

Изображение государственного Герба Республики Казахстан

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Единая сеть телекоммуникаций Республики Казахстан

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ (IoT)

Протокол беспроводной передачи данных NB-IoT

Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения

**Комитет технического регулирования и метрологии
Министерства торговли и интеграции
Республики Казахстан
(Госстандарт)**

Нур-Султан

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Товариществом с ограниченной ответственностью «КаР-Тел»

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Председателя Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан от _____ № _____

3 Настоящий стандарт разработан с учетом ГОСТ Р 59026-2020 «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ. ПРОТОКОЛ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ СТАНДАРТА LTE В РЕЖИМЕ NB-IoT. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ»

В настоящий стандарт внесены редакционные изменения, не нарушающие идентичность по техническому содержанию.

Официальный ГОСТ Р 59026-2020 имеется в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) и выставлен на сайте <https://www.rst.gov.ru/>.

Официальной версией является текст на государственном и русском языках.

4 В настоящем стандарте реализованы нормы Законов Республики Казахстан «О связи», № 567-III от 5 июля 2004 г., «Об информатизации», № 418-V ЗРК, от 24 ноября 2015 г.».

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

«Информация об изменениях к настоящему стандарту (рекомендациям по стандартизации) публикуется в ежегодно издаваемом информационном каталоге «Документы по стандартизации», а текст изменений и поправок – в периодически издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в периодически издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты».

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан.

Содержание

1 Область применения	1
2 Термины, определения и сокращения	1
3 Основные параметры базовых станций	2
3.1 Параметры радиointерфейса	2
3.2 Параметры передатчика	8
4 Основные параметры АС	11
4.1 Параметры радиointерфейса	11
4.2 Параметры передатчика	12
4.3 Параметры приемника	16
Библиография	18

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Единая сеть телекоммуникаций Республики Казахстан
ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ (IoT)

Протокол беспроводной передачи данных NB-IoT

Дата введения 202_._._

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на оборудование беспроводной передачи данных на основе стандарта LTE в режиме NB-IoT (см. [1], [2]) и устанавливает его основные параметры.

Требования настоящего стандарта следует учитывать при разработке, изготовлении и эксплуатации оборудования беспроводной передачи данных на основе стандарта LTE в режиме NB-IoT.

Настоящий стандарт, определяющий функционирование стандарта NB-IoT, допускается использовать как основу реализации цифровых решений в различных отраслях экономики - строительство, ЖКХ, «умный город», промышленность, сельское хозяйство, транспорт и логистика и др.

2 Термины, определения и сокращения

2.1 В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями (см. [1], [2]):

2.1.1 **Технология IoT**: Технология Интернета вещей.

2.1.2 **LTE-Advanced** (Long Term Evolution Advanced): Технология мобильной связи LTE четвертого поколения.

2.1.3 **NB-IoT** (NarrowBand Internet of Things): Технология сотовой связи для устройств телеметрии с низкими объемами обмена данными.

2.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

2.2.1 **3-rd Generation Partnership Project (3GPP)**: Партнерский проект по системам третьего поколения.

2.2.2 **Cyclic Redundancy Check (CRC)**: Циклический избыточный код.

2.2.3 **European Telecommunications Standards Institute (ETSI)**: Европейский институт телекоммуникационных стандартов.

2.2.4 **Frequency Division Duplex (FDD)**: Частотный дуплекс.

2.2.5 **Global System for Mobile Communication (GSM)**: Глобальная система подвижной связи.

2.2.6 **Internet of Things (IoT)**: Интернет вещей.

2.2.7 **Long Term Evolution (LTE)**: Эволюция в течение длительного времени.

2.2.8 **Long Term Evolution Advanced (LTE-Advanced)**: Технология мобильной связи LTE четвертого поколения.

2.2.9 **Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)**: Мультиплексирование с ортогональным частотным разделением.

2.2.10 **Quadrature Phase Shift Keying (QPSK)**: Квадратурная фазовая модуляция.

2.2.11 **Single-Carrier Frequency Division Multiple Access (SC-OFDM):**
Многостанционный доступ с частотным разделением с одной несущей.

