

**ОТЧЕТ  
О РАДИОПЛАНИРОВАНИИ**

**Г УЛЬЯНОВСК**

(238969 ПУ)

**Листов 43**

## Оглавление

Термины и определения .....	3
Перечень сокращений .....	4
Введение .....	5
1. Исходные данные .....	6
1.1. Перечень адресов размещения абонентских устройств .....	6
1.2. Перечень ранее установленных базовых станций .....	6
1.3. Качество сотовой связи в местах возможной установки БС .....	7
1.4. Требования к расчету покрытия сети .....	11
2. Зона покрытия сети LoRaWAN .....	12
2.1. Зона покрытия сети .....	12
3. Требования к установке базовых станций .....	37
3.1. Требования к месту установки базовой станции .....	37
3.2. Требования к монтажу базовой станции .....	37
3.3. Требования к месту установки антенны .....	37
3.4. Требования к электроснабжению .....	38
3.5. Рекомендации поэтапного монтажа БС .....	38
4. Расчеты и анализ пропускной способности сети LoRaWAN .....	39
4.1. Теоретическое обоснование расчета емкости сети .....	39
4.2. Пропускная способность сети .....	41
4.3. Количество абонентских устройств в сети .....	42

## Термины и определения

Термин	Определение
LoRaWAN	Открытый протокол для высокочастотных (до 1 000 000 устройств в одной сети) сетей с большим радиусом действия и низким энергопотреблением, который LoRa Alliance стандартизировал для малопотребляющих глобальных сетей (Low Power Wide Area Networks, LPWAN)
Абонентское устройство	Совокупность радиомодуля LoRaWAN, источника питания, датчиков, приборов учета и исполнительных механизмов
Радиомодуль	Компонент абонентского устройства, посредством которого осуществляется подключение абонентского устройства к LoRaWAN сети и радиосвязь с LoRaWAN шлюзом
Базовая станция	Элемент LoRaWAN сети, выполняющий роль коммуникационного шлюза, объединяющего в рамках топологии звезда абонентские устройства и сервер сети LoRaWAN
МКД	Многоквартирный жилой дом
ИСУЭ	Интеллектуальные системы учета электроэнергии

## Перечень сокращений

Сокращение	Описание
БС	Базовая станция
ИПУ	Индивидуальный прибор учета
ОДПУ	Общедомовой прибор учета
ПУ	Прибор учета
МКД	Многоквартирный жилой дом
ИСУЭ	Интеллектуальные системы учета электроэнергии

## Введение

Настоящий отчет составлен по результатам анализа исходных данных, предназначен для обеспечения планирования построения и дальнейшей эксплуатации беспроводной сети передачи данных с использованием технологии LoRaWAN.

Цели работы:

- Получение информации для определения количества, мест размещения и подключения оборудования инфраструктуры сети LoRaWAN;
- Получения информации для планирования этапов развертывания сети LoRaWAN и наращивания зоны покрытия;
- Получение информации для планирования этапа начального развертывания и эксплуатации сети LoRaWAN. Критериями реализации начального этапа является обеспечение окупаемости проекта, при этом должен быть обеспечено выполнение требований ТЗ, при обеспечении 100% покрытия LoRaWAN (наличие сигнала LoRaWAN в месте установки ПУ достаточного для передачи данных (RSSI не менее -115dBm и SNR более 0 dBm));
- Получение информации для планирования этапа дальнейшего развития сети с целью повышения объема передаваемых данных, обеспечения требуемой в условиях эксплуатации периодичности передачи данных, обеспечение стабильного/гарантированного управления ПУ.

## 1. Исходные данные

### 1.1. Перечень адресов размещения абонентских устройств

Сеть LoRaWAN, разворачиваемая в г Ульяновск и обеспечивает покрытие в точках установки абонентских устройств, расположенных там же. Перечень адресов размещения ПУ приведен в НСИ и является неотъемлемой частью данного документа. Радиопланирование выполнено с целью разворачивания сети для опроса вновь установленных ПУ, а также увеличения емкости сети для сбора данных с ранее установленных ПУ. Перечень ранее установленных ПУ также является неотъемлемой частью данного документа.



1. НСИ  
установленные ПУ (



3. НСИ все МКД г.  
Ульяновск.xlsx

По итогу анализа исходных данных итоговое количество ПУ составило 238 969.

### 1.2. Перечень ранее установленных базовых станций

Радиопланирование осуществлялось с учетом предоставленной информации о ранее размещенных и введенных в эксплуатацию базовых станциях стандарта LoRaWAN.

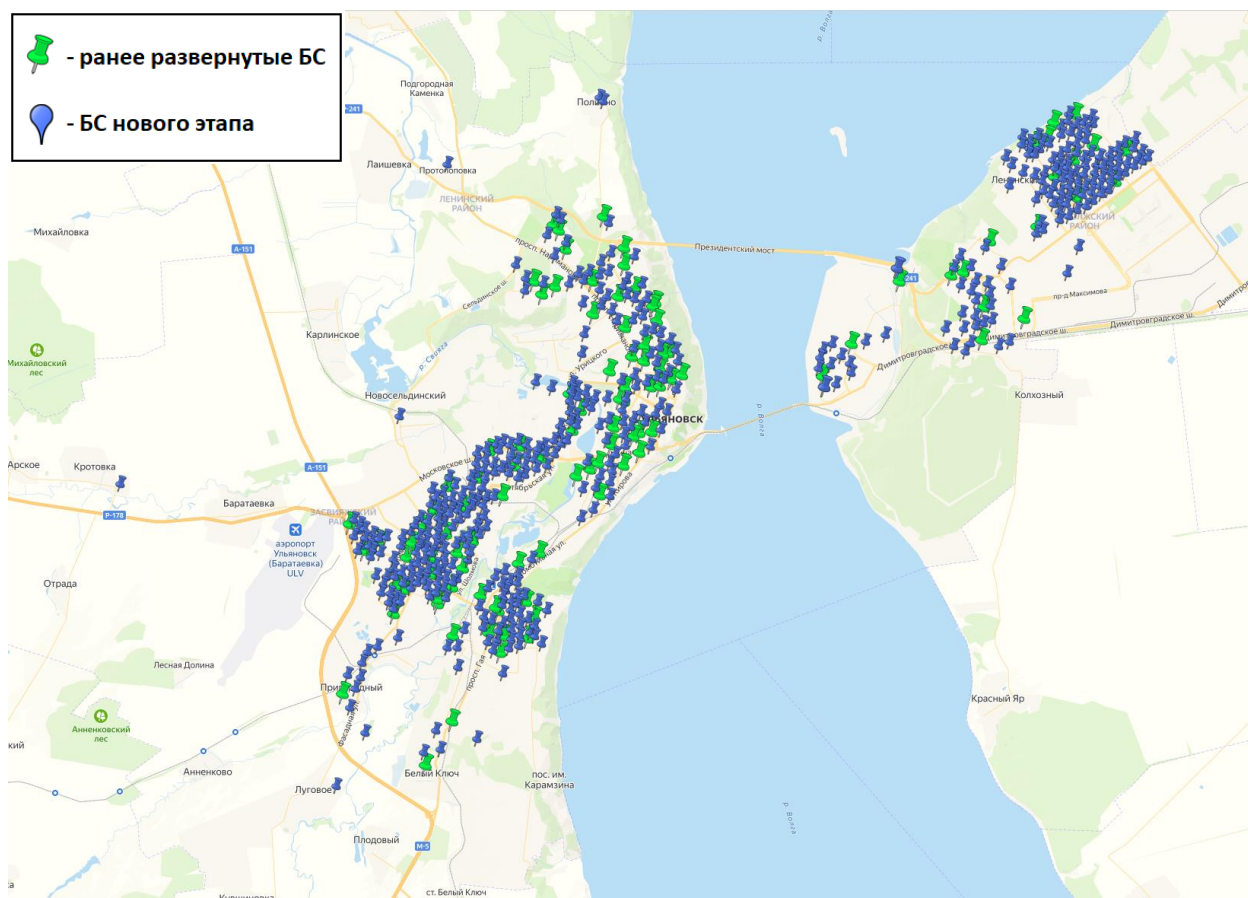


2. НСИ Координаты  
установленных БС.x

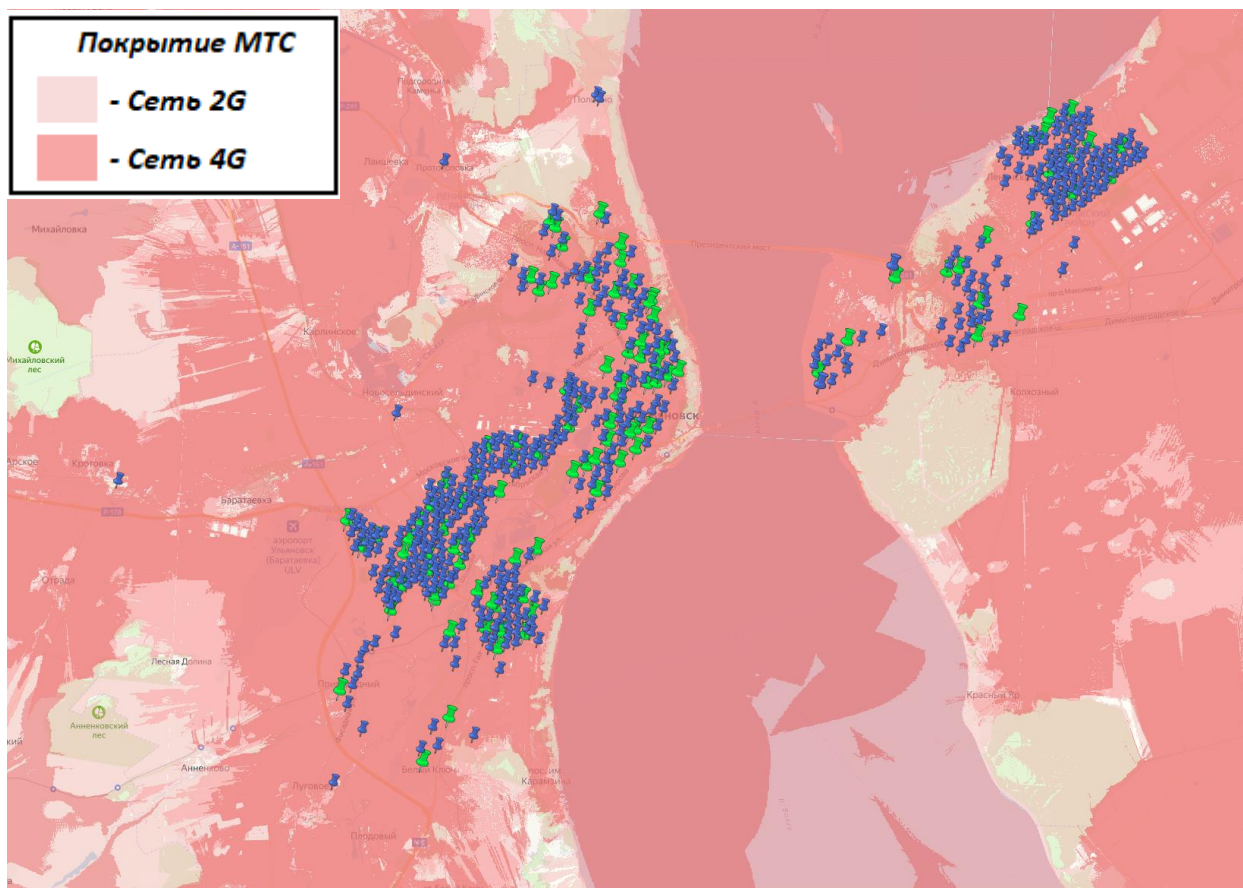
### 1.3. Качество сотовой связи в местах возможной установки БС

Для обеспечения связи БС и сервера сети LoRaWAN, БС расположены в местах качественного покрытия сотовой сети.

