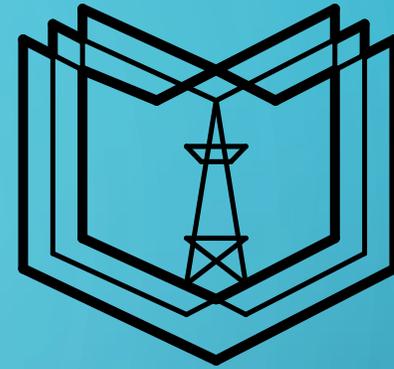




**АССОЦИАЦИЯ
«РОСЭЛЕКТРОМОНТАЖ»**



**КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ И
ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ПОСРЕДСТВОМ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ
НОРМАТИВНЫХ ВЕЛИЧИН УДЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ОСНОВЕ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИХ ФАКТИЧЕСКИХ ЗНАЧЕНИЙ**

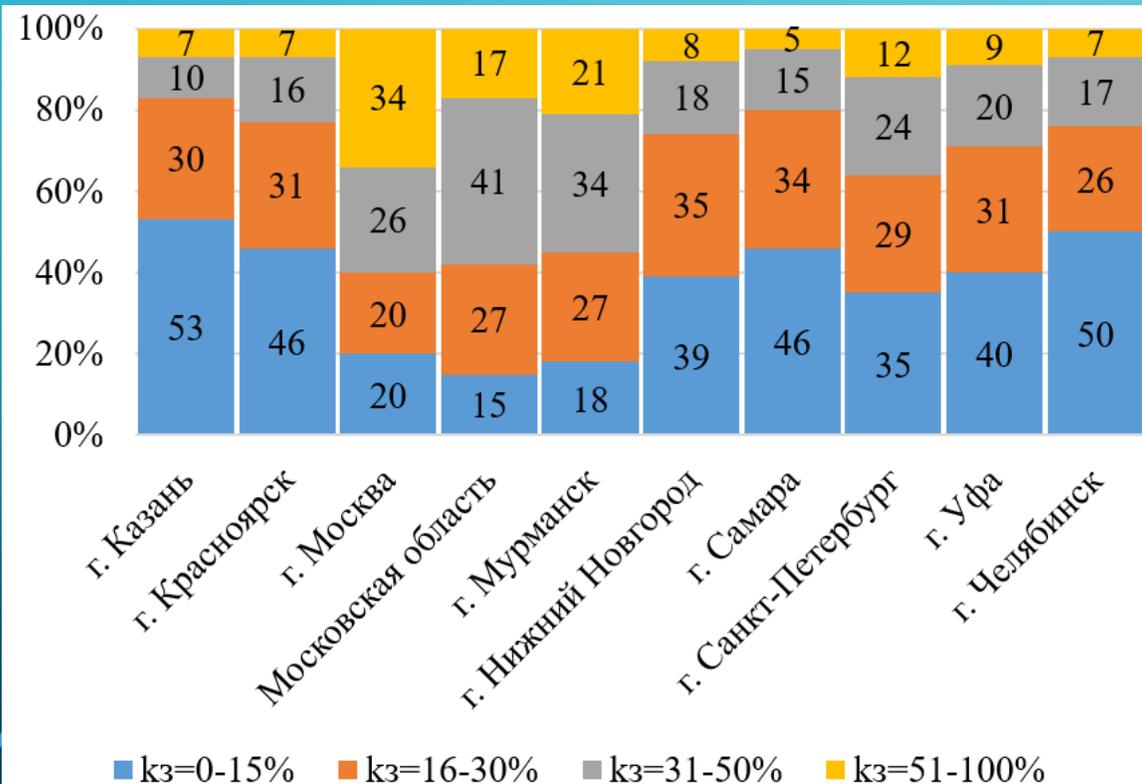
**Ахметшин Азат Ринатович,
Солюянов Владимир Иванович**

