

Соколов А.Н.

*Научный руководитель: преподаватели ГБПОУ ВО МКРП Д.А. Фонин
ГБПОУ ВО «Муромский колледж радиоэлектронного приборостроения»
602267 г. Муром, Владимирская обл. ул. Комсомольская, д.55
E-mail: mtrp@narod.ru*

Расчёт базовых станций

Сотовая связь – разновидность радиосвязи, предназначенная для организации связи между пользователями мобильных телефонов, а также доступа в интернет. Между устройством, отправляющим сигнал и устройством, принимающим его, находятся базовые станции, которые ретранслируют сигнал. [1], [2], [3]

Базовая станция – это радиопередающее устройство, предназначенное для передачи и приёма радиосигнала от одного абонента к другому, тем самым, формируя мобильную связь и мобильный интернет. Преимуществами базовых станций является то, что они позволяют создавать мобильную сеть без проводов, имеющую при этом достаточно большую скорость передачи информации. [4], [5], [6]

При всех своих плюсах базовая станция имеет и минус, в виде негативного воздействия на здоровье человека излучения, вырабатываемого при работе данной станции. Чтобы исключить опасное влияние на жизнь человека, плотность энергии магнитного потока должна находиться в пределах 10 мкВт/см². Для соблюдения данной нормы производится расчёт.

Для расчёта плотности энергии электромагнитного поля используется формула для определения напряженности электрической составляющей ЭМП, создаваемого антенной:

$$E = \frac{\sqrt{30PG\Pi_{\text{афт}}}}{R} K_{\phi} A(\alpha) F(\varphi), \quad (1)$$

где P – мощность на входе антенно-фидерного тракта, Вт;

$\Pi_{\text{афт}}$ – коэффициент потерь в антенно-фидерном тракте;

R – расстояние от геометрического центра антенны до точки наблюдения (наклонная дальность), м;

$K_{\phi} = 1,15 \dots 1,3$ – множитель ослабления (в расчетах принято $K_{\phi} = 1,224$);

$F(\alpha)$ – нормированная амплитудная диаграмма направленности (ДН) антенны в вертикальной плоскости.

Пересчет напряженности электрической составляющей ЭМП в ППЭ производится по формуле:

$$\text{ППЭ} = \frac{E^2}{(1,2\pi)} \text{ мкВт/см}^2, \quad (2)$$

где E – значение напряженности электрической составляющей ЭМП, В/м.

Данный расчёт производит программа ПК АЭМО.

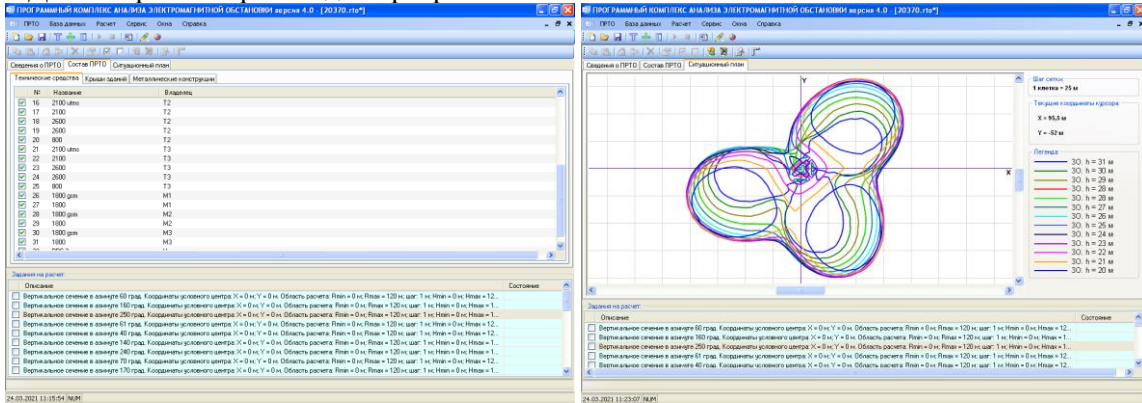


Рис. 1 – Занесение данных в программу ПК АЭМО и окно с вертикальной диаграммой направленности антенн по высотным отметкам

Данные для проведения расчёта предоставляются заказчиком в виде таблицы с основными параметрами используемого оборудования.