Схема размещения базовых станций

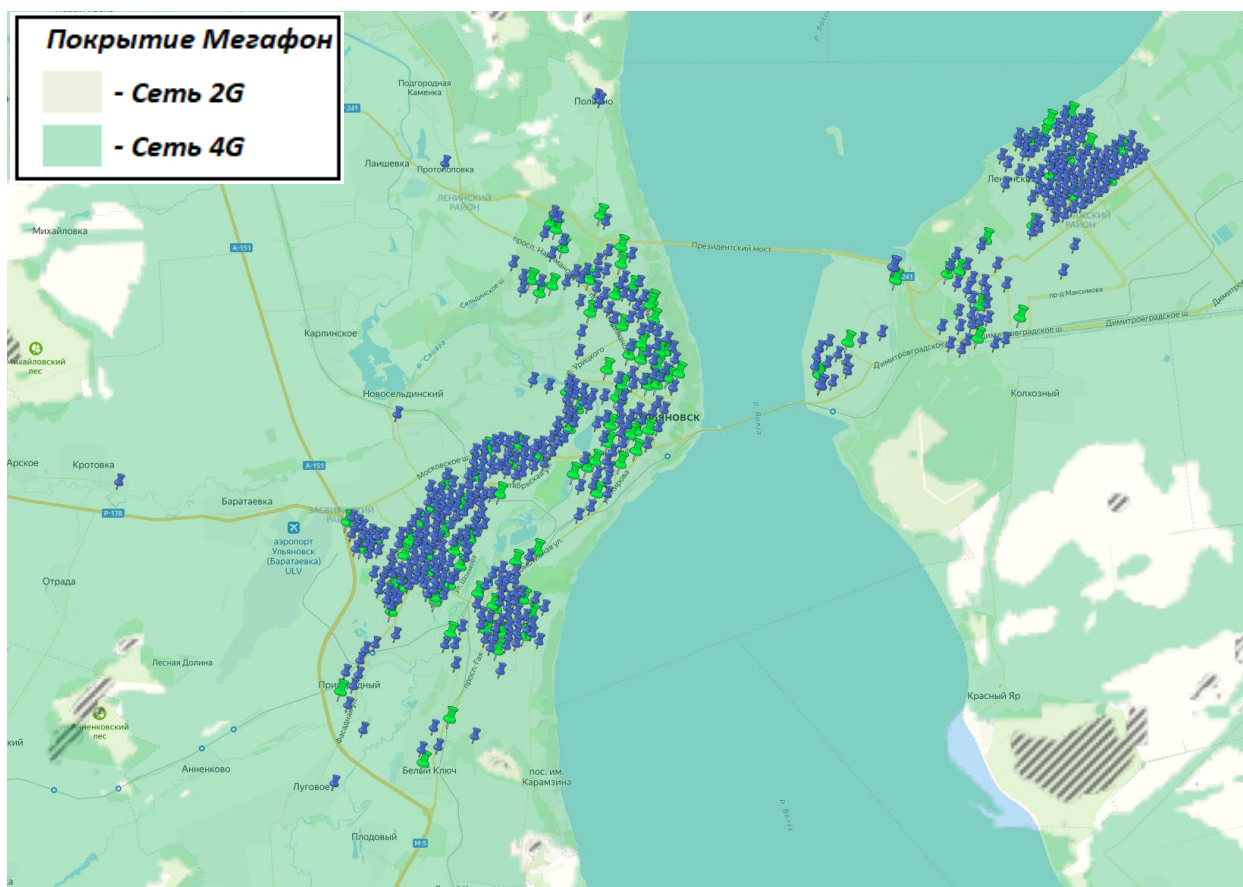


### 1.3.1. Качество покрытия МТС

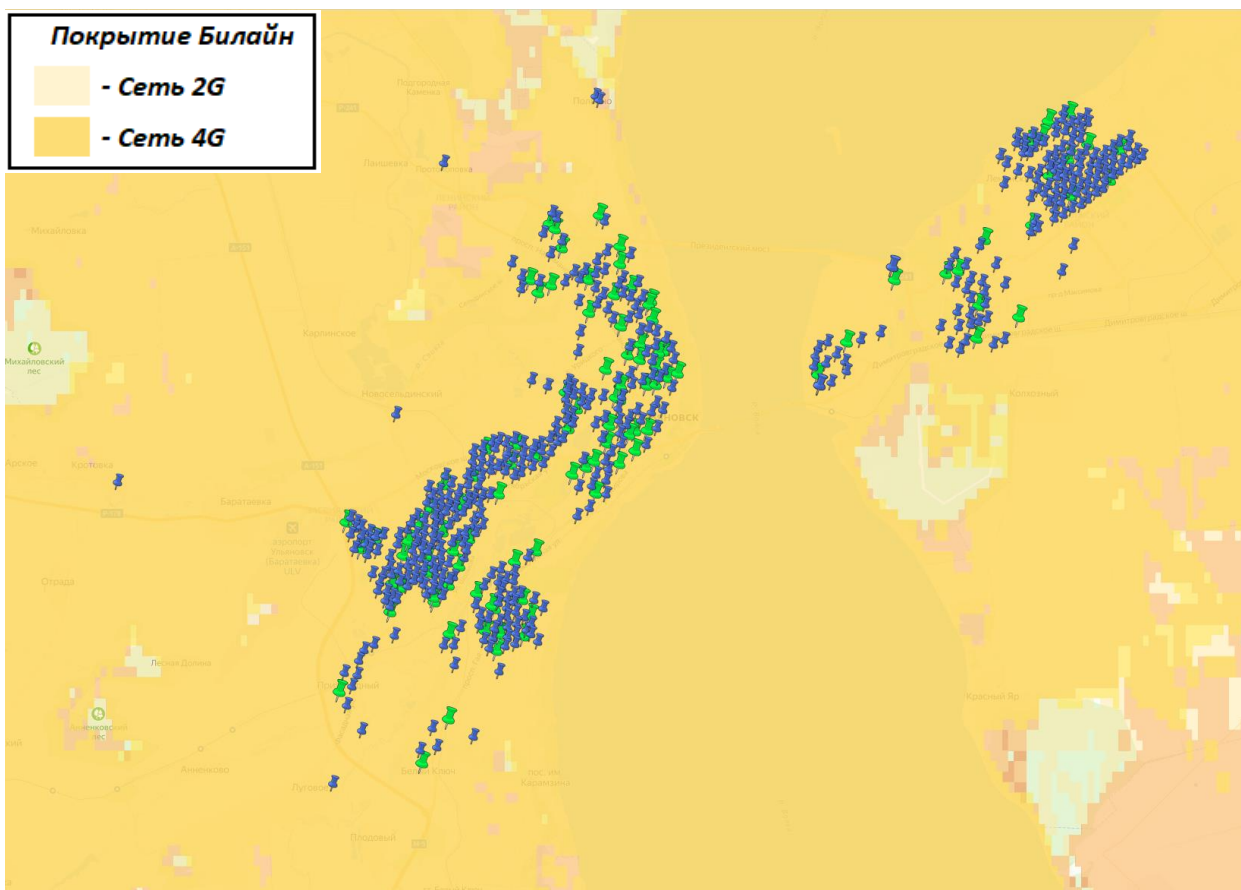




### 1.3.2. Качество покрытия Мегафон



### 1.3.3. Качество покрытия Билайн



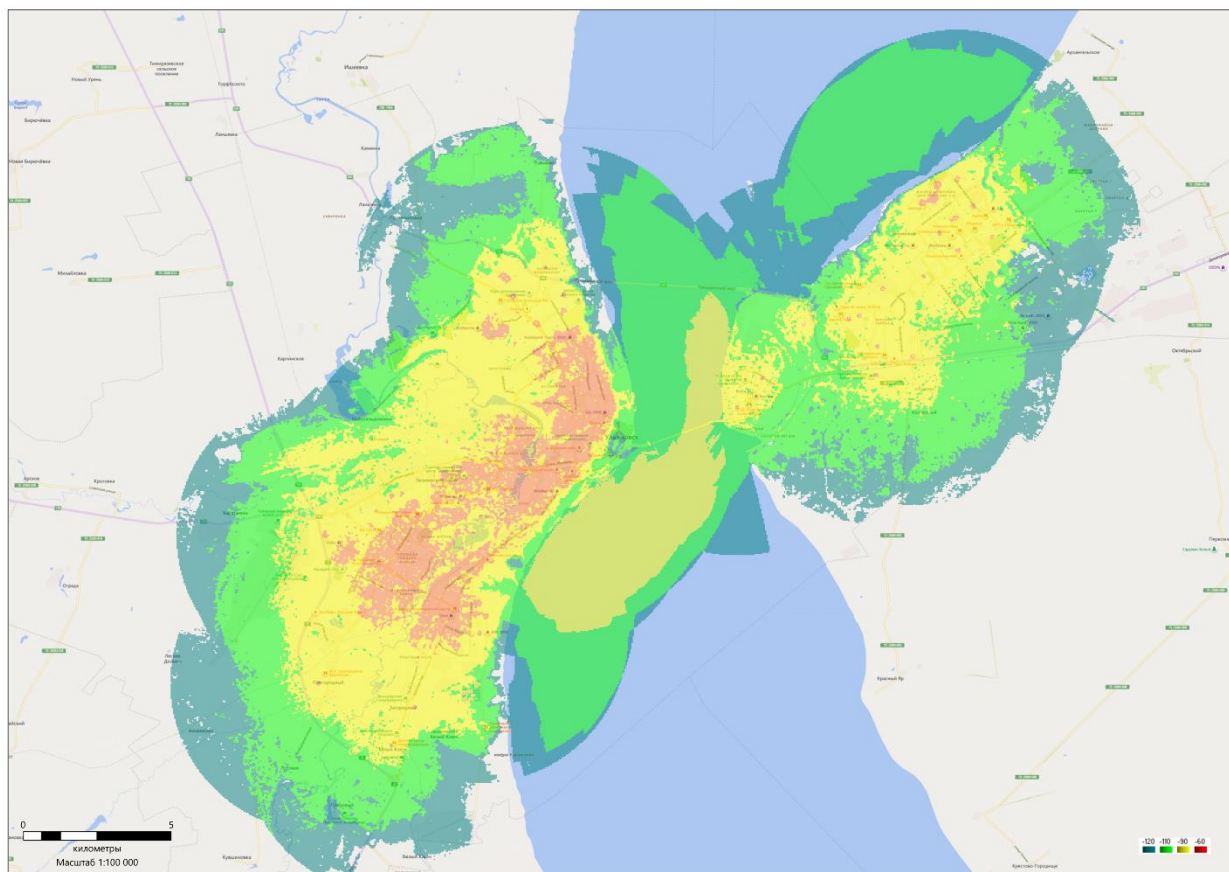
**Выводы:** Планируется для передачи данных от БС к серверу использовать канал GSM как основной. В местах предполагаемой установки БС покрытие GSM, операторов «Билайн», «МТС» и «Мегафон» является равнозначным. Основываясь на прошлом опыте эксплуатации сетей LoRaWAN рекомендуется использование SIM-карты «МТС».

## 1.4. Требования к расчету покрытия сети

- 1.4.1. Должно быть обеспечено перекрытие сети соседними БС. 80% абонентских устройств должны попадать в зону покрытия минимум 2-х БС. Требование по перекрытию сети соседними БС связано с режимами работы БС при приеме и передаче данных, особенностями распространения радиосигнала в местах размещения ПУ и обусловлено:
- конфигурацией (разбросом) точек размещения ПУ из ранее реализованной адресной программы (наблюдается разбросанность групп адресов по разным районам населенных пунктов, что ведет к увеличению количества базовых станций).
  - требований стабильной передачи установленного объема данных;
  - требований стабильного дистанционного управления потребителями и настройки ПУ;
  - пропускной способностью сети. Для стабильности сети LoRaWAN необходим 15% запас трафика передаваемых данных с целью сглаживания перегрузки сети в пиковые моменты работы по дополнительным запросам и работы операторов АСУЭ;
  - размещением ПУ в металлических шкафах, что может существенно ухудшать радиообмен как в целом, так и в определенных направления распространения радиосигнала.
- 1.4.2. Высота установки антенны БС должна соответствовать или превышать высоту городской застройки для обеспечения максимальной зоны покрытия.
- 1.4.3. Расчет должен быть построен на основе цифровой модели местности.
- 1.4.4. При проведении расчета должно быть учтено покрытие, организованное, а рамках реализованное прошлых программ (до 2025г) и планируемое в рамках реализации новой программы.
- 1.4.5. При расчете покрытия сети должно учитываться влияние рельефа местности, плотности и высоты застройки, наличие зеленых насаждений и лесов в зоне распространения радиосигнала.
- 1.4.6. Расчет покрытия сети должен быть построен для частотного диапазона RU863-870 (в соответствии с требованиями ГРЧ: 864,0...865,0МГц, 866,0...868,0МГц и 868,7...869,2МГц).