Казанский государственный энергетический университет

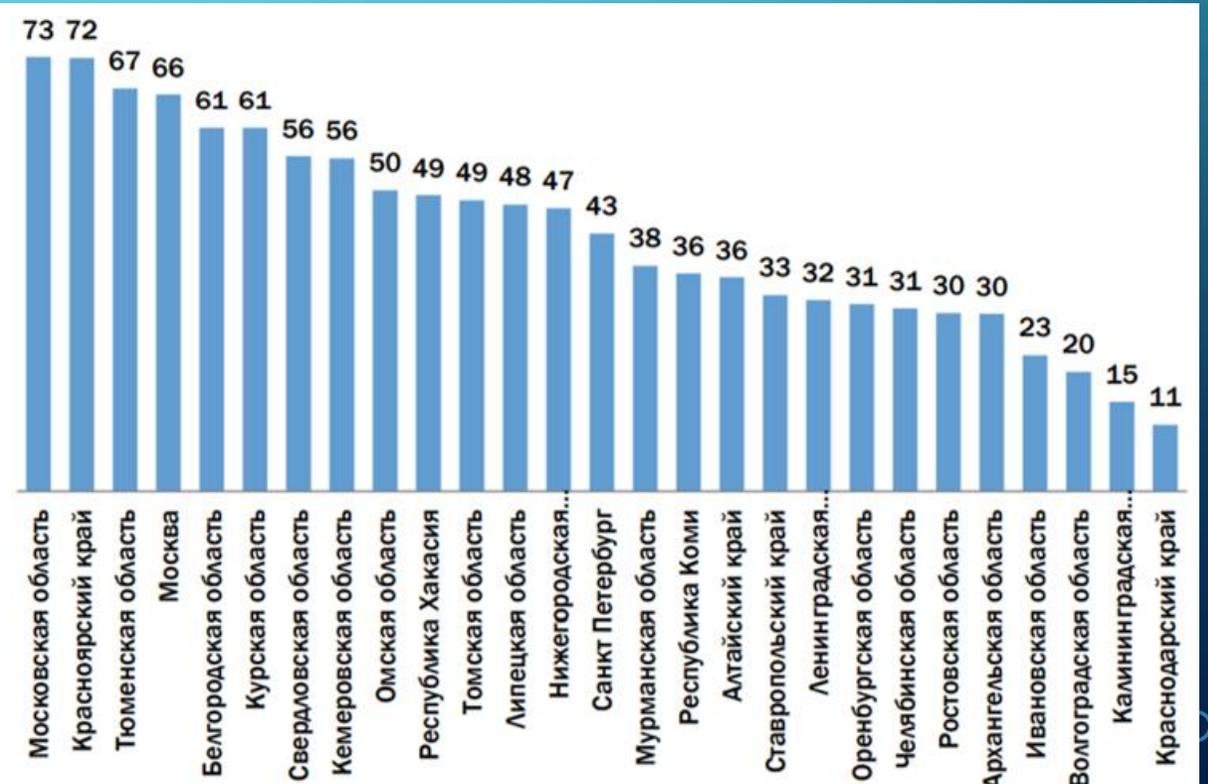
Москва – 2024

Загрузка трансформаторных подстанций и доля использования максимальной мощности

Загрузка трансформаторных подстанций 0,4/10 кВ

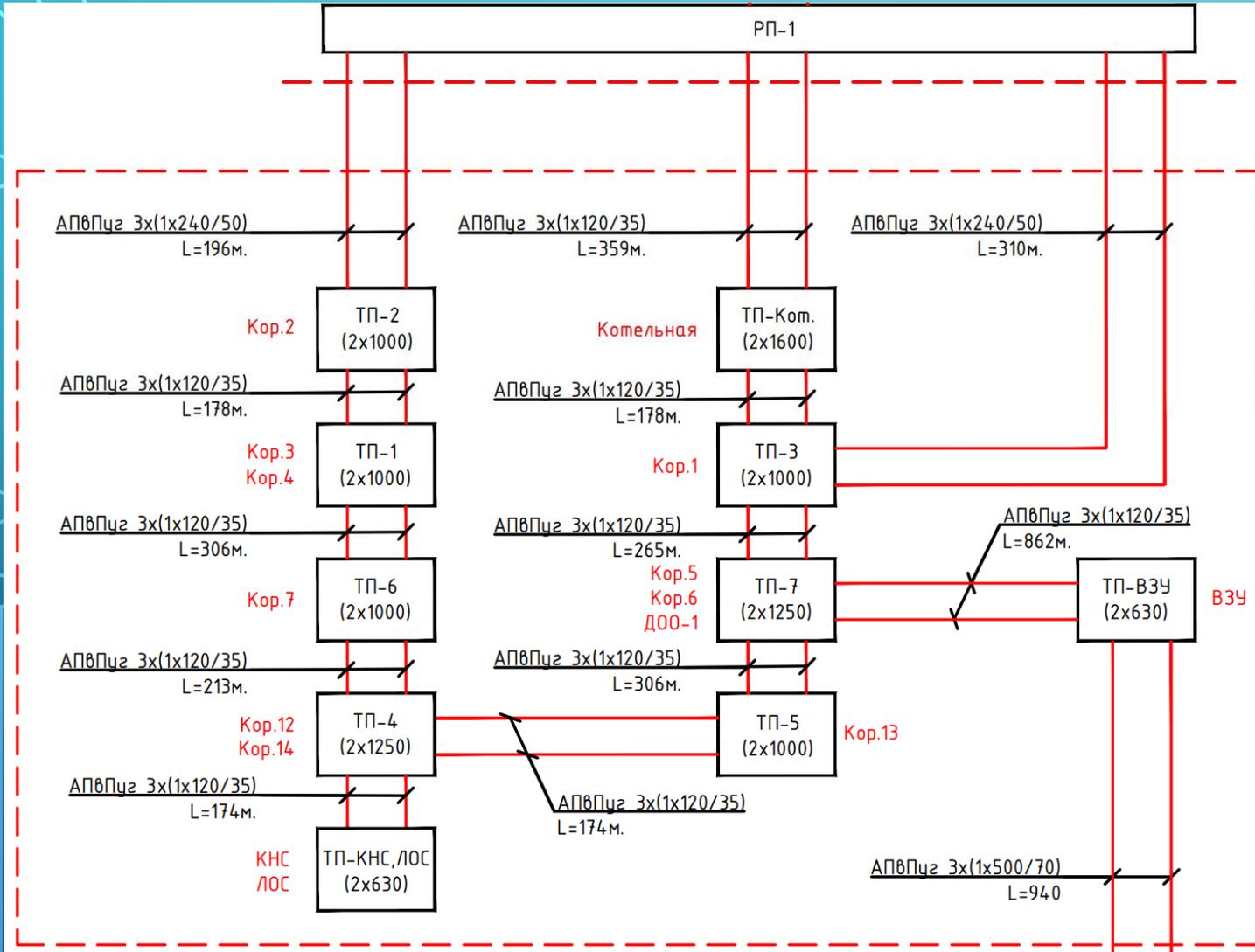


Доля использования максимальной мощности, %



Расчетные и фактические нагрузки на примере жилого комплекса

Схема электроснабжения жилого комплекса

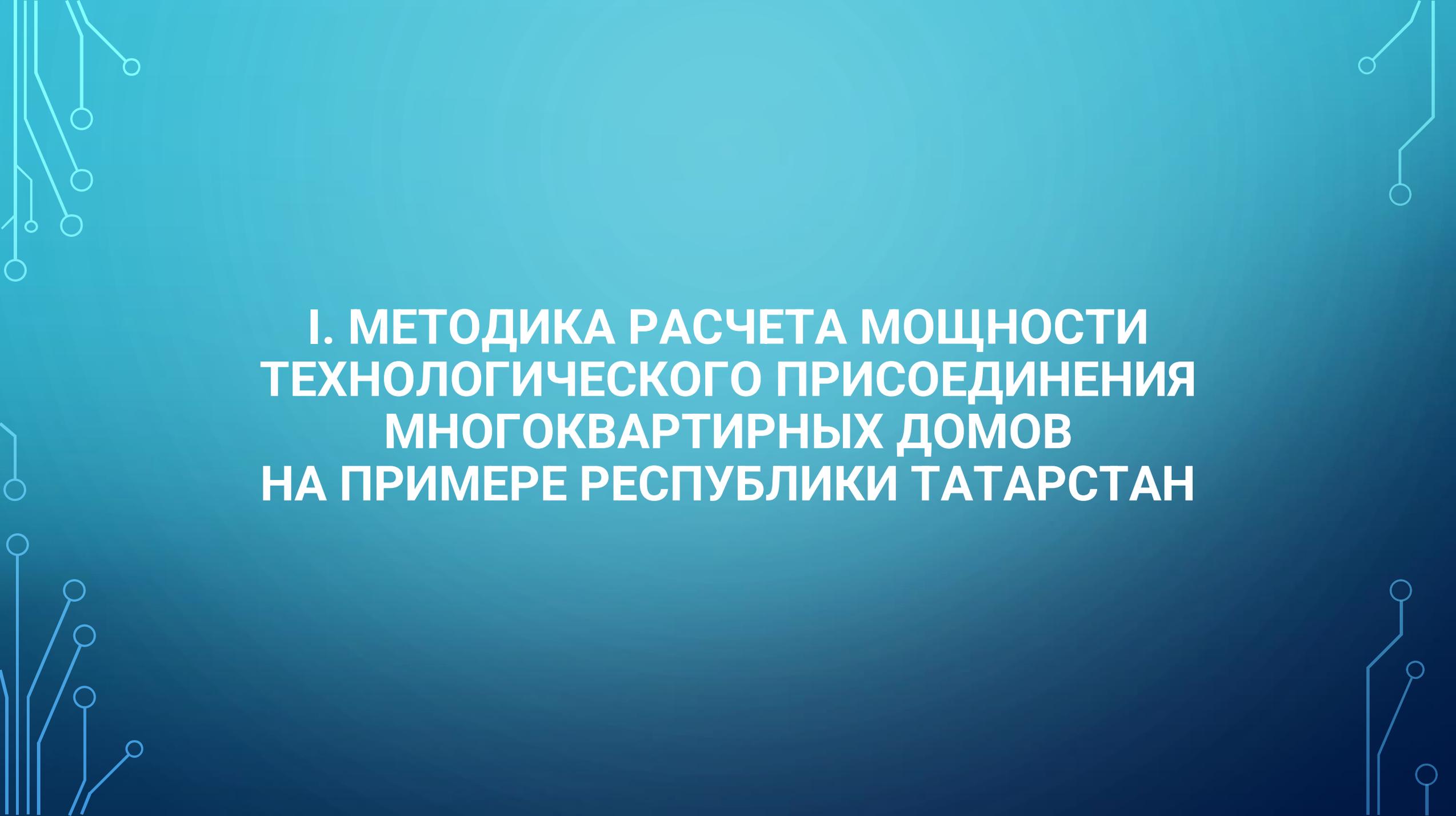


Расчетные и фактические нагрузки

№ ТП	Мощность ТП (кВА)	Мощность согласно ТУ (кВт)	Фактическая мощность (кВт)
ТП-1	2x1000	1475	267
ТП-2	2x1000	1160	238
ТП-3	2x1000	1595	275
ТП-4	2x1250	1785	430
ТП-5	2x1000	1397	320
ТП-6	2x1000	1239	316
ТП-7	2x1250	1664	330
ТП-котельная	2x1600	1615	569
ТП-КНС, ЛОС	2x630	308	203
ТП-ВЗУ	2x630	568	324
ИТОГО	-	9408	3221