2.2.12 **Time Division Duplex (TDD):** Временной дуплекс.

3 Основные параметры базовых станций

3.1 Параметры радиointерфейса

Параметры радиointерфейса оборудования базовых станций должны соответствовать следующим требованиям:

3.1.1 Диапазоны рабочих частот базовых станций приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Диапазоны рабочих частот базовых станций

Номер диапазона рабочих частот	Диапазон рабочих частот (базовая станция принимает, абонентский терминал передает), МГц	Диапазон рабочих частот (базовая станция передает, абонентский терминал принимает), МГц	Режим дуплекса
	FUL_low - FUL_high	FDL_low - FDL_high	
1	2	3	4
1	1920 - 1980	2110 – 2170	FDD
2	1850 - 1910	1930 – 1990	FDD
3	1710 - 1785	1805 – 1880	FDD
4	1710 - 1755	2110 – 2155	FDD
5	824 - 849	869 – 894	FDD
6	830 - 840	875 – 885	FDD
7	2500 - 2570	2620 – 2690	FDD
8	880 - 915	925 – 960	FDD
9	1749,9 - 1784,9	1844,9 - 1879,9	FDD
10	1710 - 1770	2110 – 2170	FDD
11	1427,9 - 1447,9	1475,9 - 1495,9	FDD

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4
12	699 - 716	729 – 746	FDD
13	777 - 787	746 – 756	FDD
14	788 - 798	758 – 768	FDD
17	704 - 716	734 – 746	FDD
18	815 - 830	860 – 875	FDD
19	830 - 845	875 – 890	FDD
20	832 – 862	791 – 821	FDD
21	1447,9 - 1462,9	1495,9 - 1510,9	FDD
22	3410 - 3490	3510 – 3590	FDD
23	2000 - 2020	2180 – 2200	FDD
24	1626,5 - 1660,5	1525 – 1559	FDD
25	1850 - 1915	1930 – 1995	FDD
26	814 – 849	859 – 894	FDD
27	807 – 824	852 – 869	FDD
28	703 – 748	758 – 803	FDD
29	-	717 – 728	FDD
30	2305 - 2315	2350 – 2360	FDD
31	452,5 - 457,5	462,5 - 467,5	FDD
32	-	1452 – 1496	FDD

Окончание таблицы 3.1

1	2	3	4
33	1900 - 1920	1900 – 1920	TDD
34	2010 - 2025	2010 – 2025	TDD
35	1850 - 1910	1850 – 1910	TDD
36	1930 - 1990	1930 – 1990	TDD
37	1910 - 1930	1910 – 1930	TDD
38	2570 - 2620	2570 – 2620	TDD
39	1880 - 1920	1880 – 1920	TDD
40	2300 - 2400	2300 – 2400	TDD
41	2496 - 2690	2496 – 2690	TDD
42	3400 - 3600	3400 – 3600	TDD
43	3600 - 3800	3600 – 3800	TDD
44	703 – 803	703 – 803	TDD
45	1447 - 1467	1447 – 1467	TDD
46	5150 - 5925	5150 – 5925	TDD
65	1920 - 2010	2110 – 2200	FDD
66	1710 - 1780	2110 – 2200	FDD
67	-	738 – 758	FDD
68	698 – 728	753 – 783	FDD

В режиме NB-IoT функционирование осуществляется в диапазонах рабочих частот с номерами 1, 2, 3, 4, 5, 8, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 28, 31, 41, 65, 66 в соответствии с таблицей 3.1.

Значения полосы частот, занимаемой одним частотным каналом, приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Значения полосы частот, занимаемой одним частотным каналом

Полоса частотных каналов BWChannel(1) и BWChannel(2), МГц	1,4	3	5	10	15	20
Число ресурсных блоков NRB	6	15	25	50	75	100

Разнос несущих соседних частотных каналов, имеющих полосы BWChannel(1) и BWChannel(2), должен составлять: $[BWChannel(1) + BWChannel(2)]/2$.

Минимальная разность частот между соседними частотными каналами (шаг сетки частот) для всех полос частотных каналов составляет 100 кГц.