№ сектора/направление	Тип радиорешетки радиочастотного устройства	Мощн. ПРД, Вт	Кол-во ПРД в сектор. шт.	Диапазон частот, МГц	Тип модуляции	Тип антенны	Азимут, град	Суммарный угол наклона антенны, град	Суммарные потери, дБ	Мощн. на входе антенны, Вт	Высота установки антенны, м		Кэф. усил. антенны, дБ	Ширина диаграммы направленности, град	
											от земли	от кровли		гор. плоскость	верт. плоскость
Сектор D1 (A1)	Huawei DBS 3900	20,00	1	1805-1825,5	GMSK	ATR4517R1	320	2	0,991	15,3	26,1	-	17,3	63	6,4
Сектор D2 (A2)	Huawei DBS 3900	20,00	1	1805-1825,5	GMSK	ATR4517R1	100	2	0,991	15,3	26,1	-	17,3	63	6,4
Сектор D3 (A3)	Huawei DBS 3900	20,00	1	1805-1825,5	GMSK	ATR4517R1	205	2	0,991	15,3	26,1	-	17,3	63	6,4
Сектор G1 (A1)	Huawei DBS 3900	20,00	1	939,8-949,8	GMSK	ATR4517R1	320	2	0,68	16,4	26,1	-	15	62	14,6
Сектор G2 (A2)	Huawei DBS 3900	20,00	1	939,8-949,8	GMSK	ATR4517R1	100	2	0,68	16,4	26,1	-	15	62	14,6
Сектор G3 (A3)	Huawei DBS 3900	20,00	1	939,8-949,8	GMSK	ATR4517R1	205	2	0,68	16,4	26,1	-	15	62	14,6
Сектор U1 (A1)	Huawei DBS 3900	20,00	2	2155-2170	QPSK	ATR4517R1	320	2	1,08	29,9	26,1	-	17,8	62	5,7
Сектор U2 (A2)	Huawei DBS 3900	20,00	2	2155-2170	QPSK	ATR4517R1	100	2	1,08	29,9	26,1	-	17,8	62	5,7
Сектор U3 (A3)	Huawei DBS 3900	20,00	2	2155-2170	QPSK	ATR4517R1	205	2	1,08	29,9	26,1	-	17,8	62	5,7
Сектор U7 (A1)	Huawei DBS 3900	20,00	2	939,8-949,8	QPSK	ATR4517R1	320	2	0,68	32,8	26,1	-	15	62	14,6
Сектор U8 (A2)	Huawei DBS 3900	20,00	2	939,8-949,8	QPSK	ATR4517R1	100	2	0,68	32,8	26,1	-	15	62	14,6
Сектор U9 (A3)	Huawei DBS 3900	20,00	2	939,8-949,8	QPSK	ATR4517R1	205	2	0,68	32,8	26,1	-	15	62	14,6

Таблица. 1 – Основные параметры оборудования БС

После проведения расчётов чертится ситуационный план и срезы вертикальной диаграммы направленности по азимутам установленных антенн.