Постановка задачи

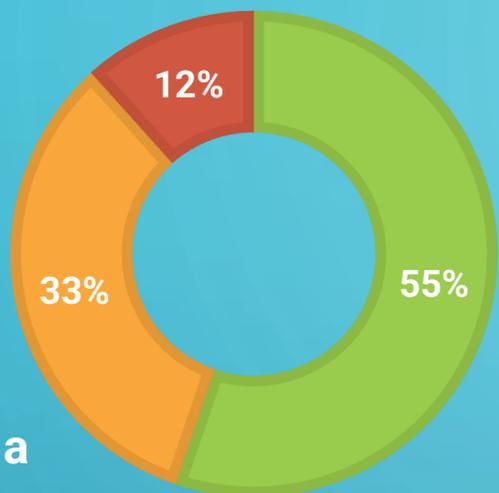
1. Разработка методики расчета мощности технологического присоединения МКД на основе их статистически обоснованного разделения на кластеры в зависимости от уровня электрических нагрузок и электропотребления.
2. Разработка методики расчета удельных электрических нагрузок МКД на основании экспериментальных исследований их фактических значений в зависимости от места установки измерительного прибора.
3. Разработка корреляционных зависимостей между электропотреблением и максимальными нагрузками МКД для ускорения сбора исходной информации и краткосрочного прогнозирования электрических нагрузок.
4. Разработка методики расчета удельных электрических нагрузок ОИЖС в зависимости от строительных характеристик и привязки к населенным пунктам.
5. Разработка методики расчета располагаемых объемов зарядной мощности и электроэнергии для выбора зарядных станций для электромобилей на основе гармонического анализа суточных графиков электрических нагрузок МКД.
6. Внедрение результатов исследования в СП 256.1325800.2016 и Республиканские нормативы градостроительного проектирования Республики Татарстан.

The background is a dark blue gradient. In the corners, there are decorative white lines that resemble circuit traces or network connections, with small circles at the end of the lines.

I. МЕТОДИКА РАСЧЕТА МОЩНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Жилой фонд городов РТ

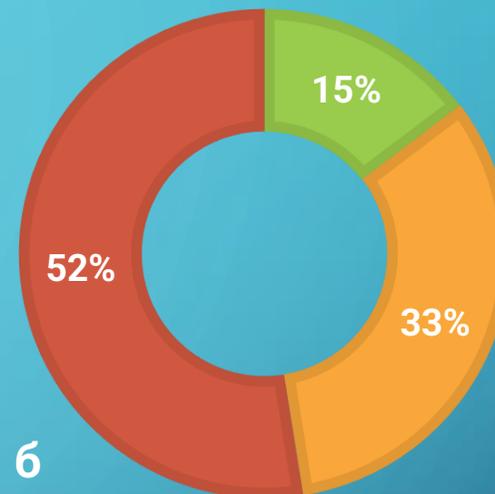
■ до 5 эт. ■ от 6 до 10 эт. ■ от 11 до 40 эт.



г. Казань

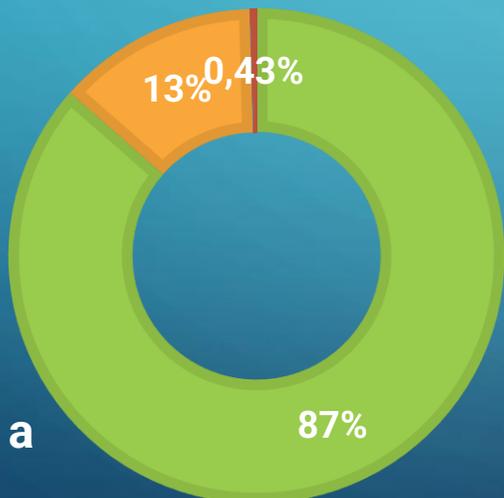
а

■ до 5 эт. ■ от 6 до 10 эт. ■ от 11 до 40 эт.



б

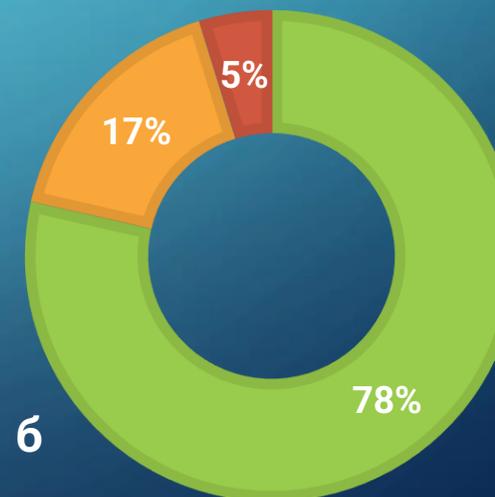
■ до 5 эт. ■ от 6 до 10 эт. ■ от 11 до 19 эт.



г. Елабуга

а

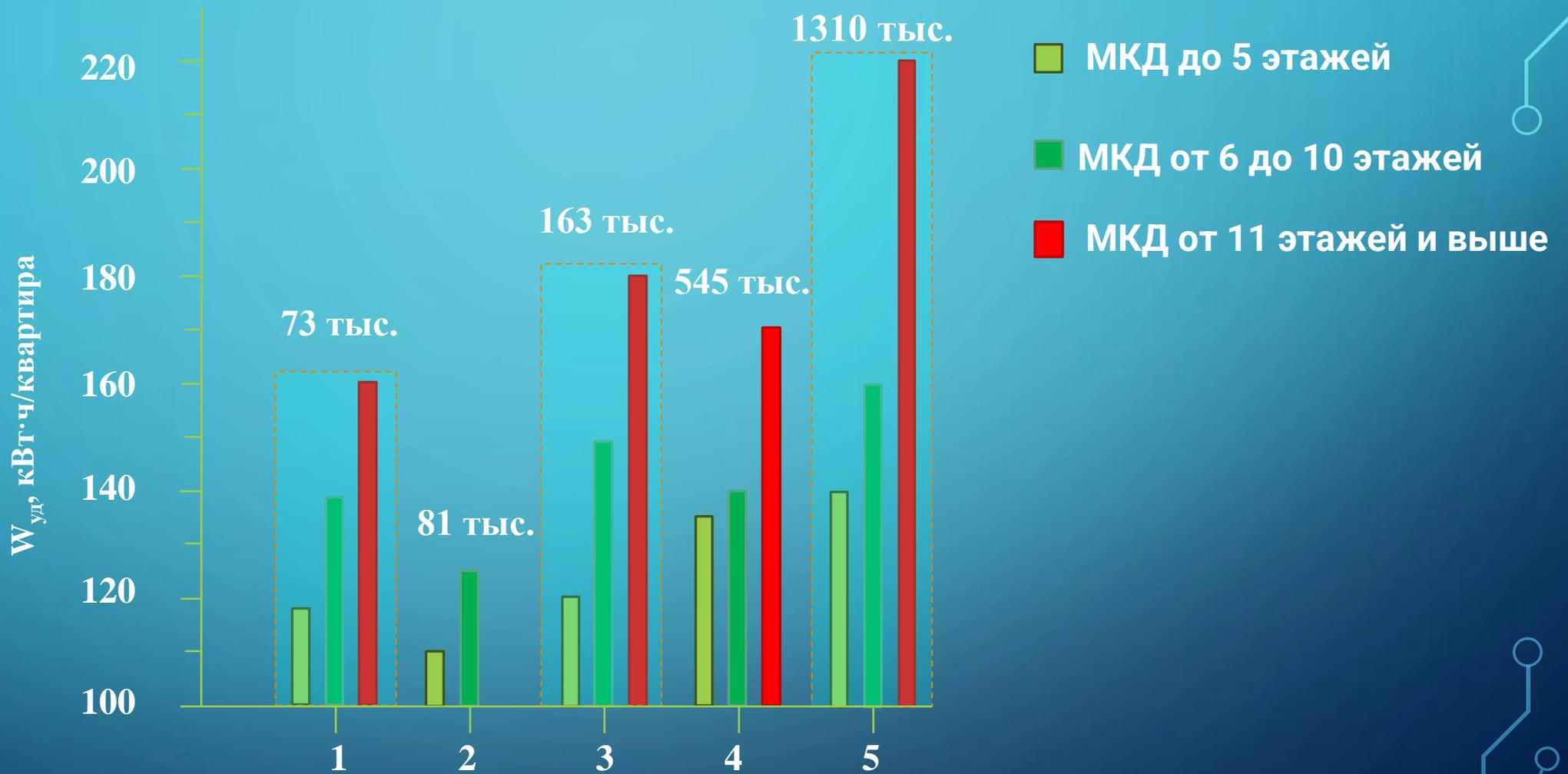
■ до 5 эт. ■ от 6 до 10 эт. ■ от 11 до 19 эт.