Значение номера частотного радиоканала (EARFCN) стандарта LTE определяется в диапазоне 0 - 65 535.

Соотношение между значением номера частотного канала (EARFCN) и частотой несущей в МГц в нисходящем направлении определяют выражением:

$$FDL = FDL_{low} + 0,1 (NDL - NOffs-DL),$$

где FDL_{low} и $NOffs-DL$ - нисходящие линии, значения которых приведены в таблице 3.3;

NDL - номер нисходящего частотного радиоканала (EARFCN).

Соотношение между значением номера частотного канала (EARFCN) и частотой несущей в МГц в восходящем направлении определяют выражением:

$$FUL = FUL_{low} + 0,1 (NUL - NOffs-UL),$$

где FUL_{low} и $NOffs-UL$ - восходящие линии, значения которых приведены в таблице 3.3;

NUL - номер восходящего частотного радиоканала (EARFCN).

Значения номера частотного канала для различных диапазонов рабочих частот приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Значения номера частотного канала для различных диапазонов рабочих частот

Диапазон рабочих частот	Нисходящая линия			Восходящая линия		
	FDL_{low} , МГц	$NOffs-DL$	Диапазон значений NDL	FUL_{low} , МГц	$NOffs-UL$	Диапазон значений NUL
1	2	3	4	5	6	7
1	2110	0	0 - 599	1920	18 000	18 000 - 18 599
2	1930	600	600 - 1199	1850	18 600	18 600 - 19 199

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6	7
3	1805	1200	1200 - 1949	1710	19 200	19 200 - 19 949
4	2110	1950	1950 - 2399	1710	19 950	19 950 - 20 399
5	869	2400	2400 - 2649	824	20 400	20 400 - 20 649
6	875	2650	2650 - 2749	830	20 650	20 650 - 20 749
7	2620	2750	2750 - 3449	2500	20 750	20 750 - 21 449
8	925	3450	3450 - 3799	880	21 450	21 450 - 21 799
9	1844,9	3800	3800 - 4149	1749,9	21 800	21 800 - 22 149
10	2110	4150	4150 - 4749	1710	22 150	22 150 - 22 749
11	1475,9	4750	4750 - 4949	1427,9	22 750	22 750 - 22 949
12	729	5010	5010 - 5179	699	23 010	23 010 - 23 179
13	746	5180	5180 - 5279	777	23 180	23 180 - 23 279
14	758	5280	5280 - 5379	788	23 280	23 280 - 23 379
17	734	5730	5730 - 5849	704	23 730	23 730 - 23 849
18	860	5850	5850 - 5999	815	23 850	23 850 - 23 999
19	875	6000	6000 - 6149	830	24 000	24 000 - 24 149
20	791	6150	6150 - 6449	832	24 150	24 150 - 24 449
21	1495,9	6450	6450 - 6599	1447,9	24 450	24 450 - 24 599
22	3510	6600	6600 - 7399	3410	24 600	24 600 - 25 399
23	2180	7500	7500 - 7699	2000	25 500	25 500 - 25 699
24	1525	7700	7700 - 8039	1626,5	25 700	25 700 - 26 039
25	1930	8040	8040 - 8689	1850	26 040	26 040 - 26 689
26	859	8690	8690 - 9039	814	26 690	26 690 - 27 039
27	852	9040	9040 - 9209	807	27 040	27 040 - 27 209
28	758	9210	9210 - 9659	703	27 210	27 210 - 27 659
29	717	9660	9660 - 9769	-	-	-
30	2350	9770	9770 - 9869	2305	27 660	27 660 - 27 759