### 2.1.2. Карта существующего покрытия сети.

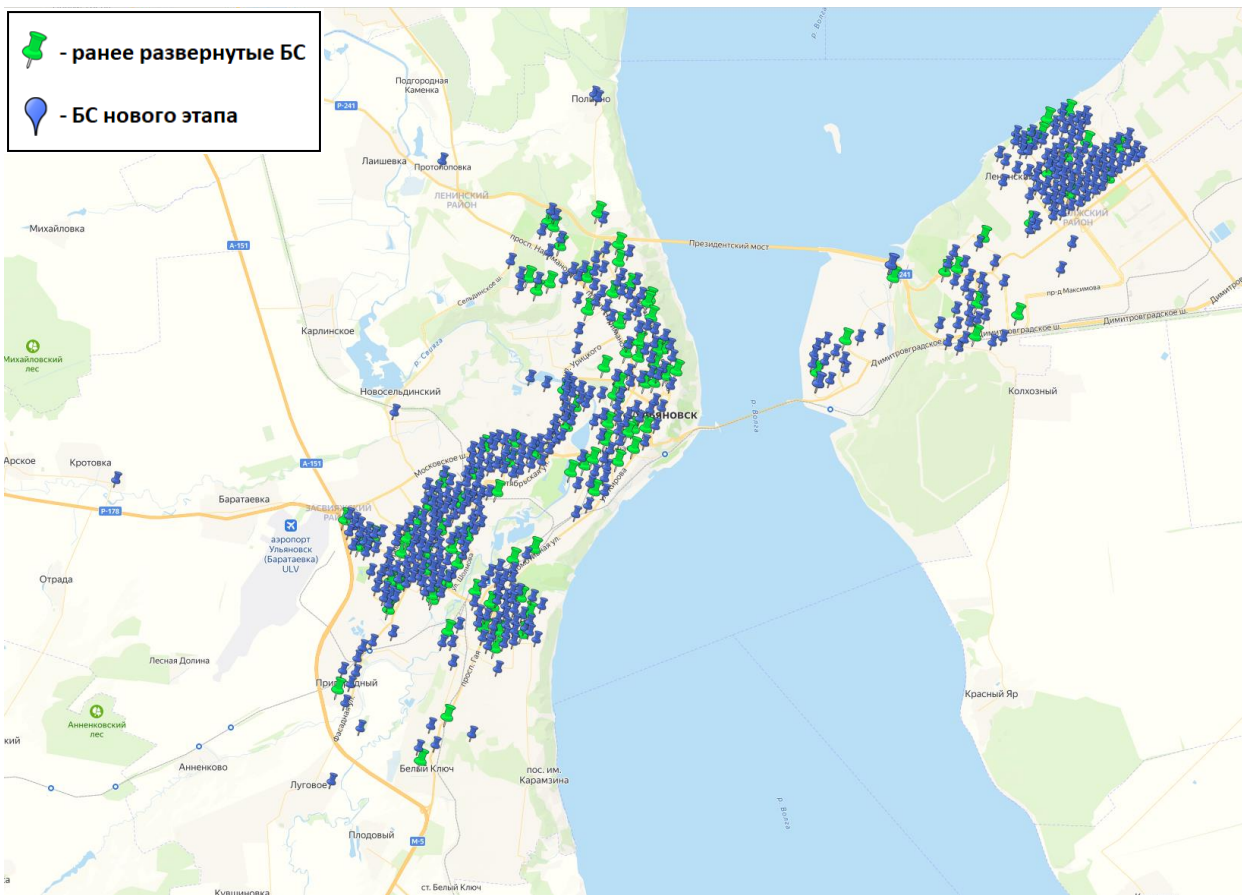


Легенда по уровням сигнала покрытия:

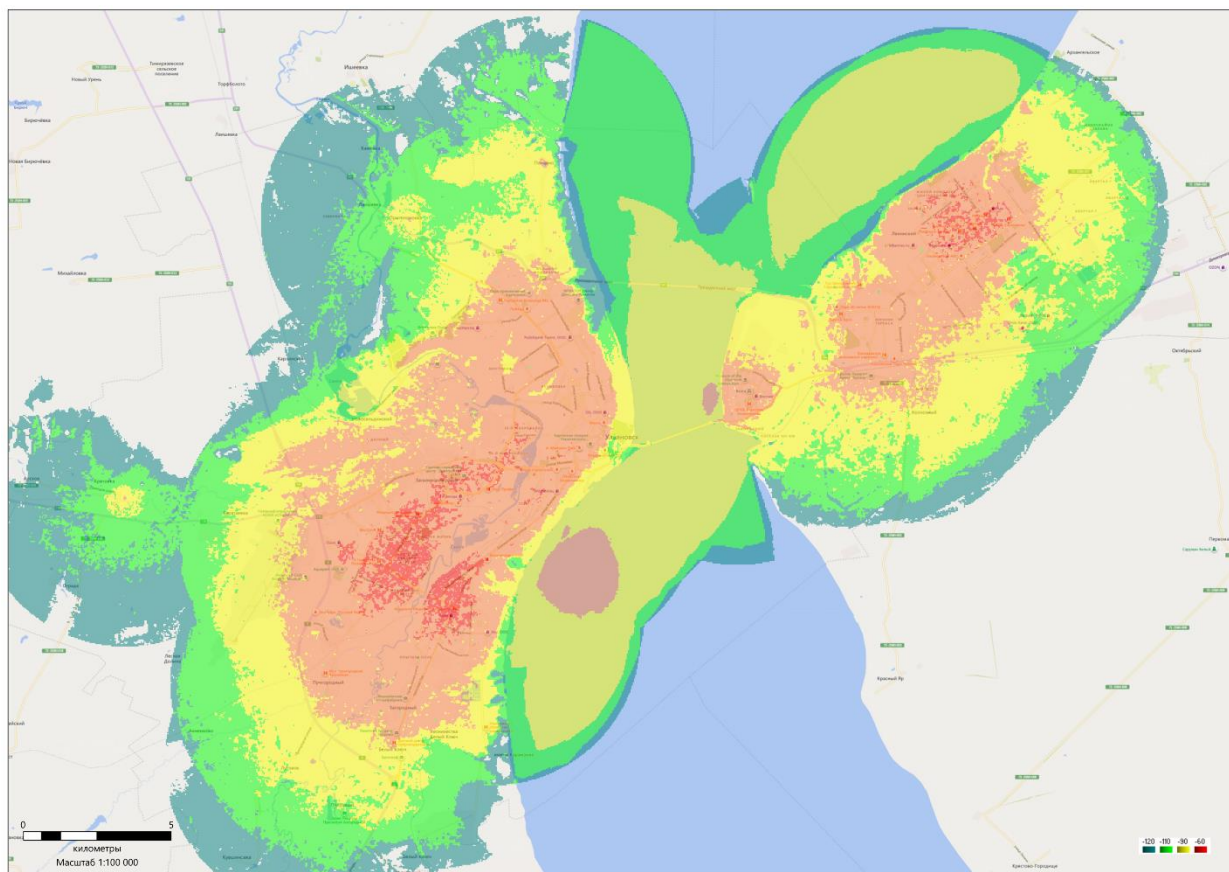
	-60 Надежное покрытие внутри зданий
	-90 Возможное покрытие внутри зданий
	-110 Надежное покрытие на улице
	-120 Возможное покрытие на улице
	< -120 покрытие не предполагается



### 2.1.3. Карта размещения БС с учетом новых



#### 2.1.4. Карта планируемого покрытия сети.



Легенда по уровням сигнала покрытия:

	-60 Надежное покрытие внутри зданий
	-90 Возможное покрытие внутри зданий
	-110 Надежное покрытие на улице
	-120 Возможное покрытие на улице
	< -120 покрытие не предполагается

#### 2.1.5. Адреса размещения новых базовых станций

№ п/п	Адрес БС	Высота монтажа антенны	Широта	Долгота
1	Ульяновск, ул Розы Люксембург, 52	17	N 54°21'26.38"	E 48°22'34.11"
2	Ульяновск, ул Любви Шевцовой, 59А	32	N 54°21'23.56"	E 48°23'13.14"

3	Ульяновск, ул Орджоникидзе, 1/88	17	N 54°21'08.54"	E 48°21'58.65"
4	Ульяновск, ул Орджоникидзе, 29	11	N 54°21'17.37"	E 48°22'18.65"
5	Ульяновск, ул Олега Кошевого, 94	11	N 54°21'08.43"	E 48°22'31.45"
6	Ульяновск, ул Скочилова, 6	29	N 54°21'02.50"	E 48°20'16.54"
7	Ульяновск, ул Скочилова, 3	32	N 54°20'57.53"	E 48°20'44.22"
8	Ульяновск, ул Баумана, 121	11	N 54°20'57.40"	E 48°21'26.41"
9	Ульяновск, ул Ватутина, 66	17	N 54°21'06.71"	E 48°21'41.20"
10	Ульяновск, ул Ватутина, 62	29	N 54°21'00.53"	E 48°21'50.31"
11	Ульяновск, Казанская ул, 96А	11	N 54°21'05.57"	E 48°22'16.08"
12	Ульяновск, ул Розы Люксембург, 30	17	N 54°21'01.21"	E 48°23'01.05"
13	Ульяновск, б-р Архитекторов, 15	29	N 54°20'51.13"	E 48°20'15.42"
14	Ульяновск, пр-кт Нариманова, 94	17	N 54°20'51.93"	E 48°22'16.01"
15	Ульяновск, ул Гафурова, 11А	17	N 54°20'45.47"	E 48°22'28.86"
16	Ульяновск, Бакинская ул, 81	14	N 54°20'55.29"	E 48°22'54.91"
17	Ульяновск, ул Розы Люксембург, 19	8	N 54°20'43.12"	E 48°23'12.57"
18	Ульяновск, ул Докучаева, 26	38	N 54°20'56.82"	E 48°23'24.88"
19	Ульяновск, ул Толбухина, 62А	17	N 54°20'38.41"	E 48°21'48.54"
20	Ульяновск, 1-й пер Маяковского, 5	50	N 54°20'36.50"	E 48°22'18.30"
21	Ульяновск, пр-кт Нариманова, 33	14	N 54°20'31.66"	E 48°22'35.64"
22	Ульяновск, 3-й пер Тимирязева, 7	14	N 54°20'46.52"	E 48°23'00.21"
23	Ульяновск, ул Розы Люксембург, 5А	17	N 54°20'34.61"	E 48°23'21.24"
24	Ульяновск, ул Радищева, 158	17	N 54°20'42.94"	E 48°23'33.04"



25	Ульяновск, ул Немировича-Данченко, 1	8	N 54°20'21.73"	E 48°22'44.94"
26	Ульяновск, ул Рейна, 17	11	N 54°20'22.95"	E 48°23'10.61"
27	Ульяновск, ул Розы Люксембург, 1А	23	N 54°20'26.59"	E 48°23'26.73"
28	Ульяновск, Буинская ул, 66	11	N 54°20'11.40"	E 48°23'29.58"
29	Ульяновск, ул Радищева, 126	29	N 54°20'09.85"	E 48°23'55.62"
30	Ульяновск, ул Гагарина, 31/2А	56	N 54°19'55.94"	E 48°23'12.19"
31	Ульяновск, Красноармейская ул, 142	20	N 54°19'56.88"	E 48°23'53.99"
32	Ульяновск, ул Тухачевского, 40	8	N 54°20'03.29"	E 48°24'11.35"
33	Ульяновск, ул Островского, 56	29	N 54°19'50.52"	E 48°23'38.70"
34	Ульяновск, ул Орлова, 41	29	N 54°19'42.12"	E 48°23'49.14"
35	Ульяновск, ул Средний Венец, 19	14	N 54°19'54.39"	E 48°24'20.08"
36	Ульяновск, ул Средний Венец, 1	14	N 54°19'43.45"	E 48°24'23.85"
37	Ульяновск, ул Можайского, 14	17	N 54°19'29.98"	E 48°23'13.32"
38	Ульяновск, ул Федерации, 126А	14	N 54°20'13.17"	E 48°23'42.76"
39	Ульяновск, жилой район Центр, Нижнетатарская ул, 2	17	N 54°19'28.92"	E 48°23'49.38"
40	Ульяновск, Красногвардейская ул, 25	23	N 54°19'33.01"	E 48°24'09.14"
41	Ульяновск, ул Карла Маркса, 42	29	N 54°19'25.34"	E 48°22'51.37"
42	Ульяновск, ул Карла Маркса, 28/73	14	N 54°19'19.65"	E 48°23'15.30"
43	Ульяновск, ул Марата, 6	29	N 54°19'23.56"	E 48°23'32.22"
44	Ульяновск, Водопроводная ул, 62А	8	N 54°17'42.43"	E 48°21'48.74"
45	Ульяновск, Красноармейская ул, 13к1	29	N 54°19'26.20"	E 48°23'59.85"
46	Ульяновск, б-р Пластова, 7	17	N 54°19'17.34"	E 48°24'21.53"