б

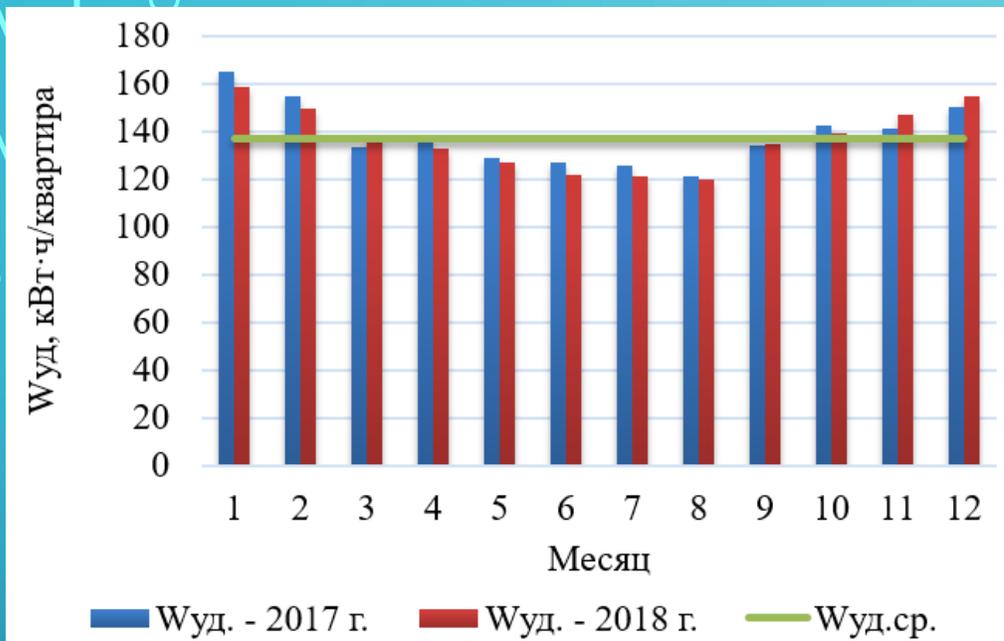
а – жилой фонд; б – МКД, введенные в эксплуатацию за последние 10 лет

Удельное среднемесячное электропотребление за год

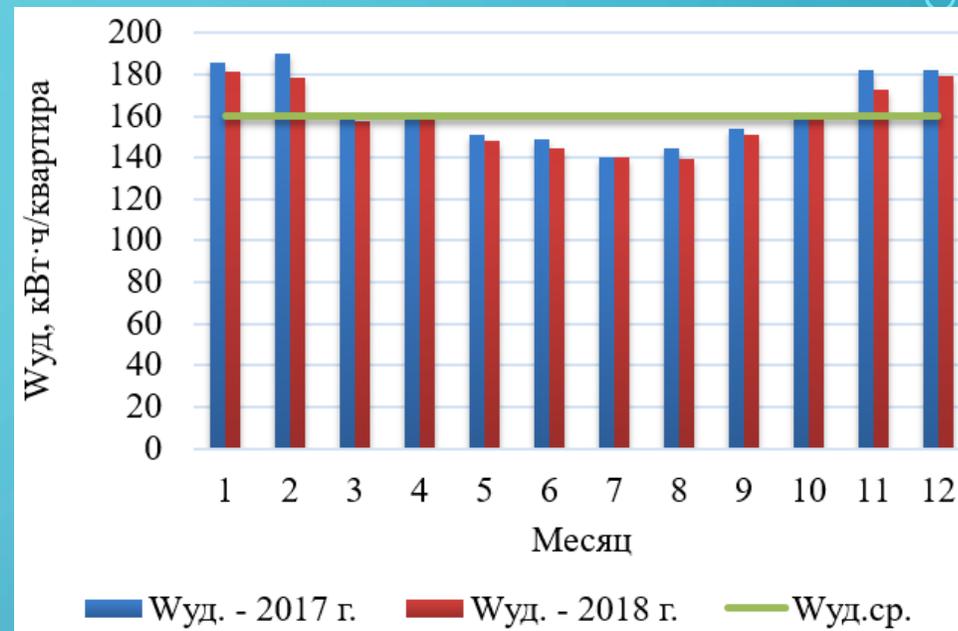


1 – Елабуга, 2 – Бугульма, 3 – Альметьевск, 4 – Набережные Челны, 5 – Казань.

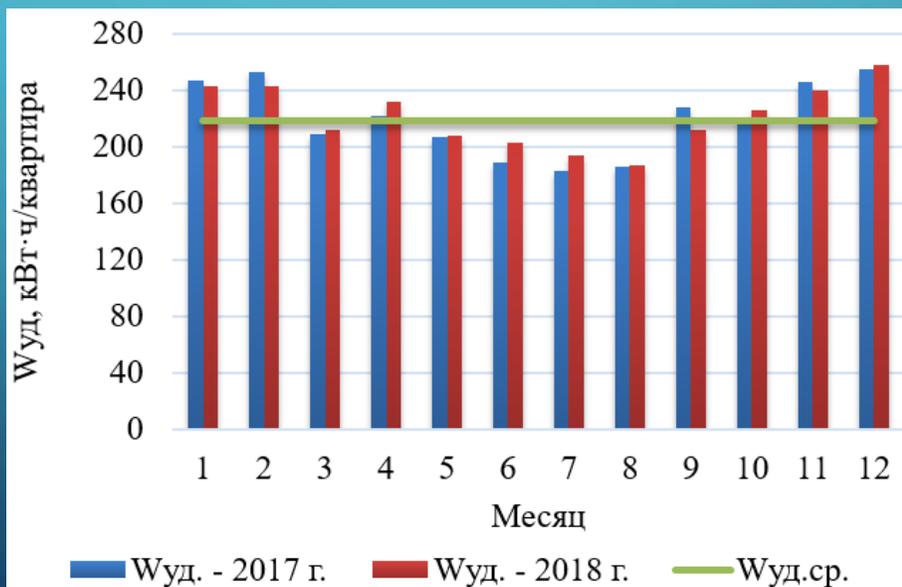
Месячное электропотребление МКД г. Казани за период с 01.01.2017 по 31.12.2018



а – МКД до 5 эт.



б – МКД от 6 до 10 эт.



в – МКД от 11 до 40 эт.

Зависимость энергопотребления многоквартирных домов от месяца и года эксплуатации