Окончание таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6	7
31	462,5	9870	9870 - 9919	452,5	27 760	27 760 - 27 809
32	1452	9920	9920 - 10 359	-	-	-
33	1900	36 000	36 000 - 36 199	1900	36 000	36 000 - 36 199
34	2010	36 200	36 200 - 36 349	2010	36 200	36 200 - 36 349
35	1850	36 350	36 350 - 36 949	1850	36 350	36 350 - 36 949
36	1930	36 950	36 950 - 37 549	1930	36 950	36 950 - 37 549
37	1910	37 550	37 550 - 37 749	1910	37 550	37 550 - 37 749
38	2570	37 750	37 750 - 38 249	2570	37 750	37 750 - 38 249
39	1880	38 250	38 250 - 38 649	1880	38 250	38 250 - 38 649
40	2300	38 650	38 650 - 39 649	2300	38 650	38 650 - 39 649
41	2496	39 650	39 650 - 41 589	2496	39 650	39 650 - 41 589
42	3400	41 590	41 590 - 43 589	3400	41 590	41 590 - 43 589
43	3600	43 590	43 590 - 45 589	3600	43 590	43 590 - 45 589
44	703	45 590	45 590 - 46 589	703	45 590	45 590 - 46 589
45	1447	46 590	46 590 - 46 789	1447	46 590	46 590 - 46 789
46	5150	46 790	46 790 - 54 539	5150	46 790	46 790 - 54 539
47	5855	54 540	54 540 - 55 239	5855	54 540	54 540 - 55 239
48	3550	55 240	55 240 - 56 739	3550	55 240	55 240 - 56 739
49	3550	56 740	56 740 - 58 239	3550	56 740	56 740 - 58 239
50	1432	58 240	58 240 - 59 089	1432	58 240	58 240 - 59 089
51	1427	59 090	59 090 - 59 139	1427	59 090	59 090 - 59 139
52	3300	59 140	59 140 - 60 139	3300	59 140	59 140 - 60 139
53	2483,5	60 140	60 140 - 60 254	2483,5	60 140	60 140 - 60 254
65	2110	65 536	65 536 - 66 435	1920	131 072	131 072 - 131 971
66	2110	66 436	66 436 - 67 335	1710	131 972	131 972 - 132 671

В радиоканале может применяться сверточное кодирование или турбокодирование. При оказании услуг в режиме реального времени должно применяться помехоустойчивое

кодирование. При оказании услуг не в режиме реального времени должно применяться помехоустойчивое кодирование в сочетании с различными видами автозапроса. При этом способ кодирования и скорость передачи данных устанавливаются автоматически на каждом кадре передачи с учетом помеховой обстановки в радиоканале и характера его многолучевости.

3.1.2 Дополнительные требования к диапазонам рабочих частот с номерами 1, 2, 3, 5, 8, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 26, 28, 31 и 66 для базовой станции стандарта LTE-Advanced, используемым в режиме NB-IoT

Параметры ширины полосы частот каналов BWChannel и число ресурсных блоков NRВ для различных конфигураций полосы частот передачи 15 и 3,75 кГц должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Параметры ширины полосы частот каналов и число ресурсных блоков NRВ для различных конфигураций полосы частот передачи в режиме NB-IoT

Режим NB-IoT	За пределами диапазона рабочих частот LTE-Advanced	В пределах диапазона рабочих частот LTE-Advanced	В пределах защитной полосы LTE-Advanced
Значение ширины полосы частот канала BWChannel, кГц	200	Ширина полосы частот канала LTE-Advanced указана в таблице 3.2	Ширина полосы частот канала LTE-Advanced указана в таблице 3.2 для BWChannel более 3 МГц
Конфигурация полосы частот передачи 15 кГц	12	12	12
Конфигурация полосы частот передачи 3,75 кГц	48	48	48

3.1.3 Требования к полосе частот, занимаемой несущей в режиме NB-IoT:

- за пределами пределов диапазона рабочих частот LTE-Advanced полоса частот, занимаемая каждой несущей NB-IoT, не должна превышать 200 кГц;
- в пределах диапазона рабочих частот LTE-Advanced полоса частот, занимаемая каждой несущей NB-IoT, не должна превышать значений, указанных в таблице 3.2;
- в пределах защитной полосы частот LTE-Advanced полоса частот, занимаемая каждой несущей NB-IoT, не должна превышать значений, указанных в таблице 3.2 для значения ширины полосы более или равного 5 МГц.