47	Ульяновск, ул Робеспьера, 5к2	14	N 54°19'08.26"	E 48°22'28.06"
48	Ульяновск, ул Крымова, 59	20	N 54°19'08.59"	E 48°22'59.14"
49	Ульяновск, Пожарный пер, 8	11	N 54°19'01.93"	E 48°23'55.11"
50	Ульяновск, ул Набережная реки Симбирки, 41	14	N 54°18'48.27"	E 48°22'31.05"
51	Ульяновск, ул Крымова, 11/2	8	N 54°18'57.70"	E 48°22'53.51"
52	Ульяновск, ул Ленина, 55	11	N 54°18'48.82"	E 48°23'11.92"
53	Ульяновск, ул Андрея Блаженного, 32	11	N 54°18'55.62"	E 48°23'24.06"
54	Ульяновск, ул Гончарова, 22	17	N 54°18'54.21"	E 48°23'48.01"
55	Ульяновск, Спасская ул, 14	11	N 54°18'55.95"	E 48°24'06.09"
56	Ульяновск, ул Набережная реки Свияги, 146	8	N 54°18'42.35"	E 48°22'15.81"
57	Ульяновск, ул Ленина, 33	8	N 54°18'46.21"	E 48°22'54.17"
58	Ульяновск, ул Льва Толстого, 61	8	N 54°18'41.58"	E 48°23'07.38"
59	Ульяновск, ул Александра Матросова, 19	8	N 54°18'45.90"	E 48°23'30.55"
60	Ульяновск, ул Кузнецова, 5	8	N 54°18'38.86"	E 48°23'55.83"
61	Ульяновск, Ульяновская ул, 2А	8	N 54°18'28.87"	E 48°22'27.00"
62	Ульяновск, ул Карла Либкнехта, 5	17	N 54°18'33.49"	E 48°22'55.48"
63	Ульяновск, Локомотивная ул, 15	14	N 54°17'14.76"	E 48°21'46.63"
64	Ульяновск, Зелёный пер, 9	8	N 54°18'23.15"	E 48°23'39.49"
65	Ульяновск, ул Минаева, 34	8	N 54°18'23.81"	E 48°22'57.67"
66	Ульяновск, Пушкинская ул, 9	17	N 54°18'00.04"	E 48°22'36.60"
67	Ульяновск, ул Университетская Набережная, 9	23	N 54°18'08.21"	E 48°21'56.27"
68	Ульяновск, Железнодорожная ул, 7	17	N 54°18'06.73"	E 48°22'32.03"

69	Ульяновск, ул 12 Сентября, 91	17	N 54°18'15.26"	E 48°22'42.56"
70	Ульяновск, Железнодорожная ул, 15	17	N 54°17'54.60"	E 48°22'17.71"
71	Ульяновск, ул Кирова, 26	29	N 54°17'48.96"	E 48°22'33.52"
72	Ульяновск, Железнодорожная ул, 33	14	N 54°17'44.04"	E 48°22'10.40"
73	Ульяновск, пер Аношина, 2	8	N 54°17'35.93"	E 48°22'33.61"
74	Ульяновск, Локомотивная ул, 3	17	N 54°17'22.54"	E 48°22'06.64"
75	Ульяновск, ул 154-й Стрелковой дивизии, 50	11	N 54°17'13.38"	E 48°15'36.63"
76	Ульяновск, ул 154-й Стрелковой дивизии, 22	11	N 54°17'09.26"	E 48°15'46.87"
77	Ульяновск, Камышинская ул, 111	11	N 54°17'03.28"	E 48°15'44.10"
78	Ульяновск, ул 154-й Стрелковой дивизии, 2	11	N 54°17'04.61"	E 48°15'54.61"
79	Ульяновск, Камышинская ул, 89Б	11	N 54°16'59.50"	E 48°16'07.34"
80	Ульяновск, Камышинская ул, 72	29	N 54°16'57.26"	E 48°15'37.10"
81	Ульяновск, Юго-западная ул, 7	29	N 54°16'48.59"	E 48°15'49.09"
82	Ульяновск, Камышинская ул, 62/1	35	N 54°16'56.07"	E 48°15'55.31"
83	Ульяновск, ул Игошина, 2А	32	N 54°16'52.78"	E 48°16'08.03"
84	Ульяновск, Камышинская ул, 83Б	11	N 54°16'55.32"	E 48°16'17.74"
85	Ульяновск, Камышинская ул, 77	11	N 54°16'56.55"	E 48°16'30.31"
86	Ульяновск, Юго-западная ул, 16	32	N 54°16'43.58"	E 48°15'42.76"
87	Ульяновск, ул Игошина, 4	32	N 54°16'48.19"	E 48°16'01.59"
88	Ульяновск, ул Генерала Мельникова, 8к2	29	N 54°16'44.18"	E 48°16'08.18"
89	Ульяновск, ул Генерала Мельникова, 18	44	N 54°16'37.75"	E 48°16'04.29"
90	Ульяновск, ул Врача Щербаковой, 16	8	N 54°16'41.97"	E 48°16'19.64"

91	Ульяновск, Ленинградская ул, 8	11	N 54°20'00.24"	E 48°28'34.78"
92	Ульяновск, Рабочая ул, 6	17	N 54°20'02.57"	E 48°29'28.30"
93	Ульяновск, ул Калнина, 5	8	N 54°19'54.70"	E 48°28'19.57"
94	Ульяновск, ул Советской Армии, 5/14	14	N 54°19'40.47"	E 48°28'31.52"
95	Ульяновск, Почтовая ул, 26	14	N 54°19'48.89"	E 48°28'48.81"
96	Ульяновск, Заводской пр-д, 1	11	N 54°19'47.22"	E 48°28'14.72"
97	Ульяновск, Краснопролетарская ул, 10Б	29	N 54°19'41.50"	E 48°29'03.21"
98	Ульяновск, Ленинградская ул, 32	29	N 54°19'37.04"	E 48°28'12.60"
99	Ульяновск, Заречная ул, 2	29	N 54°19'22.40"	E 48°28'41.07"
100	Ульяновск, Заводской пр-д, 23	29	N 54°19'32.83"	E 48°29'04.95"
101	Ульяновск, Заречная ул, 11	29	N 54°19'16.80"	E 48°28'21.73"
102	Ульяновск, Оренбургская ул, 34	29	N 54°21'23.26"	E 48°32'02.03"
103	Ульяновск, ул Врача Михайлова, 52	29	N 54°21'12.37"	E 48°31'51.50"
104	Ульяновск, ул Врача Михайлова, 36	29	N 54°21'13.50"	E 48°32'19.80"
105	Ульяновск, Сиреневый пр-д, 7	29	N 54°20'55.98"	E 48°32'02.91"
106	Ульяновск, пр-д Менделеева, 14	17	N 54°21'00.22"	E 48°32'27.66"
107	Ульяновск, ул 9 Мая, 76	11	N 54°20'57.15"	E 48°32'46.59"
108	Ульяновск, ул Тельмана, 12	17	N 54°20'50.18"	E 48°32'20.05"
109	Ульяновск, ул Жуковского, 63	8	N 54°20'48.38"	E 48°32'49.91"
110	Ульяновск, ул Тельмана, 30	17	N 54°20'41.53"	E 48°32'27.66"
111	Ульяновск, ул Нахимова, 13	17	N 54°20'29.32"	E 48°32'05.60"
112	Ульяновск, ул Гоголя, 34	29	N 54°20'26.68"	E 48°32'26.98"

113	Ульяновск, ул Димитрова, 6	17	N 54°20'20.00"	E 48°32'40.46"
114	Ульяновск, ул 9 Мая, 42	8	N 54°20'36.70"	E 48°32'51.32"
115	Ульяновск, Станционная ул, 3	11	N 54°20'15.05"	E 48°32'08.58"
116	Ульяновск, ул Гоголя, 10	29	N 54°20'17.02"	E 48°32'27.84"
117	Ульяновск, ул 8 Марта, 8	8	N 54°20'23.13"	E 48°32'53.59"
118	Ульяновск, Балтийская ул, 24	17	N 54°19'57.97"	E 48°31'52.30"
119	Ульяновск, Балтийская ул, 11	8	N 54°19'52.81"	E 48°32'11.03"
120	Ульяновск, ул Академика Павлова, 24Б	8	N 54°20'01.26"	E 48°32'19.81"
121	Ульяновск, пр-кт Маршала Устинова, 29	38	N 54°23'38.45"	E 48°34'58.87"
122	Ульяновск, пр-кт Академика Филатова, 15	29	N 54°23'35.61"	E 48°35'35.32"
123	Ульяновск, ул Карбышева, 47	32	N 54°23'26.19"	E 48°34'46.59"
124	Ульяновск, пр-кт Врача Сурова, 33	32	N 54°23'32.10"	E 48°34'57.60"
125	Ульяновск, пр-кт Врача Сурова, 25	29	N 54°23'28.37"	E 48°35'11.43"
126	Ульяновск, пр-кт Врача Сурова, 20	32	N 54°23'30.66"	E 48°35'23.72"
127	Ульяновск, пр-кт Авиастроителей, 4	35	N 54°23'28.66"	E 48°35'38.20"
128	Ульяновск, пр-кт Генерала Тюленева, 36	29	N 54°23'19.17"	E 48°34'46.79"
129	Ульяновск, ул Карбышева, 32	32	N 54°23'20.69"	E 48°35'01.33"
130	Ульяновск, пр-кт Авиастроителей, 12/21	32	N 54°23'18.48"	E 48°35'15.32"
131	Ульяновск, пр-кт Авиастроителей, 10	32	N 54°23'23.54"	E 48°35'26.62"
132	Ульяновск, пр-кт Авиастроителей, 7	29	N 54°23'09.90"	E 48°35'10.82"
133	Ульяновск, пр-кт Врача Сурова, 17	29	N 54°23'14.10"	E 48°35'26.17"
134	Ульяновск, пр-кт Ленинского Комсомола, 5	29	N 54°23'10.47"	E 48°36'28.94"