декабрь



январь



февраль



июнь

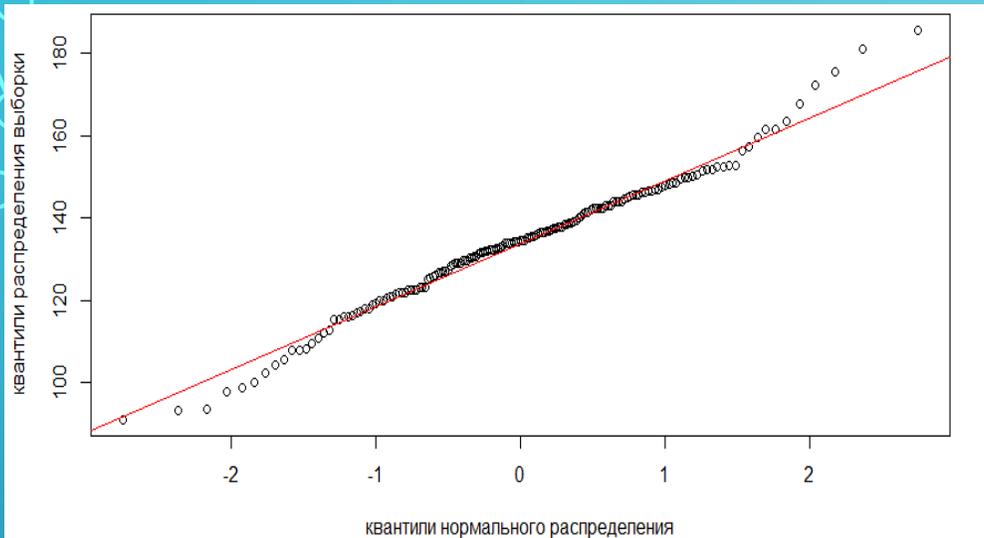


июль

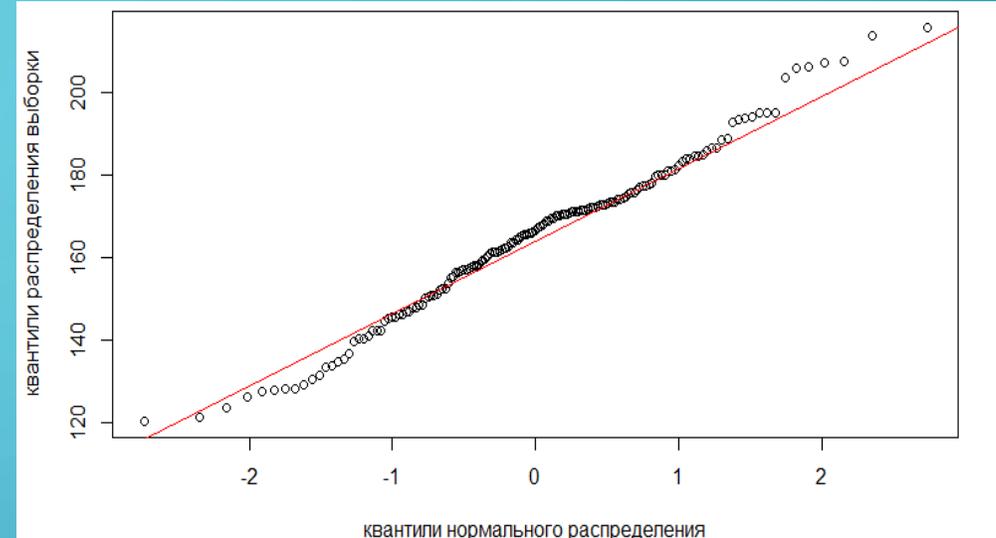


август

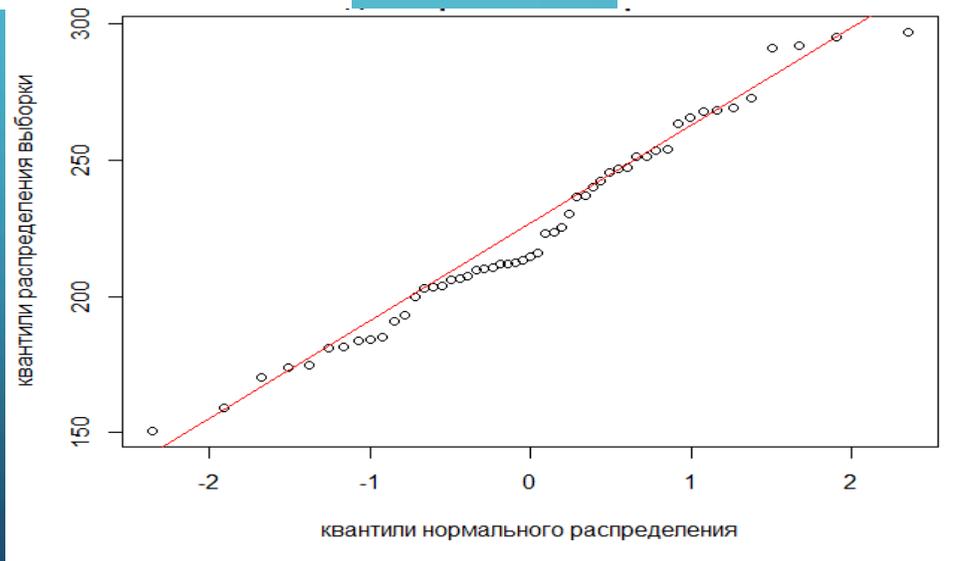
Нормально-вероятностный график удельного электропотребления после отбраковки выбросов критерием Граббса за декабрь 2018 г.



МКД 1-й группы (до 5 эт.)

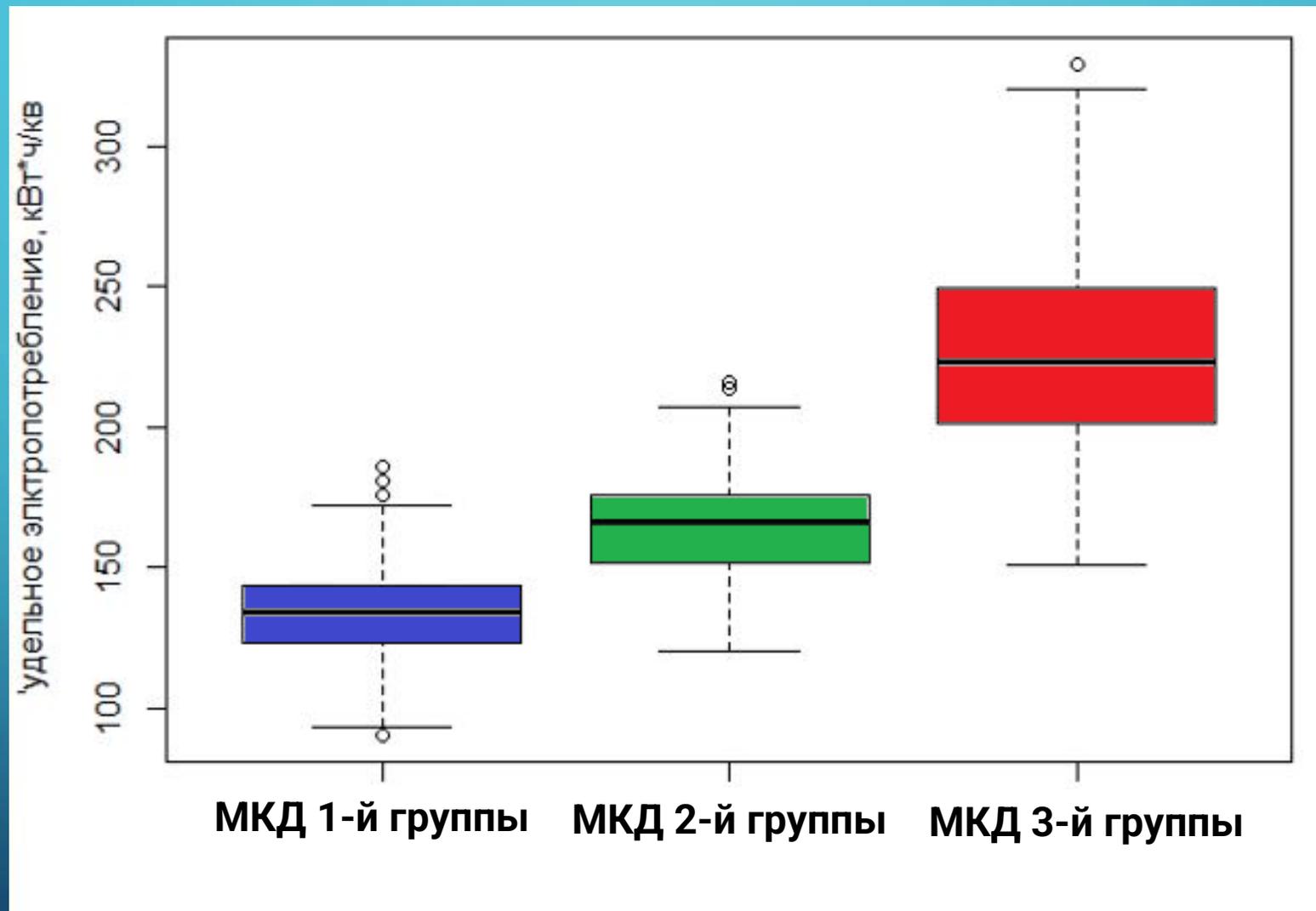


МКД 2-й группы (от 6 до 10 эт.)