3.2 Параметры передатчика

Основные параметры передатчика базовой станции должны соответствовать следующим требованиям.

3.2.1 Требования к выходной мощности передатчиков

В пределах диапазона рабочих частот LTE-Advanced и в пределах защитной полосы LTE-Advanced выходная мощность передатчика состоит из общей мощности несущей LTE-Advanced и несущей NB-IoT.

За пределами диапазона рабочих частот LTE-Advanced и в пределах диапазона рабочих частот LTE-Advanced динамический диапазон мощности должен быть не менее плюс 6 дБ.

Значения номинальной выходной мощности передатчиков базовых станций приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 - Значения номинальной выходной мощности передатчиков базовых станций

Класс базовой станции	Номинальная выходная мощность базовой станции
Базовая станция большого радиуса действия	-
Базовая станция среднего радиуса действия	плюс 38 дБм
Базовая станция локального радиуса действия	≤ плюс 24 дБм (для одной передающей антенны); ≤ плюс 21 дБм (для двух передающих антенн); ≤ плюс 18 дБм (для четырех передающих антенн); ≤ плюс 15 дБм (для восьми передающих антенн)
Домашняя базовая станция	≤ плюс 20 дБм (для одной передающей антенны); ≤ плюс 17 дБм (для двух передающих антенн); ≤ плюс 14 дБм (для четырех передающих антенн); ≤ плюс 11 дБм (для восьми передающих антенн)
Примечание – Для базовых станций большого радиуса действия нет заданного значения номинальной выходной мощности.	

Допустимые отклонения максимальной выходной мощности базовой станции от номинального значения:

+/- 2 дБ при воздействии нормальной рабочей температуры окружающей среды;

+/- 2,5 дБ при воздействии повышенной или пониженной рабочей температуры окружающей среды.

3.2.2 Предельно допустимое отклонение частоты несущей передаваемого базовой станции сигнала от номинального значения в зависимости от класса базовой станции:

- большого радиуса действия - +/- $0,05 \times 10^{-6}$;

- среднего радиуса действия - +/- $0,1 \times 10^{-6}$;

- локального радиуса действия - +/- $0,1 \times 10^{-6}$;

- домашней базовой станции - +/- $0,25 \times 10^{-6}$.

3.2.3 Динамический диапазон регулировки выходной мощности в зависимости от применяемого вида модуляции приведен в таблице 3.6. Уровень суммарной выходной мощности не должен превышать уровень максимальной выходной мощности базовой станции.

Таблица 3.6 – Динамический диапазон регулировки выходной мощности в зависимости от применяемого вида модуляции

Вид модуляции	Динамический диапазон регулировки выходной мощности, дБ	
	вниз	Вверх
QPSK (PDCCH)	-6	+4
QPSK (PDSCH)	-6	+3
16QAM (PDSCH)	-3	+3
64QAM (PDSCH)	0	0
256QAM (PDSCH)	0	0

3.2.4 Максимально допустимые значения полосы частотного канала и соответствующие минимально допустимые значения динамического диапазона общей мощности базовой станции приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Максимально допустимые значения полосы частотного канала и соответствующие минимально допустимые значения динамического диапазона общей мощности базовой станции

Полоса частотного канала, МГц	Минимально допустимые значения динамического диапазона мощности базовой станции, дБ
1,4	7,7
3	11,7
5	13,9
10	16,9
15	18,7
20	20

3.2.5 Максимально допустимые величины абсолютных значений вектора ошибки модуляции передаваемого сигнала в зависимости от используемых видов модуляции:

- 17,5% при использовании квадратурной фазовой модуляции (QPSK) (далее - модуляция QPSK);

- 12,5% при использовании 16-уровневой квадратурной амплитудной модуляции (QAM) (далее - модуляция 16QAM);
- 8% при использовании 64-уровневой квадратурной амплитудной модуляции (QAM) (далее - модуляция 64QAM);
- 3,5% при использовании 256-уровневой квадратурной амплитудной модуляции (QAM) (далее - модуляция 256QAM).