135	Ульяновск, пр-кт Ленинского Комсомола, 1	29	N 54°23'14.27"	E 48°36'46.79"
136	Ульяновск, пр-кт Авиастроителей, 21	29	N 54°23'00.34"	E 48°34'44.89"
137	Ульяновск, пр-кт Авиастроителей, 11	32	N 54°23'05.49"	E 48°34'56.45"
138	Ульяновск, пр-кт Генерала Тюленева, 28	32	N 54°23'01.58"	E 48°35'11.08"
139	Ульяновск, пр-кт Врача Сурова, 7	29	N 54°23'01.86"	E 48°35'35.03"
140	Ульяновск, пр-кт Академика Филатова, 9	32	N 54°22'59.97"	E 48°36'05.14"
141	Ульяновск, пр-кт Ленинского Комсомола, 11	32	N 54°23'05.37"	E 48°36'18.37"
142	Ульяновск, Пензенский б-р, 20	56	N 54°23'05.60"	E 48°36'43.17"
143	Ульяновск, Пензенский б-р, 4	29	N 54°23'02.18"	E 48°36'57.10"
144	го Ульяновск, пос Ленинский, Зелёная ул, 12к1	17	N 54°22'57.04"	E 48°33'16.21"
145	го Ульяновск, пос Ленинский, Лесная ул, 34А	11	N 54°22'50.37"	E 48°33'25.53"
146	Ульяновск, пр-кт Авиастроителей, 25	29	N 54°22'54.93"	E 48°34'32.79"
147	Ульяновск, Новосондецкий б-р, 19	32	N 54°22'50.98"	E 48°34'43.15"
148	Ульяновск, Новосондецкий б-р, 18	29	N 54°22'53.18"	E 48°34'56.83"
149	Ульяновск, ул Карбышева, 21	29	N 54°22'56.45"	E 48°35'23.59"
150	Ульяновск, пр-кт Ленинского Комсомола, 27А	29	N 54°22'50.22"	E 48°35'43.22"
151	Ульяновск, пр-кт Врача Сурова, 1	29	N 54°22'58.11"	E 48°35'49.56"
152	Ульяновск, Киевский б-р, 15	17	N 54°22'51.88"	E 48°36'05.68"
153	Ульяновск, пр-кт Академика Филатова, 16	32	N 54°22'56.45"	E 48°36'19.25"
154	Ульяновск, Львовский б-р, 11	56	N 54°22'51.84"	E 48°36'34.25"
155	Ульяновск, Пензенский б-р, 11	56	N 54°22'56.66"	E 48°36'52.06"
156	Ульяновск, пр-кт Созидателей, 8	50	N 54°22'53.69"	E 48°36'59.20"

157	Ульяновск, пр-кт Созидателей, 2	50	N 54°22'57.52"	E 48°37'07.40"
158	го Ульяновск, пос Ленинский, Фестивальная ул, 19А	14	N 54°22'43.13"	E 48°33'44.90"
159	Ульяновск, Фестивальный б-р, 26	29	N 54°22'41.86"	E 48°34'18.83"
160	Ульяновск, Ульяновский пр-кт, 26	29	N 54°22'47.07"	E 48°34'36.21"
161	Ульяновск, Ульяновский пр-кт, 22	29	N 54°22'43.54"	E 48°34'45.37"
162	Ульяновск, Новосондецкий б-р, 15	29	N 54°22'48.06"	E 48°34'56.46"
163	Ульяновск, пр-кт Ленинского Комсомола, 24	29	N 54°22'42.62"	E 48°35'09.33"
164	Ульяновск, пр-кт Генерала Тюленева, 16	32	N 54°22'49.81"	E 48°35'26.36"
165	Ульяновск, ул Карбышева, 9	29	N 54°22'42.48"	E 48°35'40.41"
166	Ульяновск, пр-кт Ленинского Комсомола, 21	8	N 54°22'49.24"	E 48°35'54.54"
167	Ульяновск, Киевский б-р, 13к1	32	N 54°22'43.63"	E 48°36'05.23"
168	Ульяновск, Киевский б-р, 16	29	N 54°22'47.39"	E 48°36'17.22"
169	Ульяновск, пр-кт Академика Филатова, 3	29	N 54°22'42.82"	E 48°36'30.17"
170	Ульяновск, Львовский б-р, 6	29	N 54°22'49.36"	E 48°36'44.79"
171	Ульяновск, пр-кт Туполева, 28	29	N 54°22'39.97"	E 48°34'02.64"
172	Ульяновск, Фестивальный б-р, 17	29	N 54°22'34.64"	E 48°34'15.74"
173	Ульяновск, Ульяновский пр-кт, 18	32	N 54°22'37.37"	E 48°34'48.93"
174	Ульяновск, Новосондецкий б-р, 11	29	N 54°22'39.27"	E 48°35'00.26"
175	Ульяновск, пр-кт Ленинского Комсомола, 37	50	N 54°22'34.79"	E 48°35'14.05"
176	Ульяновск, пр-кт Ленинского Комсомола, 33	29	N 54°22'41.30"	E 48°35'23.05"
177	Ульяновск, пр-кт Генерала Тюленева, 5	29	N 54°22'34.17"	E 48°35'38.59"
178	Ульяновск, ул Карбышева, 1	29	N 54°22'38.38"	E 48°35'52.96"

179	Ульяновск, Киевский б-р, 7	32	N 54°22'34.64"	E 48°36'06.30"
180	Ульяновск, Киевский б-р, 4	29	N 54°22'39.35"	E 48°36'19.59"
181	Ульяновск, пр-кт Туполева, 20	32	N 54°22'25.57"	E 48°34'18.22"
182	Ульяновск, пр-кт Ленинского Комсомола, 42	32	N 54°22'29.05"	E 48°34'34.27"
183	Ульяновск, пр-кт Ленинского Комсомола, 49	29	N 54°22'25.02"	E 48°34'46.16"
184	Ульяновск, пр-кт Ленинского Комсомола, 43	8	N 54°22'29.71"	E 48°34'58.84"
185	Ульяновск, Ульяновский пр-кт, 8	29	N 54°22'24.87"	E 48°35'11.25"
186	Ульяновск, ул 40-летия Победы, 8	29	N 54°22'29.82"	E 48°35'26.10"
187	Ульяновск, ул 40-летия Победы, 5	29	N 54°22'23.76"	E 48°35'35.79"
188	Ульяновск, пр-кт Генерала Тюленева, 6	17	N 54°22'29.94"	E 48°35'49.75"
189	Ульяновск, пр-кт Генерала Тюленева, 4Г	8	N 54°22'26.34"	E 48°36'02.72"
190	Ульяновск, пр-кт Ленинского Комсомола, 44	29	N 54°22'21.92"	E 48°34'27.78"
191	Ульяновск, Фестивальный б-р, 10	29	N 54°22'16.35"	E 48°34'45.59"
192	Ульяновск, Ульяновский пр-кт, 5	38	N 54°22'20.80"	E 48°34'58.84"
193	Ульяновск, ул 40-летия Победы, 14	50	N 54°22'22.03"	E 48°35'21.29"
194	Ульяновск, пр-кт Созидателей, 54	29	N 54°22'16.34"	E 48°35'38.57"
195	Ульяновск, пр-кт Созидателей, 38	50	N 54°22'22.59"	E 48°35'51.64"
196	Ульяновск, пр-кт Туполева, 14	29	N 54°22'12.87"	E 48°34'34.48"
197	Ульяновск, пр-кт Туполева, 10	29	N 54°22'06.06"	E 48°34'43.42"
198	Ульяновск, ул 40-летия Победы, 24	29	N 54°22'13.34"	E 48°34'55.45"
199	Ульяновск, пр-кт Созидателей, 70	32	N 54°22'07.22"	E 48°35'12.65"
200	Ульяновск, Ульяновский пр-кт, 2	32	N 54°22'10.92"	E 48°35'26.78"



201	Ульяновск, пр-кт Туполева, 3	17	N 54°21'57.83"	E 48°34'43.28"
202	Ульяновск, пр-кт Созидателей, 88	29	N 54°22'01.50"	E 48°34'58.88"
203	Ульяновск, ул Аблукова, 107	29	N 54°19'22.87"	E 48°21'31.91"
204	Ульяновск, ул Аблукова, 101	17	N 54°19'18.76"	E 48°21'39.66"
205	Ульяновск, ул Артёма, 30	17	N 54°19'15.91"	E 48°21'30.05"
206	Ульяновск, ул Артёма, 22	17	N 54°19'09.95"	E 48°21'40.90"
207	Ульяновск, ул Аблукова, 91	17	N 54°19'14.00"	E 48°21'54.10"
208	Ульяновск, ул Аблукова, 83	29	N 54°19'09.42"	E 48°22'09.03"
209	Ульяновск, ул Пушкарёва, 64	29	N 54°19'06.18"	E 48°21'27.71"
210	Ульяновск, ул Артёма, 17	17	N 54°19'03.57"	E 48°21'53.41"
211	Ульяновск, ул Аблукова, 65	17	N 54°18'59.86"	E 48°22'03.09"
212	Ульяновск, ул Пушкарёва, 54	41	N 54°18'55.19"	E 48°21'27.49"
213	Ульяновск, ул Аблукова, 43	29	N 54°18'51.69"	E 48°21'37.88"
214	Ульяновск, ул Пушкарёва, 34	17	N 54°18'42.29"	E 48°21'12.09"
215	Ульяновск, ул Аблукова, 39	8	N 54°18'46.70"	E 48°21'29.71"
216	Ульяновск, ул Аблукова, 22	74	N 54°18'43.07"	E 48°21'39.11"
217	Ульяновск, ул Пушкарёва, 22	17	N 54°18'34.39"	E 48°21'11.77"
218	Ульяновск, Западный б-р, 1	14	N 54°18'24.79"	E 48°19'28.01"
219	Ульяновск, Московское шоссе, 37	17	N 54°18'27.36"	E 48°19'38.58"
220	Ульяновск, пр-кт 50-летия ВЛКСМ, 5	17	N 54°18'23.97"	E 48°19'50.74"
221	Ульяновск, Московское шоссе, 51	17	N 54°18'27.56"	E 48°20'04.05"
222	Ульяновск, ул Терешковой, 2	17	N 54°18'24.18"	E 48°20'17.88"

223	Ульяновск, Московское шоссе, 79	17	N 54°18'23.78"	E 48°20'45.46"
224	Ульяновск, ул Пушкарёва, 8	29	N 54°18'28.82"	E 48°21'02.40"
225	Ульяновск, ул Аблукова, 11	17	N 54°18'25.61"	E 48°21'14.05"
226	Ульяновск, ул Аблукова, 19	38	N 54°18'28.97"	E 48°21'22.86"
227	Ульяновск, ул Лихачёва, 4	17	N 54°18'16.19"	E 48°18'56.69"
228	Ульяновск, Автозаводская ул, 3А	11	N 54°18'19.87"	E 48°19'12.55"
229	Ульяновск, Полтавский пр-д, 1	14	N 54°18'19.40"	E 48°19'33.56"
230	Ульяновск, пр-кт 50-летия ВЛКСМ, 20	17	N 54°18'14.74"	E 48°19'52.82"
231	Ульяновск, ул Терешковой, 3	17	N 54°18'14.90"	E 48°20'18.82"
232	Ульяновск, Московское шоссе, 75А	29	N 54°18'20.59"	E 48°20'35.58"
233	Ульяновск, ул Полбина, 63	17	N 54°18'17.14"	E 48°20'48.22"
234	Ульяновск, Октябрьская ул, 48	77	N 54°18'15.38"	E 48°21'02.63"
235	Ульяновск, ул Лихачёва, 14/5	8	N 54°18'06.62"	E 48°18'55.67"
236	Ульяновск, ул Достоевского, 20	8	N 54°18'10.52"	E 48°19'10.50"
237	Ульяновск, Западный б-р, 13	17	N 54°18'05.71"	E 48°19'23.97"
238	Ульяновск, пр-кт 50-летия ВЛКСМ, 21	8	N 54°18'05.55"	E 48°19'46.88"
239	Ульяновск, ул Полбина, 24	29	N 54°18'09.79"	E 48°20'02.69"
240	Ульяновск, ул Терешковой, 20	17	N 54°18'04.72"	E 48°20'15.34"
241	Ульяновск, ул Полбина, 40	17	N 54°18'10.24"	E 48°20'30.24"
242	Ульяновск, Октябрьская ул, 38	32	N 54°18'04.72"	E 48°20'51.44"
243	Ульяновск, Октябрьская ул, 6	8	N 54°17'57.04"	E 48°18'55.87"
244	Ульяновск, Автозаводская ул, 37	17	N 54°18'01.18"	E 48°19'08.85"

