,1	57,4	В помещении трехэтажного нежилого здания (на третьем этаже), ул. Можжевельная, 12
4	32,07	42,35	2	21,6	23,7	На прилегающей территории двухэтажного нежилого здания по ул. Можжевельная, 12
5	38,71	91,33	3	38,7	-0,9	На кровле одноэтажного нежилого здания (киоски), ул. Интернациональная, 71а
6	80,27	134,14	9	57,6	-55,9	В помещении двенадцатиэтажного жилого дома (3 этаж), ул. Терешковой, 10
7	96,36	241,15	15	-84,4	-46,5	В помещении девятиэтажного жилого здания (5 этаж), ул. Харьковская 1
8	66,41	256,59	6	-64,6	-15,4	В помещении двухэтажного нежилого здания (2 этаж автосервиса), ул. Харьковская, 1 ст. 4
9	93,9	269,51	3	-93,9	-0,8	В помещении одноэтажного нежилого здания (1 этаж автосервиса), ул. Харьковская, 1 ст. 3
10	162,81	269,23	3	-162,8	-2,2	На кровле одноэтажного нежилого здания (стройка), ул. Харьковская, 1 ст. 2
11	179,68	286,02	2	-172,7	49,6	На проезжей части, в районе девятиэтажного жилого дома, ул. Харьковская, 3
12	149,16	283,57	2	-145	35	На проезжей части (прилегающей территории), около двухэтажного нежилого здания (гараж), ул. Харьковская, 2а ст. 3
13	125,1	288,12	6	-118,9	38,9	На кровле двухэтажного нежилого здания (гараж), ул. Харьковская, 2а ст. 3
14	121,87	291,62	9	-113,3	44,9	На кровле трехэтажного нежилого здания (гараж), ул. Харьковская, 2а ст. 5
15	99,83	301,19	3	-85,4	51,7	В помещении одноэтажного нежилого здания (1 этаж автосервиса), ул. Харьковская, 2а ст. 4

Номер контрольной точки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Высота КТ, м	9	6	9	2	3	9	15	6	3	3	2	2	6	9	3
Абсолютная отн. земли, м	56,69	54,6	56,9	69,75	71	75	74,94	70	70	72	65,06	68,92	68	67	64
Расположение контрольной точки	кровля	помещ.	помещ.	на территории	кровля	помещ.	помещ.	помещ.	помещ.	кровля	на территории	на территории	кровля	кровля	помещ.
1. А2 (мкВт/см ²)	0,000025	0,000014	0,000477	0,005784	0,155961	1,004410	0,000398	0,024416	0,005680	0,003390	0,001575	0,002866	0,003823	0,003991	0,001168
2. А3 (мкВт/см ²)	0,001237	0,000019	0,000234	0,000529	0,001135	0,000226	0,007012	2,024758	1,089277	0,472391	0,337929	0,541681	0,662263	0,563535	0,206639
3. А6 (мкВт/см ²)	0,004296	0,001930	2,430510	4,279285	0,297745	0,000034	7,02E-07	0,000277	0,000767	0,000015	0,000653	0,000492	0,000325	0,000110	0,038102
4. АМ (мкВт/см ²)	0,031610	0,015678	1,136111	1,056285	0,033786	0,000055	0,000009	0,000181	0,000463	0,000043	0,000242	0,000173	0,000160	0,000158	0,034659
5. АN (мкВт/см ²)	0,000035	0,000389	0,000229	0,003630	0,134995	0,079892	0,000172	0,005665	0,000507	0,000905	0,000096	0,000249	0,000448	0,000408	0,000001
6. АР (мкВт/см ²)	0,003521	0,000115	0,000029	0,000100	1,69E-07	0,000141	0,005846	1,275019	0,483364	0,279914	0,111739	0,205847	0,256759	0,217451	0,013408
7. Аppc 1 (мкВт/см ²)	0,000386	0,000127	0,000070	0,000297	0,000233	0,000053	0,000028	0,000054	0,000027	0,000012	0,000010	0,000015	0,000021	0,000023	0,000034
8. N1 (мкВт/см ²)	0,001073	0,000539	0,000317	0,001021	0,004816	0,001184	0,003436	0,000042	0,000109	0,000153	0,030872	0,010056	0,185178	1,133376	0,173151
9. O1 (мкВт/см ²)	0,000026	0,000022	0,000008	5,99E-07	0,000027	0,000068	0,022468	0,000066	0,000384	0,045565	0,164380	0,340724	0,589080	0,199873	0,000072
10. S1 (мкВт/см ²)	0,008836	0,002818	0,000519	0,157466	0,693885	0,682135	2,023302	0,091496	0,180906	0,001174	0,000153	0,000011	0,000455	0,000163	0,001260
ППЭсум (мкВт/см ²)	0,051050	0,021656	3,568506	5,504403	1,322587	1,768792	2,062675	3,421977	1,761487	0,803567	0,647654	1,102120	1,698518	2,119092	0,468498

Рисунок 12. Значения ППЭ ЭМП и его составляющих для каждого источника излучения в контрольных точках

В итоге была выполнена проектная работа по внедрению БС стандарта GSM-900/DCS-1800/UMTS/LTE-1800 с учетом существующей электромагнитной обстановки с соблюдением требований СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи» и СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов» по адресу: Приморский край, г. Владивосток, ул. Харьковская, 2а ст3 (N 43°05'56,7" E 131° 54' 39,72").

В ходе прогнозирования уровней ЭМП вблизи ПРТО было отмечено, что в ЗОЗ попали не все здания, расположенные вблизи 100 метров от места установки антенных устройств. Также максимальная величина плотности потока энергии - 5,5 мкВт/см² была зафиксирована в парковой зоне в районе двухэтажного нежилого здания по ул. Можжевельная, 12 на высоте 2 метра над уровнем земли в контрольной точке 4. Полученное значение ППЭ не превышает предельно допустимой нормы 10 мкВт/см².

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (с изменениями на 19 декабря 2007 года) – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003.-22 с.
2. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 44 с.
3. Антенны, MSI, patterns, каталоги и все-все-все, что связано с оборудованием связи. – URL: https://vk.com/topic-27250822_30486540.

DESIGN OF A BASE STATION IN A GIVEN AREA, TAKING INTO ACCOUNT THE EXISTING ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT: PART 2

CHEREMUKHIN Dmitry Andreevich

Master's Degree

Far Eastern Federal University

Vladivostok, Russia

In the second part of this article, the location of the antennas of the projected base station will be selected, taking into account the existing development, the calculation of the electromagnetic background using the SanZone software package to prepare a sanitary and epidemiological conclusion for the transmitting radio technical facility, and the calculation of the energy flux density of the selected control points on the map.

Key words: SanZone, radiation, building restriction zone, suspension height, azimuth, gain.