4 Основные параметры АС

4.1 Параметры радиointерфейса

Требования к параметрам радиointерфейса абонентских терминалов сетей подвижной радиотелефонной связи стандарта LTE в режиме NB-IoT приведены в п. 3.1.

Полоса частотного канала BWChannel и число ресурсных блоков NRB должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Полоса частотного канала BWChannel и число ресурсных блоков NRB

Полоса частотного канала BWChannel, МГц	1,4	3	5	10	15	20
Число ресурсных блоков NRB	6	15	25	50	75	100

Абонентские терминалы стандарта LTE в режиме NB-IoT должны удовлетворять следующим требованиям:

- в пределах диапазона рабочих частот LTE-Advanced (NB-IoT In Band) размещение центральной несущей частоты сигнала NB-IoT на центральной частоте одного из ресурсных блоков стандартизованного канала LTE-Advanced;

- в пределах защитной полосы LTE-Advanced (NB-IoT Guard Band) размещение центральной несущей частоты сигнала NB-IoT за пределами совокупной полосы ресурсных блоков в пределах стандартизованного канала LTE-Advanced, но не менее 300 кГц до его границы (края);

- за пределами диапазона рабочих частот LTE-Advanced (NB-IoT Stand Alone) размещение центральной несущей частоты сигнала NB-IoT за пределами стандартизованного канала LTE-Advanced.

Значение ширины полосы частот канала должно составлять 200 кГц.

Требования к полосе частот, занимаемой несущей:

- за пределами диапазона рабочих частот LTE-Advanced полоса частот, занимаемая каждой несущей NB-IoT, не должна превышать 200 кГц;

- в пределах диапазона рабочих частот LTE-Advanced полоса частот, занимаемая каждой несущей NB-IoT, не должна превышать значений согласно таблице 4.1;

- полоса частот в пределах защитной полосы LTE-Advanced, занимаемая каждой несущей NB-IoT, не должна превышать значений, указанных в таблице 4.1 для значения ширины полосы более или равного 5 МГц.

Разнос несущих соседних частотных каналов за пределами диапазона рабочих частот LTE-Advanced должен составлять 200 кГц. Разнос несущих соседних частотных каналов в пределах диапазона рабочих частот LTE-Advanced и в пределах защитной полосы LTE-Advanced должен составлять 180 кГц.

Минимальная разность частот между соседними рабочими каналами (шаг сетки частот) должен составлять 100 кГц.

4.2 Параметры передатчика

4.2.1 Требования к выходной мощности передатчика

Выходная мощность передатчика должна состоять из общей мощности, несущей LTE-Advanced и несущей NB-IoT в пределах диапазона рабочих частот LTE-Advanced и в пределах защитной полосы LTE-Advanced.

Предельно допустимая максимальная мощность передатчика и допустимое отклонение максимальной мощности должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 4.2. Значение предельно допустимой максимальной мощности передатчика должно определяться как сумма предельно допустимой максимальной выходной мощности на каждом антенном разъеме абонентского терминала; при интервале измерения не менее одного субкадра (1 мс) и частотном интервале между поднесущими 15 кГц; интервал измерения должен быть не менее одного слота (2 мс) при частотном интервале между поднесущими 3,75 кГц.

Таблица 4.2 – Предельно допустимая максимальная мощность передатчика и допустимое отклонение максимальной мощности

Номер диапазона частот	Класс мощности 3, дБм	Допустимое отклонение, дБ	Класс мощности 5, дБм	Допустимое отклонение, дБ
1	23	+/- 2	20	+/- 2
2	23	+/- 2	20	+/- 2
3	23	+/- 2	20	+/- 2
5	23	+/- 2	20	+/- 2
8	23	+/- 2	20	+/- 2
12	23	+/- 2	20	+/- 2
13	23	+/- 2	20	+/- 2
17	23	+/- 2	20	+/- 2
18	23	+/- 2	20	+/- 2
19	23	+/- 2	20	+/- 2
20	23	+/- 2	20	+/- 2
26	23	+/- 2	20	+/- 2

Продолжение таблицы 4.2

Номер диапазона частот	Класс мощности 3, дБм	Допустимое отклонение, дБ	Класс мощности 5, дБм	Допустимое отклонение, дБ
28	23	+/- 2	20	+/- 2
31	23	+/- 2	20	+/- 2
66	23	+/- 2	20	+/- 2

Минимальная выходная мощность передатчика должна составлять минус 40 дБм; интервал измерения должен быть не менее одного субкадра (1 мс) при частотном интервале между поднесущими 15 кГц; интервал измерения должен быть не менее одного слота (2 мс) при частотном интервале между поднесущими 3,75 кГц.