245	Ульяновск, Западный б-р, 17	17	N 54°17'58.41"	E 48°19'25.09"
246	Ульяновск, пр-д Полбина, 12А	17	N 54°18'01.95"	E 48°19'36.23"
247	Ульяновск, пр-кт 50-летия ВЛКСМ, 28	17	N 54°17'57.37"	E 48°19'49.08"
248	Ульяновск, Октябрьская ул, 45	17	N 54°17'56.19"	E 48°20'15.15"
249	Ульяновск, Октябрьская ул, 53	17	N 54°18'02.17"	E 48°20'33.82"
250	Ульяновск, ул Доватора, 2А	14	N 54°17'53.00"	E 48°18'11.65"
251	Ульяновск, Ростовская ул, 16	17	N 54°17'53.56"	E 48°18'47.35"
252	Ульяновск, Октябрьская ул, 18А	11	N 54°17'53.42"	E 48°19'11.35"
253	Ульяновск, Октябрьская ул, 41	17	N 54°17'53.54"	E 48°20'03.98"
254	Ульяновск, ул Богдана Хмельницкого, 2А	17	N 54°17'41.96"	E 48°17'44.39"
255	Ульяновск, ул Герасимова, 25	29	N 54°17'38.75"	E 48°18'01.11"
256	Ульяновск, ул Доватора, 6	11	N 54°17'45.94"	E 48°18'21.78"
257	Ульяновск, ул Доватора, 14А	17	N 54°17'38.34"	E 48°18'33.10"
258	Ульяновск, Ростовская ул, 63	8	N 54°17'44.24"	E 48°18'49.02"
259	Ульяновск, ул Минина, 1	8	N 54°17'35.62"	E 48°18'59.80"
260	Ульяновск, Западный б-р, 32	17	N 54°17'44.15"	E 48°19'05.59"
261	Ульяновск, ул Минина, 15/33	20	N 54°17'35.02"	E 48°19'24.59"
262	Ульяновск, ул Станкостроителей, 6/44	29	N 54°17'28.13"	E 48°17'41.22"
263	Ульяновск, ул Герасимова, 11	8	N 54°17'34.20"	E 48°17'50.05"
264	Ульяновск, ул Богдана Хмельницкого, 14	17	N 54°17'28.72"	E 48°18'03.87"
265	Ульяновск, ул Стасова, 14А	17	N 54°17'34.04"	E 48°18'16.52"
266	Ульяновск, ул Стасова, 15	17	N 54°17'29.13"	E 48°18'29.17"

267	Ульяновск, ул Рябикова, 1А	17	N 54°17'32.00"	E 48°18'47.54"
268	Ульяновск, Автозаводская ул, 56	17	N 54°17'30.08"	E 48°18'56.92"
269	Ульяновск, ул Пугачёва, 2	17	N 54°17'34.38"	E 48°19'12.49"
270	Ульяновск, ул Ефремова, 31	17	N 54°17'25.72"	E 48°17'52.48"
271	Ульяновск, ул Станкостроителей, 19	17	N 54°17'20.09"	E 48°18'02.77"
272	Ульяновск, ул Богдана Хмельницкого, 23	17	N 54°17'25.31"	E 48°18'17.39"
273	Ульяновск, ул Рябикова, 15	17	N 54°17'21.77"	E 48°18'26.74"
274	Ульяновск, ул Доватора, 26	8	N 54°17'25.77"	E 48°18'48.44"
275	Ульяновск, Тагайский пер, 5	17	N 54°17'27.24"	E 48°19'07.13"
276	Ульяновск, ул Ефремова, 51	17	N 54°17'15.20"	E 48°17'24.49"
277	Ульяновск, Промышленная ул, 26	17	N 54°17'12.12"	E 48°17'36.36"
278	Ульяновск, ул Станкостроителей, 16	29	N 54°17'15.17"	E 48°17'54.37"
279	Ульяновск, ул Станкостроителей, 22	32	N 54°17'10.78"	E 48°18'03.13"
280	Ульяновск, ул Рябикова, 18	8	N 54°17'19.45"	E 48°18'13.24"
281	Ульяновск, Севастопольская ул, 10	17	N 54°17'13.23"	E 48°18'29.25"
282	Ульяновск, ул Стасова, 32	17	N 54°17'18.40"	E 48°18'40.24"
283	Ульяновск, ул Александра Невского, 2Бк2	35	N 54°17'11.87"	E 48°18'58.06"
284	Ульяновск, ул Александра Невского, 2Бк5	35	N 54°17'16.23"	E 48°19'07.65"
285	Ульяновск, Кузоватовская ул, 54	17	N 54°17'01.69"	E 48°17'10.02"
286	Ульяновск, ул Ефремова, 71	17	N 54°17'08.66"	E 48°17'15.43"
287	Ульяновск, Кузоватовская ул, 27	32	N 54°17'00.39"	E 48°17'36.31"
288	Ульяновск, ул Рябикова, 22	17	N 54°17'05.42"	E 48°17'54.47"

289	Ульяновск, Промышленная ул, 51	50	N 54°17'06.35"	E 48°18'17.82"
290	Ульяновск, ул Александра Невского, 2Е	8	N 54°17'05.36"	E 48°18'57.38"
291	Ульяновск, ул Александра Невского, 2Жк4	77	N 54°17'06.21"	E 48°19'11.49"
292	Ульяновск, ул Ефремова, 91	29	N 54°16'56.96"	E 48°16'55.66"
293	Ульяновск, Кузоватовская ул, 42	29	N 54°16'57.22"	E 48°17'23.38"
294	Ульяновск, Кузоватовская ул, 26	17	N 54°16'52.77"	E 48°17'34.79"
295	Ульяновск, ул Рябикова, 32	17	N 54°16'57.36"	E 48°17'51.90"
296	Ульяновск, ул Рябикова, 25	29	N 54°16'53.25"	E 48°18'00.84"
297	Ульяновск, Промышленная ул, 66	23	N 54°16'55.05"	E 48°18'32.67"
298	Ульяновск, Промышленная ул, 69	32	N 54°16'59.14"	E 48°18'43.63"
299	Ульяновск, Промышленная ул, 89	32	N 54°16'58.86"	E 48°19'00.30"
300	Ульяновск, ул Ефремова, 105	17	N 54°16'48.31"	E 48°16'53.07"
301	Ульяновск, Кузоватовская ул, 40	17	N 54°16'49.82"	E 48°17'24.08"
302	Ульяновск, ул Рябикова, 54	17	N 54°16'44.92"	E 48°17'34.30"
303	Ульяновск, ул Рябикова, 39	29	N 54°16'47.49"	E 48°17'49.76"
304	Ульяновск, Кузоватовская ул, 13	29	N 54°16'45.58"	E 48°18'03.09"
305	Ульяновск, 2-й Брянский пер, 26-28	11	N 54°16'49.61"	E 48°18'22.36"
306	Ульяновск, ул Шолмова, 3	17	N 54°16'48.69"	E 48°18'41.45"
307	Ульяновск, ул Ефремова, 115	17	N 54°16'35.85"	E 48°16'41.64"
308	Ульяновск, Камышинская ул, 39Б	50	N 54°16'41.98"	E 48°17'18.51"
309	Ульяновск, ул Рябикова, 61/37	29	N 54°16'34.10"	E 48°17'31.60"
310	Ульяновск, ул Рябикова, 47	38	N 54°16'41.47"	E 48°17'43.24"

311	Ульяновск, Жигулёвская ул, 36	29	N 54°16'36.21"	E 48°18'03.53"
312	Ульяновск, ул Шолмова, 9	29	N 54°16'35.38"	E 48°18'42.31"
313	Ульяновск, ул Шолмова, 5	29	N 54°16'42.07"	E 48°18'45.82"
314	Ульяновск, ул Ефремова, 129	17	N 54°16'26.22"	E 48°16'40.71"
315	Ульяновск, ул Рябикова, 86	17	N 54°16'28.23"	E 48°17'09.07"
316	Ульяновск, ул Рябикова, 74	8	N 54°16'31.54"	E 48°17'19.26"
317	Ульяновск, Камышинская ул, 18	29	N 54°16'25.46"	E 48°17'36.35"
318	Ульяновск, Самарская ул, 13	32	N 54°16'30.14"	E 48°17'50.08"
319	Ульяновск, Жигулёвская ул, 62	38	N 54°16'26.09"	E 48°18'01.03"
320	Ульяновск, ул Корунковой, 12	29	N 54°16'30.32"	E 48°18'16.68"
321	Ульяновск, ул Ефремова, 133	32	N 54°16'19.55"	E 48°16'29.54"
322	Ульяновск, Отрадная ул, 81	32	N 54°16'18.87"	E 48°16'43.38"
323	Ульяновск, Отрадная ул, 62	29	N 54°16'22.69"	E 48°16'54.69"
324	Ульяновск, ул Рябикова, 100	17	N 54°16'17.46"	E 48°17'09.49"
325	Ульяновск, ул Рябикова, 73	29	N 54°16'21.27"	E 48°17'23.30"
326	Ульяновск, Самарская ул, 21	29	N 54°16'14.60"	E 48°17'32.24"
327	Ульяновск, Камышинская ул, 25	32	N 54°16'23.75"	E 48°17'53.43"
328	Ульяновск, Камышинская ул, 21	32	N 54°16'18.62"	E 48°18'05.95"
329	Ульяновск, ул Шолмова, 23	29	N 54°16'17.25"	E 48°18'25.59"
330	Ульяновск, ул Ефремова, 143	32	N 54°16'11.63"	E 48°16'24.86"
331	Ульяновск, Отрадная ул, 75	17	N 54°16'12.99"	E 48°16'57.09"
332	Ульяновск, ул Рябикова, 85	32	N 54°16'08.38"	E 48°17'09.18"

333	Ульяновск, ул Рябикова, 81	29	N 54°16'13.57"	E 48°17'19.81"
334	Ульяновск, Самарская ул, 27к2	32	N 54°16'09.04"	E 48°17'36.22"
335	Ульяновск, Камышинская ул, 8	29	N 54°16'13.40"	E 48°17'52.88"
336	Ульяновск, пр-кт Хо Ши Мина, 21Б	32	N 54°16'08.51"	E 48°18'02.43"
337	Ульяновск, Камышинская ул, 15	38	N 54°16'13.91"	E 48°18'17.38"
338	Ульяновск, ул Шигаева, 15	32	N 54°16'03.20"	E 48°16'35.68"
339	Ульяновск, ул Шигаева, 3	32	N 54°15'59.11"	E 48°16'45.15"
340	Ульяновск, ул Шигаева, 21к1	32	N 54°16'03.93"	E 48°16'21.37"
341	Ульяновск, Отрадная ул, 11	29	N 54°16'00.56"	E 48°17'39.94"
342	Ульяновск, Отрадная ул, 18	32	N 54°16'04.13"	E 48°17'50.47"
343	Ульяновск, Отрадная ул, 2	32	N 54°15'58.99"	E 48°18'06.24"
344	Ульяновск, ул Шигаева, 6В	32	N 54°15'54.87"	E 48°16'33.95"
345	Ульяновск, ул Рябикова, 134	32	N 54°15'48.87"	E 48°16'41.31"
346	Ульяновск, ул Рябикова, 124с2	17	N 54°15'55.49"	E 48°16'51.88"
347	Ульяновск, 2-й Винновский пер, 6	11	N 54°16'35.52"	E 48°20'25.74"
348	Ульяновск, Локомотивная ул, 68	17	N 54°16'24.42"	E 48°19'41.82"
349	Ульяновск, Диспетчерская ул, 36	8	N 54°16'19.11"	E 48°19'26.97"
350	Ульяновск, пр-кт Гая, 46	8	N 54°16'14.75"	E 48°19'50.64"
351	Ульяновск, пр-кт Гая, 32	8	N 54°16'21.60"	E 48°20'03.66"
352	Ульяновск, ул Державина, 9А	11	N 54°16'11.66"	E 48°19'37.41"
353	Ульяновск, ул Державина, 18	8	N 54°16'06.36"	E 48°19'44.16"
354	Ульяновск, Хрустальная ул, 2	17	N 54°16'13.11"	E 48°20'02.86"