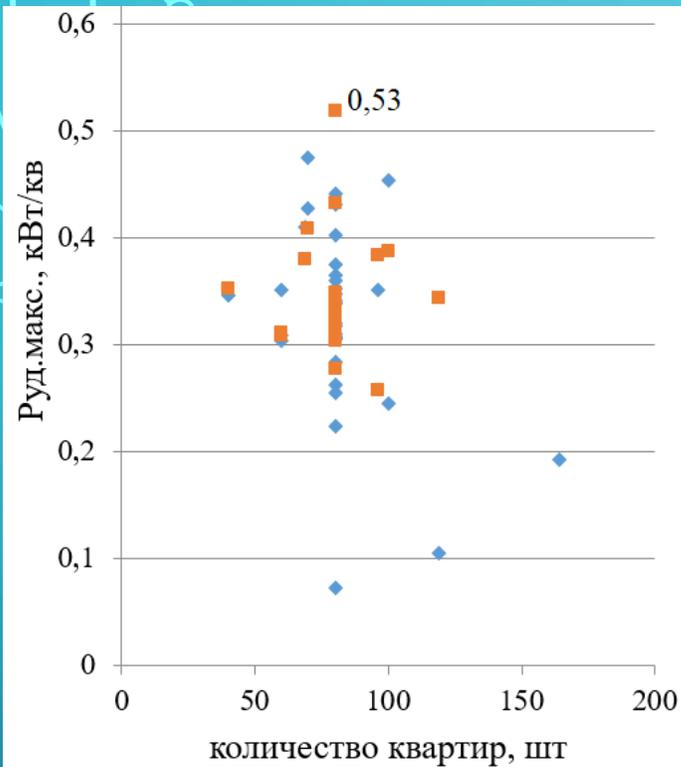


МКД 3-й группы (от 11 до 40 эт.)

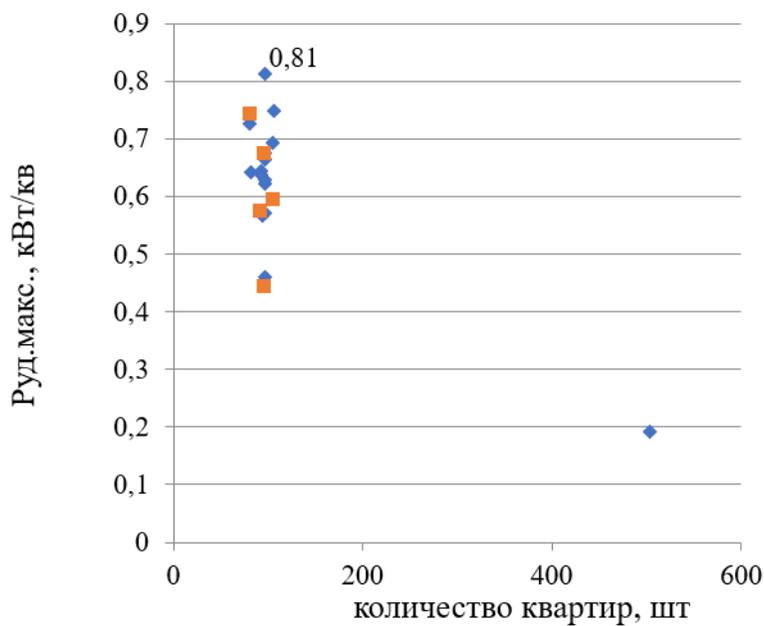
Ящичная диаграмма удельного электропотребления МКД г. Казани



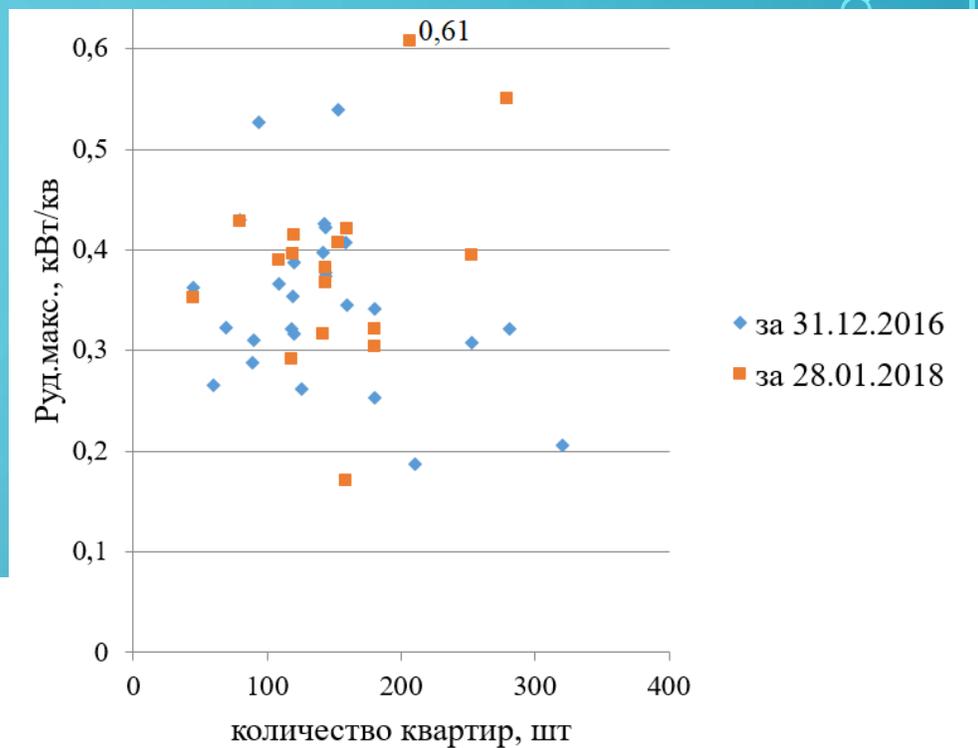
Удельная электрическая нагрузка МКД за зимний период измерений



МКД 1-й группы



МКД 3-й группы





**РЕСПУБЛИКАНСКИЕ НОРМАТИВЫ
ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

Министерство строительства, архитектуры и
ЖКХ Республики Татарстан

5.3.140². Расчет заявленной мощности жилых зданий (в кВт) определяется по формуле:

$$P_{зм} = P_{змуд} \times N_{зм},$$

где:

$P_{змуд}$ – удельная нагрузка электроприемников квартир для расчета заявленной мощности, принимаемая по таблице 77¹ в зависимости от группы жилых зданий;

$N_{зм}$ – количество квартир в жилом здании, присоединенном к трансформаторной подстанции.