Максимальная допустимая мощность излучения абонентского терминала при выключенном передатчике должна быть минус 50 дБм; интервал измерения должен быть не менее одного субкадра (1 мс) при частотном интервале между поднесущими 15 кГц; интервал измерения должен составлять не менее одного слота (2 мс) при частотном интервале между поднесущими 3,75 кГц.

Допустимые пределы отклонения мощности при диапазоне изменения мощности, ограниченном максимальной выходной мощностью, должны составлять +/- 9,0 дБ при нормальных условиях +/- 12,0 дБ и при предельных значениях температуры окружающего воздуха и напряжения питания.

4.2.2 Предельно допустимое максимальное значение вектора ошибки, передаваемого абонентским терминалом модулированного сигнала, должно составлять 17,5% для модуляции QPSK, при этом минимально допустимый уровень выходной мощности абонентского терминала должен составлять минус 40 дБм при нормальных условиях.

4.2.3 Предельно допустимое отклонение частоты несущей передатчика абонентского терминала от значения, заданного базовой станцией, должно составлять +/- $0,1 \times 10^{-6}$ для диапазонов частот выше 1 ГГц и +/- $0,2 \times 10^{-6}$ для диапазонов частот ниже 1 ГГц при нормальных и предельных значениях рабочей температуры окружающей среды и напряжения питания; интервал наблюдения должен составлять 0,5 мс для частотного интервала 15 кГц между поднесущими и 2 мс для частотного интервала 3,75 кГц между поднесущими.

4.2.4 Допустимые уровни внутриполосных излучений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Допустимые уровни внутриполосных излучений

Наименование параметра	Предельное значение	Примечание
Уровень помехи по зеркальному каналу, дБ	-25	-
Внутриполосные излучения, дБм	-25	Выходная мощность > 0 дБм
	-20	-30 дБм <= выходная мощность <= 0 дБм
	-10	-40 дБм <= выходная мощность < -30 дБм

4.2.5 Требования к уровням внеполосных излучений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Требования к уровням внеполосных излучений

Расстройка от края полосы канала Δf_{OOB} , кГц	Уровень внеполосных излучений, дБм	Измерительная полоса, кГц
+/- 0	26	30
+/- 100	-5	
+/- 150	-8	
+/- 300	-29	
+/- 500	-35	

Дополнительные требования к уровням внеполосных излучений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Дополнительные требования к допустимым значениям уровней внеполосных излучений

Уровень внеполосных излучений, дБм							
Расстройка от края полосы канала Δf_{OOB} , МГц	1,4 МГц	3,0 МГц	5 МГц	10 МГц	15 МГц	20 МГц	Измерительная полоса
+/- (0 - 1)	-10	-13	-15	-18	-20	-21	30 кГц
+/- (1 - 2,5)	-10	-10	-10	-10	-10	-10	1 МГц
+/- (2,5 - 2,8)	-25	-10	-10	-10	-10	-10	1 МГц
+/- (2,8 - 5)	-	-10	-10	-10	-10	-10	1 МГц
+/- (5 - 6)	-	-25	-13	-13	-13	-13	1 МГц
+/- (6 - 10)	-	-	-25	-13	-13	-13	1 МГц
+/- (10 - 15)	-	-	-	-25	-13	-13	1 МГц
+/- (15 - 20)	-	-	-	-	-25	-13	1 МГц
+/- (20 - 25)	-	-	-	-	-	-25	1 МГц

Требования к частотной расстройке от края полосы канала в зависимости от ширины полосы канала должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Требования к частотной расстройке от края полосы канала в зависимости от ширины полосы канала