355	Ульяновск, Локомотивная ул, 104	17	N 54°16'08.09"	E 48°19'13.86"
356	Ульяновск, пр-кт Гая, 64	11	N 54°16'00.49"	E 48°19'39.50"
357	Ульяновск, пр-кт Гая, 21Бс1	23	N 54°15'55.76"	E 48°19'52.21"
358	Ульяновск, Клубная ул, 12	17	N 54°16'00.94"	E 48°20'02.58"
359	Ульяновск, Хрустальная ул, 1А	8	N 54°16'00.92"	E 48°20'13.52"
360	Ульяновск, Локомотивная ул, 134	8	N 54°15'50.48"	E 48°19'01.04"
361	Ульяновск, ул Варейкиса, 14	17	N 54°15'18.98"	E 48°19'29.19"
362	Ульяновск, пр-кт Гая, 25	14	N 54°15'52.60"	E 48°19'37.55"
363	Ульяновск, ул Луначарского, 10	17	N 54°15'47.57"	E 48°19'51.38"
364	Ульяновск, Хрустальная ул, 20	17	N 54°15'53.05"	E 48°20'02.31"
365	Ульяновск, 2-й Благодатный пер, 36	14	N 54°15'15.81"	E 48°20'42.29"
366	Ульяновск, Песчаный пер, 16	8	N 54°15'55.51"	E 48°20'35.68"
367	Ульяновск, ул Беяева, 65	11	N 54°15'47.08"	E 48°20'51.31"
368	Ульяновск, Локомотивная ул, 199	17	N 54°15'40.70"	E 48°19'07.69"
369	Ульяновск, пр-кт Гая, 86	17	N 54°15'36.93"	E 48°19'21.22"
370	Ульяновск, ул Героев Свири, 16	17	N 54°15'39.15"	E 48°19'51.32"
371	Ульяновск, Хрустальная ул, 5	38	N 54°15'43.56"	E 48°20'06.09"
372	Ульяновск, Кольцевая ул, 8А	17	N 54°15'38.42"	E 48°20'19.84"
373	Ульяновск, Локомотивная ул, 154	35	N 54°15'30.74"	E 48°19'06.96"
374	Ульяновск, пр-кт Гая, 45/1	17	N 54°15'34.23"	E 48°19'38.89"
375	Ульяновск, Хрустальная ул, 46	17	N 54°15'29.19"	E 48°19'53.10"
376	Ульяновск, Хрустальная ул, 23	17	N 54°15'31.94"	E 48°20'07.02"



377	Ульяновск, ул Варейкиса, 41	14	N 54°15'26.16"	E 48°20'23.21"
378	Ульяновск, Кольцевая ул, 28А	17	N 54°15'32.39"	E 48°20'30.80"
379	Ульяновск, пр-кт Гая, 65	38	N 54°15'17.21"	E 48°19'14.15"
380	Ульяновск, ул Варейкиса, 5	17	N 54°15'27.58"	E 48°19'32.09"
381	Ульяновск, ул Варейкиса, 20	29	N 54°15'19.55"	E 48°19'53.32"
382	Ульяновск, Хрустальная ул, 35	17	N 54°15'23.71"	E 48°20'06.63"
383	Ульяновск, Кольцевая ул, 40	17	N 54°15'22.78"	E 48°20'31.43"
384	Ульяновск, ул Варейкиса, 32	29	N 54°15'09.26"	E 48°19'23.71"
385	Ульяновск, пр-д Героя России Аверьянова, 7	29	N 54°15'11.14"	E 48°19'48.60"
386	Ульяновск, Хрустальная ул, 43А	32	N 54°15'13.65"	E 48°20'05.52"
387	Ульяновск, пр-кт Маршала Устинова, 24	14	N 54°23'16.62"	E 48°33'43.37"
388	Ульяновск, пр-кт Ливанова, 15	53	N 54°23'11.42"	E 48°33'54.39"
389	Ульяновск, пр-кт Маршала Устинова, 11	53	N 54°23'17.12"	E 48°34'08.17"
390	Ульяновск, микрорайон Новый Город, пр-кт Ливанова, 28	32	N 54°23'12.40"	E 48°34'16.57"
391	Ульяновск, ул Якурнова, 30/2	14	N 54°23'09.31"	E 48°33'41.52"
392	Ульяновск, б-р Ильюшина, 8	29	N 54°23'05.97"	E 48°33'54.15"
393	Ульяновск, ул Еремеецкого, 10	44	N 54°23'04.88"	E 48°34'11.97"
394	Ульяновск, микрорайон Новый Город, пр-кт Ливанова, 30	29	N 54°23'10.04"	E 48°34'26.21"
395	Ульяновск, ул Якурнова, 18	29	N 54°23'00.41"	E 48°33'53.62"
396	Ульяновск, б-р Ильюшина, 2	53	N 54°22'59.96"	E 48°34'03.49"
397	Ульяновск, Ташлинская ул, 5	8	N 54°15'07.59"	E 48°15'59.29"
398	го Ульяновск, пос Пригородный, Фасадная ул, 7	8	N 54°14'43.96"	E 48°15'47.55"

399	го Ульяновск, пос Пригородный, Фасадная ул, 12	8	N 54°14'33.10"	E 48°15'39.69"
400	го Ульяновск, пос Пригородный, Фасадная ул, 2	8	N 54°14'57.09"	E 48°15'50.09"
401	Ульяновск, Ташлинская ул, 17	8	N 54°15'12.67"	E 48°16'15.56"
402	Ульяновск, Азовская ул, 84Б	8	N 54°19'24.40"	E 48°20'32.39"
403	Ульяновск, Азовская ул, 93	17	N 54°19'18.40"	E 48°20'58.64"
404	Ульяновск, ул Академика Павлова, 109	8	N 54°20'02.54"	E 48°33'22.66"
405	Ульяновск, ул Академика Павлова, 34	8	N 54°19'57.89"	E 48°33'05.27"
406	Ульяновск, Александровская ул, 147	11	N 54°16'19.99"	E 48°16'12.21"
407	Ульяновск, Новосибирская ул, 2	11	N 54°15'28.52"	E 48°18'36.20"
408	Ульяновск, Опытная ул, 3	17	N 54°15'12.22"	E 48°18'09.11"
409	Ульяновск, Вольная ул, 2	17	N 54°15'11.56"	E 48°18'25.63"
410	Ульяновск, пр-кт Гая, 101	11	N 54°13'45.16"	E 48°18'57.01"
411	Ульяновск, пр-кт Столыпина, 12	11	N 54°21'55.53"	E 48°34'12.75"
412	Ульяновск, пр-кт Столыпина, 9	11	N 54°21'45.00"	E 48°34'05.60"
413	Ульяновск, пр-кт Столыпина, 23	11	N 54°21'48.73"	E 48°34'17.03"
414	Ульяновск, ул Городская Усадьба, 14А	14	N 54°21'15.64"	E 48°19'59.84"
415	го Ульяновск, Заволжский район	11	N 54°21'07.90"	E 48°34'55.86"
416	Ульяновск, пр-кт Генерала Маргелова, 11	11	N 54°21'32.20"	E 48°35'14.53"
417	Ульяновск, Ипподромная ул, 6	11	N 54°21'57.72"	E 48°21'13.34"
418	Ульяновск, Ипподромная ул, 25	11	N 54°22'03.43"	E 48°21'05.17"
419	Ульяновск, пр-кт Нариманова, 85	17	N 54°21'24.04"	E 48°21'03.01"
420	Ульяновск, Ипподромная ул, 3А	11	N 54°21'36.08"	E 48°21'21.86"

421	Ульяновск, ул Кадьяна, 7	8	N 54°15'21.62"	E 48°16'48.41"
422	Ульяновск, ул Калинина, 6	8	N 54°20'08.71"	E 48°30'01.20"
423	Ульяновск, Волжская ул, 93	8	N 54°20'55.34"	E 48°33'23.98"
424	Ульяновск, ул Мостостроителей, 24	11	N 54°21'09.49"	E 48°30'21.22"
425	Ульяновск, ул Нахимова, 3	8	N 54°20'14.81"	E 48°31'38.82"
426	Ульяновск, пр-д Нефтяников, 2	11	N 54°14'47.24"	E 48°19'39.61"
427	Ульяновск, Одесская ул, 1	29	N 54°21'14.04"	E 48°33'08.69"
428	Ульяновск, 2-й пер Пархоменко, 33	17	N 54°20'09.79"	E 48°21'51.85"
429	Ульяновск, Подлесная ул, 4	8	N 54°21'43.59"	E 48°20'50.43"
430	го Ульяновск, пос Поливно, Поливенская ул, 29	23	N 54°23'54.19"	E 48°22'16.00"
431	го Ульяновск, пос Поливно, Поливенская ул, 7	23	N 54°23'50.65"	E 48°22'21.81"
432	Ульяновск, Профсоюзная ул, 40	17	N 54°14'52.76"	E 48°18'26.57"
433	Ульяновск, Степная ул, 26	8	N 54°18'51.47"	E 48°16'51.38"
434	Ульяновск, Солнечная ул, 12	8	N 54°21'31.94"	E 48°32'43.16"
435	го Ульяновск, с Белый Ключ, пр-д Нефтеразведчиков, 3	11	N 54°13'32.35"	E 48°17'30.89"
436	го Ульяновск, с Белый Ключ, ул Ленина, 115А	11	N 54°13'35.00"	E 48°17'57.66"
437	го Ульяновск, с Кротовка, Полевая ул,2	8	N 54°17'47.65"	E 48°09'17.50"
438	го Ульяновск, с Луговое, Заречная ул, 9	8	N 54°12'59.93"	E 48°15'08.90"
439	го Ульяновск, пос Пригородный, Железнодорожная ул, 11	11	N 54°14'46.01"	E 48°15'26.63"
440	го Ульяновск, деревня Протопоповка, Заречная ул, 9	8	N 54°22'50.53"	E 48°18'09.26"
441	го Ульяновск, с Белый Ключ, Ключевая ул, 3	11	N 54°13'52.87"	E 48°17'50.24"
442	го Ульяновск, кп Зелёный Мир, ул Садовникова, 1	8	N 54°14'15.03"	E 48°15'30.49"

443	го Ульяновск, пос Ленинский, 5-й Янтарный пер, 13	11	N 54°22'17.59"	E 48°34'05.43"
444	го Ульяновск, пос Ленинский, Фестивальная ул, 59Б	8	N 54°22'30.61"	E 48°33'22.75"
445	го Ульяновск, Железнодорожный район, 14	8	N 54°13'50.92"	E 48°15'55.71"
446	Ульяновск, ул Урицкого, 96	11	N 54°19'51.27"	E 48°21'47.38"
447	Ульяновск, Уютная ул, 11	23	N 54°21'55.03"	E 48°22'31.46"

## 3. Требования к установке базовых станций

### 3.1. Требования к месту установки базовой станции

- 3.1.1. БС имеют корпус, который обеспечивает класс защиты от внешних воздействий IP67.
- 3.1.2. Так как БС оборудована GPS и GSM модулями со встроенными антеннами, то для обеспечения нормального функционирования GPS и GSM, БС рекомендуется устанавливать вне помещения.
- 3.1.3. Место установки БС должно находиться в зоне уверенного приема GSM сигнала (не хуже -85 dBm), при отсутствии возможности подключения БС по Ethernet.
- 3.1.4. Рекомендуемыми местами размещения БС являются:
  - Крыши жилых зданий;
  - Опоры сотовой и прочей-связи;
  - Опоры ЛЭП (только в малоэтажных поселках).

### 3.2. Требования к монтажу базовой станции

- 3.2.1. БС, в зависимости от модели, могут монтироваться:
  - на трубостойку диаметром 30 - 50 мм с помощью хомутов;
  - на трубостойку диаметром свыше 50мм с помощью бандажной ленты;

### 3.3. Требования к месту установки антенны

- 3.3.1. Антенна может устанавливаться на опорах линий электропередач в самой верхней части с использованием трубостойки. Так же необходимо избегать различных металлических и прочих предметов, создающих «радиотень» в ближайшей к антенне зоне (30-50 метров). Такими предметами может являться оборудование операторов сотовой связи, металлоконструкции на здании, всевозможные рекламные конструкции, парасол на кровле.
- 3.3.2. Место для размещения антенны выбирается исходя из оптимального положения относительно оконечных устройств и должно учитывать, в том числе, рельеф местности и характер окружающей растительности.
- 3.3.3. Базовые станции LRST-868-VGA2b10 не имеют токопроводящих частей, которые могут попасть под напряжение свыше 60В. Питание базовых станций LRST-868-VGA2b10 осуществляется постоянным электрическим током от блока питания POE, напряжением, не превышающим 48 В, соответственно на токопроводящих элементах и антенны 10dBi A10-868 появление опасного для жизни напряжения невозможно. Заземление не требуется.
- 3.3.4. Антенны 10dBi A10-868 или трубостойки, на которых они закреплены, в случае их установки ниже существующих молниеотводов дополнительных мер грозозащиты не требуют. В остальных случаях Антенны 10dBi A10-868 или трубостойки должны подключаться к существующей системе молниезащиты или системе заземления или естественным заземлителям медным проводником сечением не менее 4 мм<sup>2</sup>.