Таблица 77¹

Удельная нагрузка ($P_{змуд}$) электроприемников квартир жилых зданий для расчета заявленной мощности, кВт/квартиру

№ п/п	Потребители электроэнергии	Удельная электрическая нагрузка для расчета заявленной мощности, кВт/квартиру
1.	1-я группа жилых зданий	0,53
2.	2-я группа жилых зданий	0,61
3.	3-я группа жилых зданий	0,81

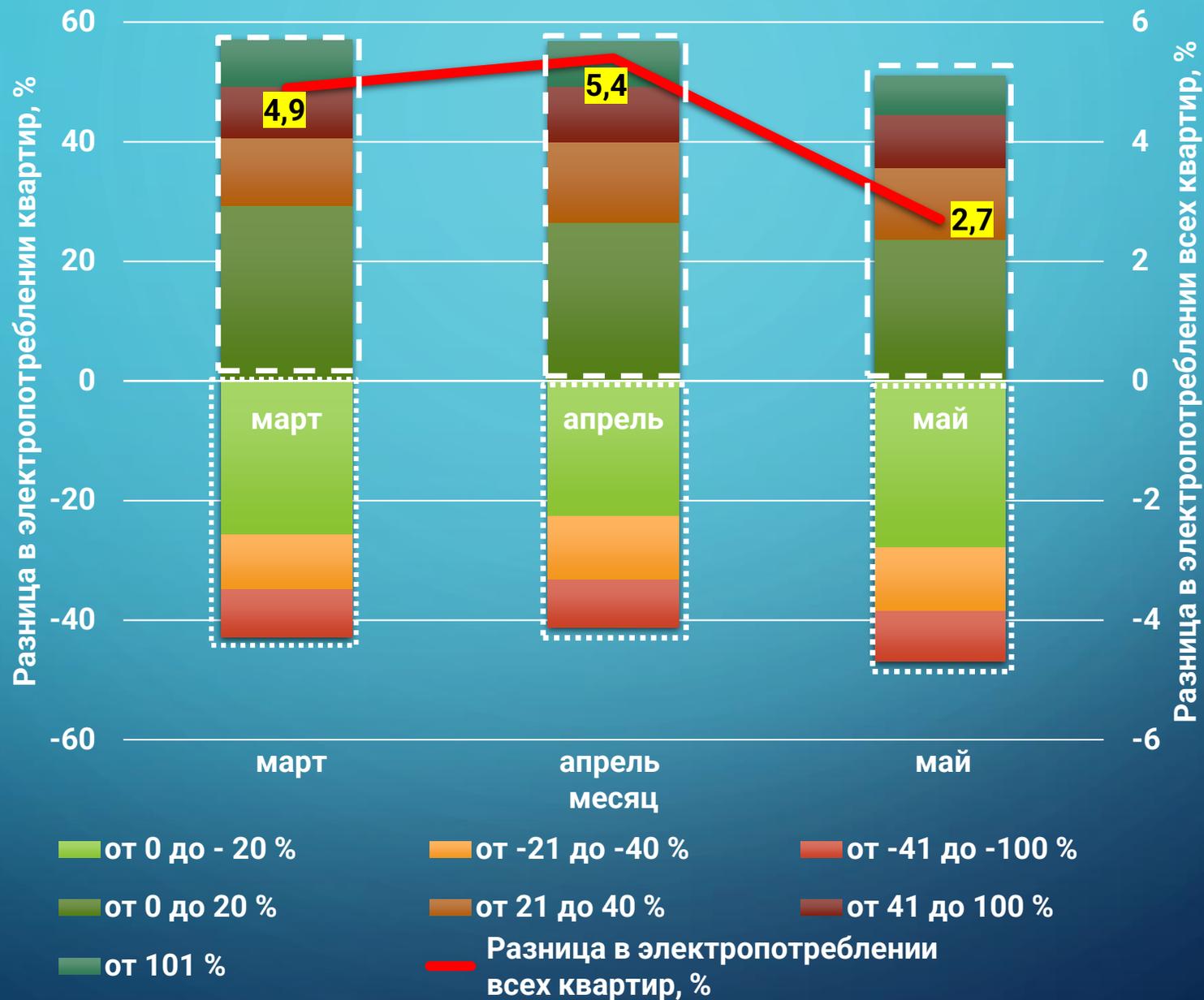
Примечания:

1. Значения удельной электрической нагрузки для расчета заявленной мощности справедливо для многоквартирных домов 1-й и 2-й групп с числом квартир 40 и более, для 3-й группы – с числом квартир 65 и более.

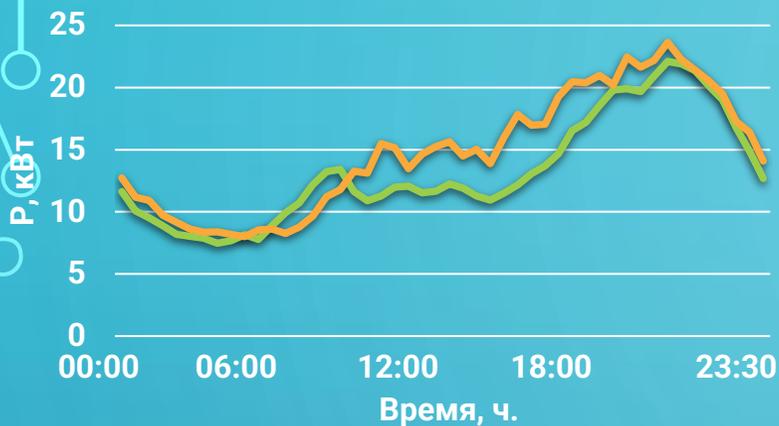
Экономический эффект на примере пяти ЖК Республики Татарстан



Изменение электропотребления квартир до и в период пандемии SARS-CoV-2 (COVID-2019)



Графики электрических нагрузок, полученные до и в период пандемии SARS-CoV-2 (COVID-2019) за апрель месяц



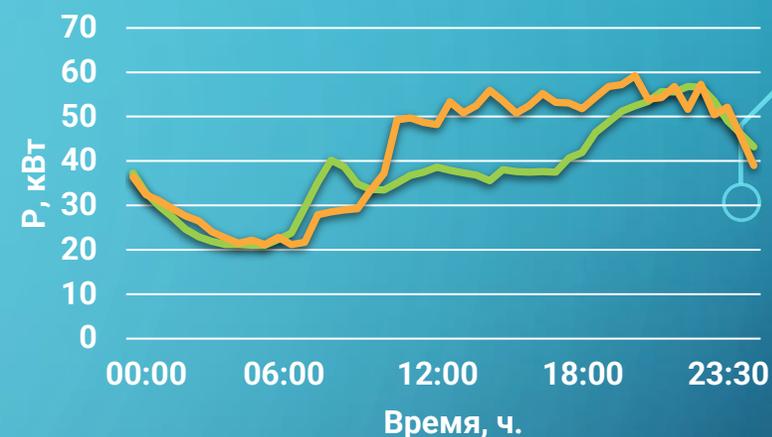
— рабочий день до периода самоизоляции
— рабочий день в период самоизоляции

МКД – 5 эт., 80 кв.



— рабочий день до периода самоизоляции
— рабочий день в период самоизоляции

МКД – 10 эт., 144 кв.



— рабочий день до периода самоизоляции
— рабочий день в период самоизоляции

МКД – 18 эт., 108 кв.