Ширина полосы канала, МГц	Расстройка от края полосы канала Δf_{OOB} , кГц
1,4	165
3	190
5	200
1	2
10	225
15	240
20	245

4.2.6 Требования к допустимым уровням побочных излучений

Значения частотной расстройки от края полосы канала Δf_{OOB} , МГц, в режиме NB-IoT в зависимости от полосы канала LTE-Advanced должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Значения частотной расстройки от края полосы канала

Полоса канала LTE-Advanced, МГц	1,4	3,0	5	10	15	20
Расстройка от края полосы канала Δf_{OOB} , МГц	2,8	6	10	15	20	25

Требования к допустимым уровням побочных излучений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 4.8 для частот и значения которых должны находиться выше частоты Δf_{OOB} , МГц, от края полосы канала.

Таблица 4.8 – Требования к допустимым уровням побочных излучений

Диапазон частот	Максимально допустимый уровень, дБм	Измерительная полоса
9 кГц $\leq f < 150$ кГц	-36	1 кГц
150 кГц $\leq f < 30$ МГц	-36	10 кГц

Продолжение таблицы 4.8

Диапазон частот	Максимально допустимый уровень, дБм	Измерительная полоса
30 МГц $\leq f < 1000$ МГц	-36	100 кГц
1 ГГц $\leq f < 12,5$ ГГц	-30	1 МГц

В режиме NB-IoT значение расстройки от края полосы канала должно составлять $\Delta f_{OOB} = 1,7$ МГц.

4.3 Параметры приемника

4.3.1 В режиме NB-IoT значения величины эталонной чувствительности приемника PREFSENS при квадратурной фазовой модуляции (QPSK) должны быть равны минус 108,2 дБм для диапазонов частот с номерами 1, 2, 3, 5, 8, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 26, 28, 31, 66.

Пропускная способность должна составлять не менее 95% максимальной пропускной способности эталонного измерительного канала при модуляции QPSK при значениях величины эталонной чувствительности приемника PREFSENS.

4.3.2 Требования к подавлению продуктов интермодуляции для режима NB-IoT

Для режима NB-IoT пропускная способность должна составлять не менее 95% максимальной пропускной способности эталонного измерительного канала.

Значения параметров полезного сигнала и двух мешающих сигналов приведены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Значения параметров полезного сигнала и мешающих сигналов

Название параметра	Значение
Средняя мощность полезного сигнала, дБм	PREFSENS + 6
Мощность 1-го мешающего (синусоидального) сигнала, дБм	-46
Мощность (дБм) 2-го мешающего (модулированного) сигнала LTE-Advanced с полосой 1,4 МГц	-46
Расстройка 1-го мешающего (синусоидального) сигнала, МГц	+/- 2,2
Расстройка (МГц) 2-го мешающего (модулированного) сигнала LTE-Advanced с полосой 1,4 МГц	+/- 4,4

4.3.3 Требования к допустимым уровням побочных излучений приемника для режима NB-IoT

В режиме NB-IoT максимально допустимые уровни побочных излучений приемника не должны превышать значений, приведенных в таблице 4.10.

Таблица 4.10 - Требования к допустимым уровням побочных излучений приемника

Диапазон частот	Измерительная полоса	Максимальный уровень
30 МГц $\leq f < 1$ ГГц	100 кГц	-57 дБм
1 ГГц $\leq f \leq 12,75$ ГГц	1 МГц	-47 дБм

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] 3GPP TS 36.104 Technical Specification 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Base Station (BS) radio transmission and reception
- [2] 3GPP TS 36.101 Technical Specification 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception

УДК 621.396:006.354

МКС 33.170

Ключевые слова: LTE, Интернет вещей, базовые станции, абонентские станции.

РАЗРАБОТЧИК:

Товарищество с ограниченной ответственностью «КаР-Тел» (Технический комитет по стандартизации ТК 116 «Телекоммуникации»)

Главный исполнительный директор
ТОО «КаР-Тел»

Е. Настрадаин

Технический эксперт
ТОО «КаР-Тел»

В. Тен