*Примечание: при установке антенны необходимо убедиться, что длины антенного кабеля будет достаточно для подключения антенны к БС.*

### 3.4. Требования к электроснабжению

- 3.4.1. Электропитание БС осуществляется от блока питания (БП) ~230/±48В, входящего в комплект поставки БС, через кабель Ethernet (POE – Power over Ethernet).
- 3.4.2. Блок питания БС должен размещаться в закрытом помещении или вне помещения в шкафу с классом защиты не хуже IP54 на расстоянии (по кабелю Ethernet) не более 100 метров от БС.
- 3.4.3. Подключение блока питания к сети переменного тока должно выполняться через отдельный автоматический выключатель номиналом не более 6А с отключающей характеристикой C.
- 3.4.4. Технические характеристики вновь монтируемых базовых станций приведены в паспорте изделия.

### 3.5. Рекомендации поэтапного монтажа БС

- 3.5.1. После монтажа каждой БС рекомендуется проводить замеры уровней сигнала с помощью прибора тестера сети и определение фактического покрытия сети LoRaWAN в местах установки ПУ представителем монтажной организации.
- 3.5.2. По результатам измерений плановые адреса установки БС могут корректироваться для обеспечения равномерного покрытия.
- 3.5.3. Производить замеры фактического покрытия каждой новой БС, с временно заблокированными окружающими БС, это поможет убедиться в корректности монтажа и функциональности оборудования.

## 4. Расчеты и анализ пропускной способности сети LoRaWAN

### 4.1. Теоретическое обоснование расчета емкости сети

#### 4.1.1. Трафик, генерируемый приборами учета

Трафик, генерируемый приборами учета (ПУ), выражается в числе восходящих пакетов (Uplink) в сутки. В ПУ загружается расписание работы; время вещания приборов определяется псевдослучайным способом и, таким образом, трафик от ПУ распределяется в течение суток равномерно. К рассчитанному значению добавляется по 5% дополнительного служебного трафика и трафика, создаваемого ручными операциями пользователей.

№ п/п	Тип ПУ	Виды передаваемых сообщений				Пакетов на ПУ в сутки
		Суточные показания	Профиль мощности, А+А- R+R- (60,30 мин)	ПКЭ, мгн.значения (24ч,12ч,1ч)	Журналы событий (24ч,12ч,1ч)	
Число сообщений в сутки						
4	1	3	1			
1	1фазный ПУ	1	24	24	24	124
2	3фазный ПУ	1	24	3*24	24	268

Ниже приведен пример расчета восходящего трафика, создаваемого парком приборов. Для определения числа пакетов, отправляемых прибором учета за сутки, необходимо для каждого вида сообщения умножить число сообщений на количество пакетов, которое необходимо для отправки одного сообщения, и полученные произведения для одного типа прибора сложить. Например, для прибора типа «СЕ 208» мы получаем:  $(4 \times 1 + 1 \times 24 + 3 \times 24 + 1 \times 24) = 124$  пакета в сутки на один прибор.

Полученную сумму пакетов для всего парка приборов необходимо увеличить для учета нагрузки служебного трафика (+5% от полезного трафика) и нагрузки от выполнения пользователями ручных запросов (+5% от расчетного трафика).

#### 4.1.2. Пропускная способность одной базовой станции

Сеть LoRaWAN используется 7 частотных каналов (2 частоты в диапазоне 868,7...869,2 МГц + 5 частот в диапазоне 866,0...868,0 МГц), разрешенные ГРЧ.

#### Распределение восходящего трафика по DR/SF

Распределение восходящего трафика по DR/SF (число пакетов)

Spreading Factor	12	11	10	9	8	7
Date Rate	DR0	DR1	DR3	DR3	DR4	DR5
Доля трафика, приходящаяся на DR	37%	26%	17%	12%	4%	5%

#### Время передачи одного сообщения

В расчетах приняты времена для передачи сообщений с полезной нагрузкой Frame Payload = 51 байт:

Принятое в расчетах время передачи пакетов

Payload	SF12	SF11	SF10	SF9	SF8	SF7
51 Байт	2793 мс	1560 мс	698 мс	390 мс	215 мс	118 мс

### Интенсивность исходного восходящего трафика

Под исходным трафиком здесь подразумевается трафик, формируемый восходящими сообщениями (Uplink), передаваемыми конечными устройствами по расписанию (псевдослучайное распределение) в соответствии с установленными профилями передачи.

Этот трафик рассчитывается отдельно для каждого DR/SF после деления общего трафика на число каналов  $N_{ch}$  и распределения в соответствии с пропорциями, указанными в таблице 3:

$$G_{UL.Ch.RASP.SF7...SF12} = (N_{UL.Ch.SF} \times T_{packet.SF}) / (24 \times 60 \times 60), \text{ Эрл}$$

### Вероятность коллизий

Для рассчитанной интенсивности трафика необходимо найти вероятность того, что в результате коллизии пакет будет потерян. Традиционно для расчета вероятности коллизий применяется формула:

$$P_{collision} = 1 - \exp(-2G)$$

В методике, изложенной компанией Semtech в документе «Predicting LoRaWAN Capacity», применяется матрица ортогональности, описывающая взаимное влияние пакетов, передаваемых на разных DR/SF и модифицированная формула, учитывающая разницу длительности влияющих друг на друга пакетов:

$$P_{overlap} = 1 - \exp(-G_{inferred} \times (1 + T_{victim}/T_{inferred}))$$

Полученная матрица перекрытия пакетов (overlap) поэлементно умножается на матрицу ортогональности, результатом чего является матрица коллизий. Сумма элементов строк дает вероятность коллизий для каждого DR/SF.

### Учет работы досбора

Досбор показаний, не поступивших на сервер показаний (Metering Server) увеличивает вероятность поступления показаний:

$$P = 1 - PER \times (2 \times PER)^{N_{досб}},$$

где PER – вероятность потери пакета при единичной передаче,  $N_{досб}$  – число запросов досбора.

С другой стороны, работа досбора формирует нисходящий поток сообщений, создающий дополнительную нагрузку на каналы передачи. Для учета этой нагрузки проводится повторный расчет вероятности коллизий с учетом дополнительного нисходящего и восходящего трафика. При этом, проверяется, чтобы время работы БС в режиме передачи данных за сутки не превысило 10%:

$$T_{DL,MAX} = 86400 \times 10\% = 8640 \text{ сек}$$

### Результаты расчетов

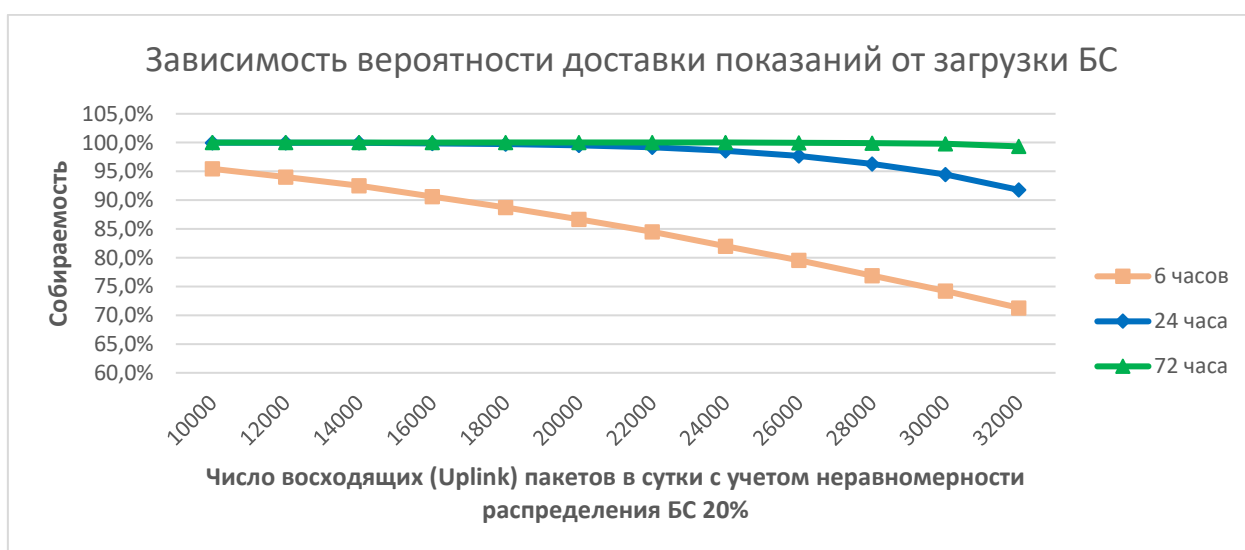
Результаты расчетов пропускной способности единичной базовой станции приведены в следующей таблице. «Расчетное» число пакетов, принимаемых БС, не учитывает неизбежной неравномерности загрузки БС. Во второй колонке таблицы приведены значения принимаемого числа пакетов с учетом поправочного коэффициента, равного 20%.

Число пакетов, принимаемых одной БС в сутки (7 частотных каналов)	Собираемость показаний за период:
--	-----------------------------------



Расчетное	С учетом поправочного коэффициента, учитывающего неравномерность расположения БС и КУ 20%	6 часов	24 часа	72 часа
12 000	10 000	95,4%	100,0%	100,0%
14 400	12 000	94,0%	100,0%	100,0%
16 800	14 000	92,5%	99,9%	100,0%
19 200	16 000	90,6%	99,9%	100,0%
21 600	18 000	88,7%	99,7%	100,0%
24 000	20 000	86,7%	99,5%	100,0%
26 400	22 000	84,5%	99,2%	100,0%
28 800	24 000	82,0%	98,6%	100,0%
31 200	26 000	79,6%	97,7%	100,0%
33 600	28 000	76,9%	96,3%	99,9%
36 000	30 000	74,2%	94,5%	99,8%
38 400	32 000	71,3%	91,8%	99,3%

На рисунке дана визуализация данных, приведенных в таблице.



Задавшись требованием собирать не менее 95% показаний в течение первых суток и учитывая распределение SF/DR в условиях плотного размещения БС в городской застройке, мы получим пропускную способность БС с учетом запаса 10% на неравномерность, 82400 пакетов на одну.

#### 4.2. Пропускная способность сети

После разворачивания очередного этапа сети общая загрузка составит 79.7%, что способствует стабильности сбора показаний и обеспечит резервную емкость для дальнейшей установки ПУ в регионе.

Подробный расклад по емкости сети после развертывания очередного этапа представлен в таблицах ниже.

#### 4.2.1. Пропускная способность вводимого в эксплуатацию сегмента сети

№ п/п	ПО	Кол-во БС	Максимальная пропускная способность сети, пакетов/сут	Проектный трафик в сети с учетом 10% резерва, пакетов/сут	Проектная загрузка сети трафиком с учетом 15% резерва, %
1	Ульяновск	554	45 649 600	36 380 498	79.7%

### 4.3.Количество абонентских устройств в сети

#### 4.3.1. Количество абонентских устройств вводимого в эксплуатацию сегмента сети

№ п/п	ПО	Кол-во БС	Проектное количество абонентских устройств в сети	Максимальное количество абонентских устройств в сети, с учетом 10% резерва	Резерв сети для абонентских устройств, с учетом 15% резерва
1	Ульяновск	554	238 969	299 854	60 885

Расчёты приведены для следующего типа оборудования:

Наименование	Характеристики	Примечание
Базовая станция LoRaWAN LRST-868-VGA2b10	Частота 868 МГц, диапазон RU/EU, класс защиты корпуса IP67, питание от 18В до 51В, рабочий диапазон температур: -40 +85 гр ц	Режим работы полу-дуплекс, крепление лентами на трубо- стойку
Антенна Радиал А10-868	КСВ 10dВa, частота 868 мГц, диаграмма направленности круговая	
Блок питания PoE с возможностью подключения базовой станции к интернету для обеспечения требований ТЗ	~230В/=48В, рабочий диапазон температур 0 +40 гр ц	Блок питания устанавливается в бокс с АВ и монтируется внутри МКЖД.  При установке БС на опорах ВЛ 0,4кВ предпочтительно использовать бокс с обогревом блока питания