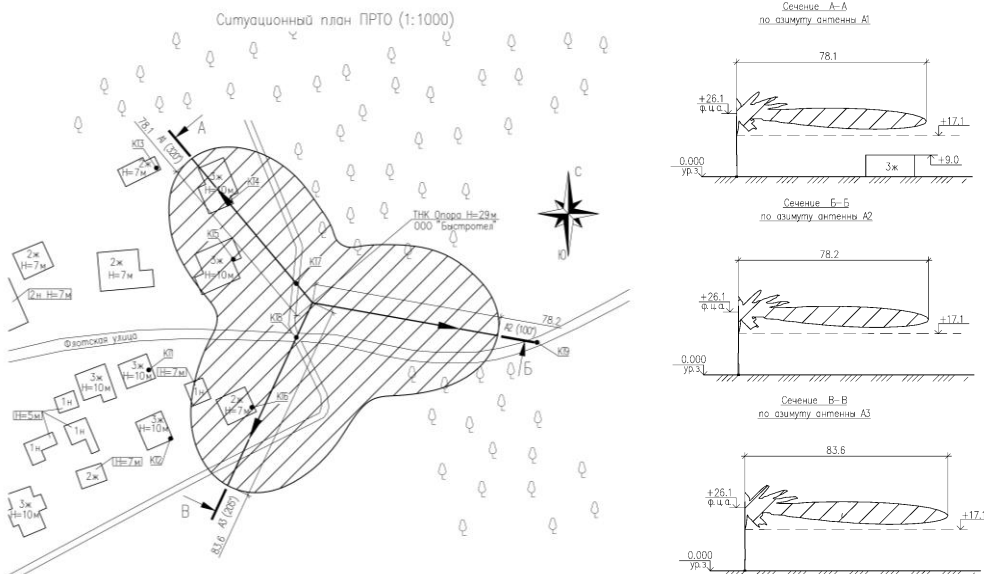


Рис. 2 – Ситуационный план и вертикальные срезы диаграммы направленности по азимутам

В результате проведения расчётов получаются данные со значениями плотности потока энергии электромагнитного поля в контрольных точках, которые заносятся в таблицу. По данной таблице определяется, находится ли показатель плотности потока энергии в норме.

Таблица 6 КТ	Высота КТ от уровня земли	Значение ППЭ, мкВт/см ²	Расположение КТ
КТ1	12	0,155	На кровле жилого дома +2м
КТ2	12	0,718	На кровле жилого дома +2м
КТ3	9	0,177	На кровле жилого дома +2м
КТ4	12	0,074	На кровле жилого дома +2м
КТ5	12	0,065	На кровле жилого дома +2м
КТ6	9	0,058	На кровле жилого дома +2м
КТ7	2	0,065	На земле +2м, аз. град
КТ8	2	0,698	На земле +2м, аз. град
КТ9	2	0,315	На земле +2м, аз. град

Таблица. 2 –Результаты расчёта интенсивности ЭМП в контрольных точках

При модернизации станции также производятся измерения плотности потока энергии электромагнитного поля на месте, уже имеющейся базовой станции.

Данные измерения производятся с помощью специализированных приборов:

- Narda SRM-3006 – селективный измеритель электромагнитных полей
- ПЗ-41 – широкополосный измеритель напряжённости электрического и магнитного поля
- ИДА-3106 – высокочувствительный анализатор сигналов

Данные, полученные в процессе измерения сравниваются с полученными при расчётах и определяется, находятся ли они в пределах допустимой нормы излучения, а именно 10 мкВт/см². Если показатели в норме, то все эти данные сводятся в отчёт.

Далее, все полученные данные и чертежи отправляются в СанПин который и выдаёт разрешение на модернизацию или постройку базовой станции.

Литература

1. Рыжков А.Е., Сиверс М.А., Воробьев В.О., Гусаров А.С., Слышков А.С., Шуньков Р.В. Системы и сети радиодоступа 4G: LTE, WiMax. – СПб: Линк, 2012. – 226 с.
2. Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Юрчук А.Б. Сети мобильной связи LTE. Технологии и архитектура. – М: Эко-Трендз, 2010 – 284 с.
3. Скрынников В.Г., Радиоподсистемы UMTS/LTE. Теория и практика – М.: Издательство "Спорт и Культура – 2000", 2012 – 864 с.
4. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн - Г. А. Ерохин, О. В. Чернышев, Н. Д. Козырев, В. Д. Кочержевский
5. Антенно-фидерные устройства - А. М. Сомов, В. В. Старостин, Р. В. Кабетов
6. Основы теории антенн – Н. Фельд, Л. С. Бененсон