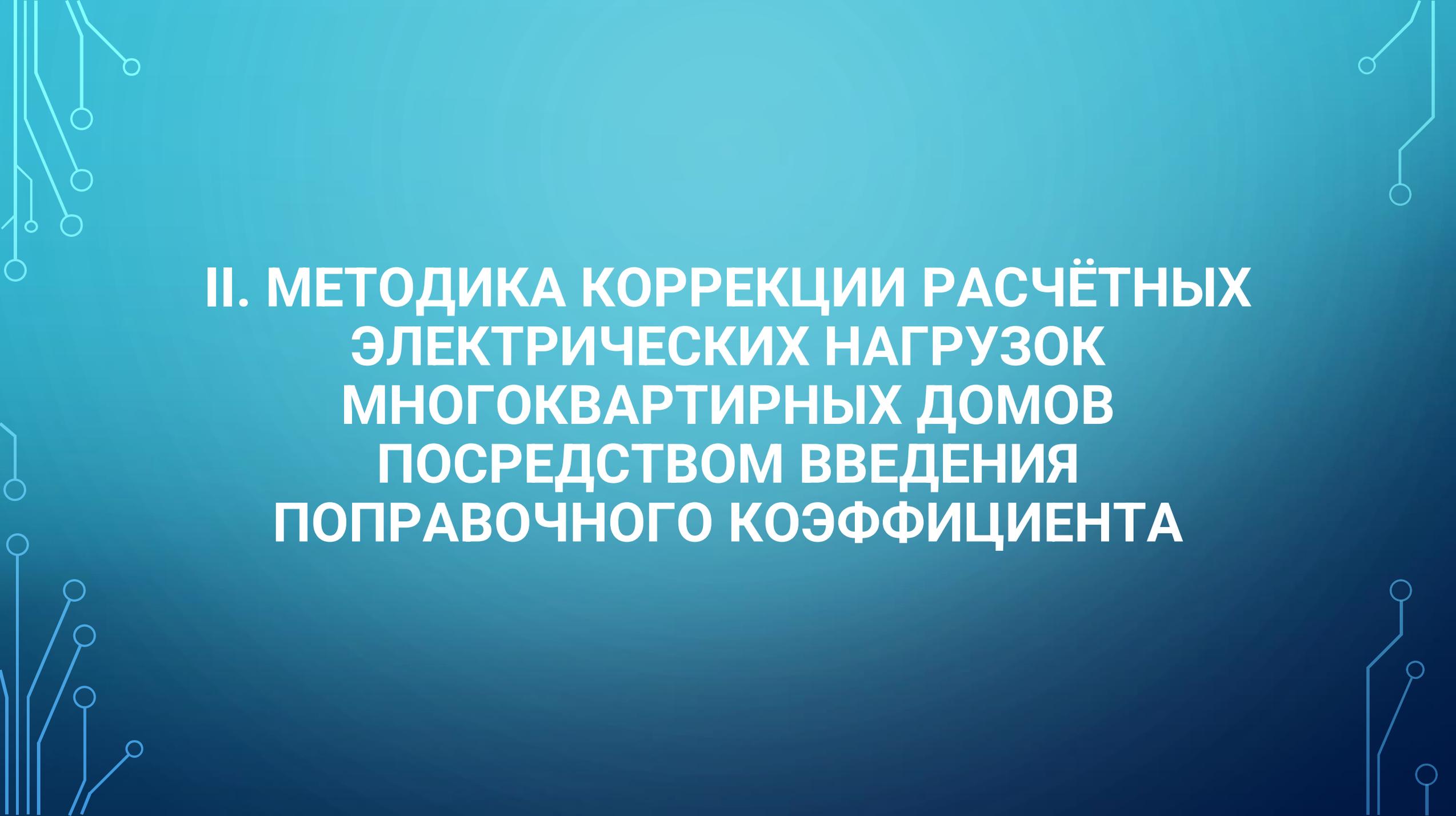
— рабочий день до периода самоизоляции
— рабочий день в период самоизоляции

дошкольное общеобразовательное учреждение на 260 воспитанников



— рабочий день до периода самоизоляции
— рабочий день в период самоизоляции

общеобразовательное учреждение на 1466 учеников

The background is a solid blue color with decorative white circuit board patterns in the corners. The patterns consist of lines and circles, resembling a network or data flow diagram.

II. МЕТОДИКА КОРРЕКЦИИ РАСЧЁТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ ПОСРЕДСТВОМ ВВЕДЕНИЯ ПОПРАВОЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА

Ранжирование квартир дома в порядке уменьшения их месячного электропотребления

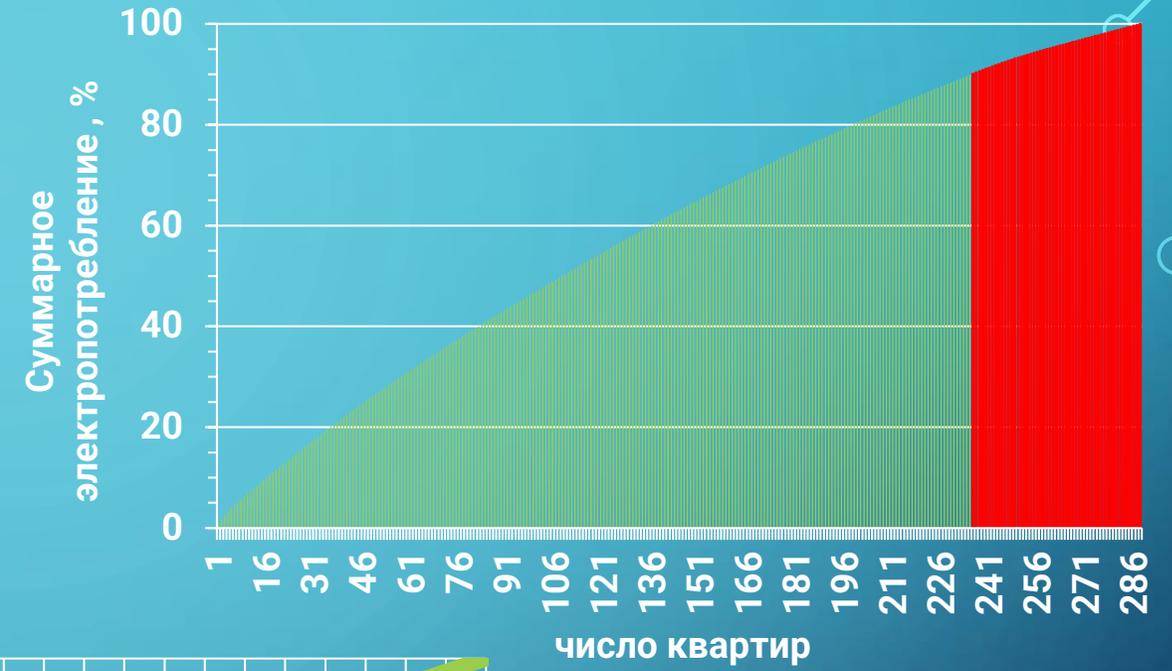
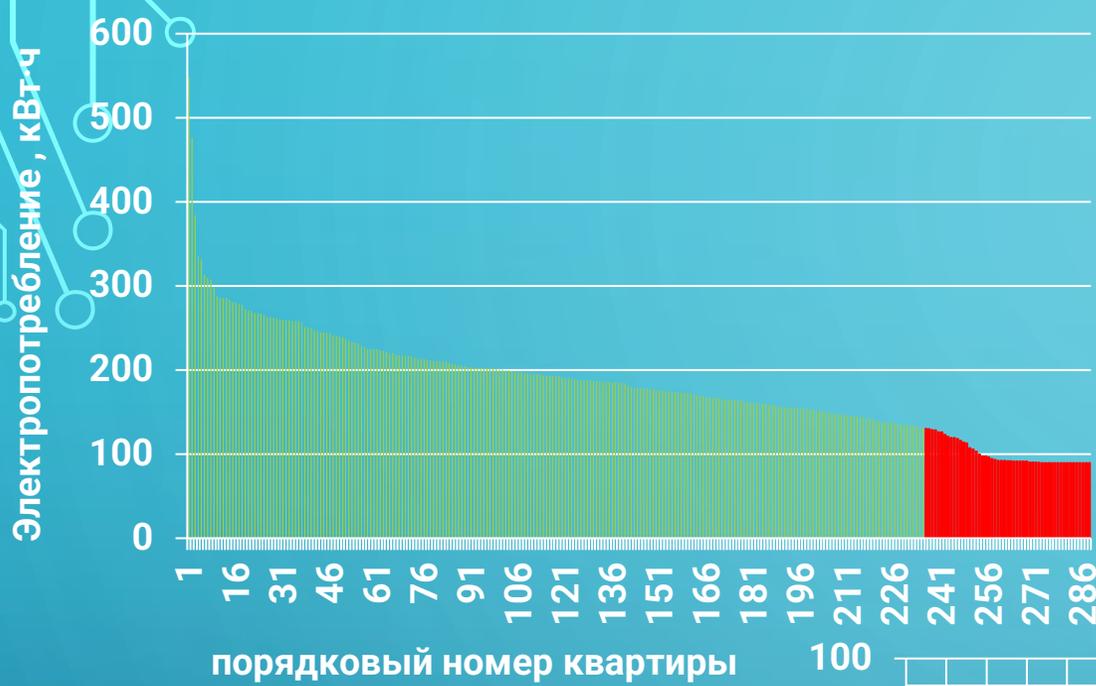
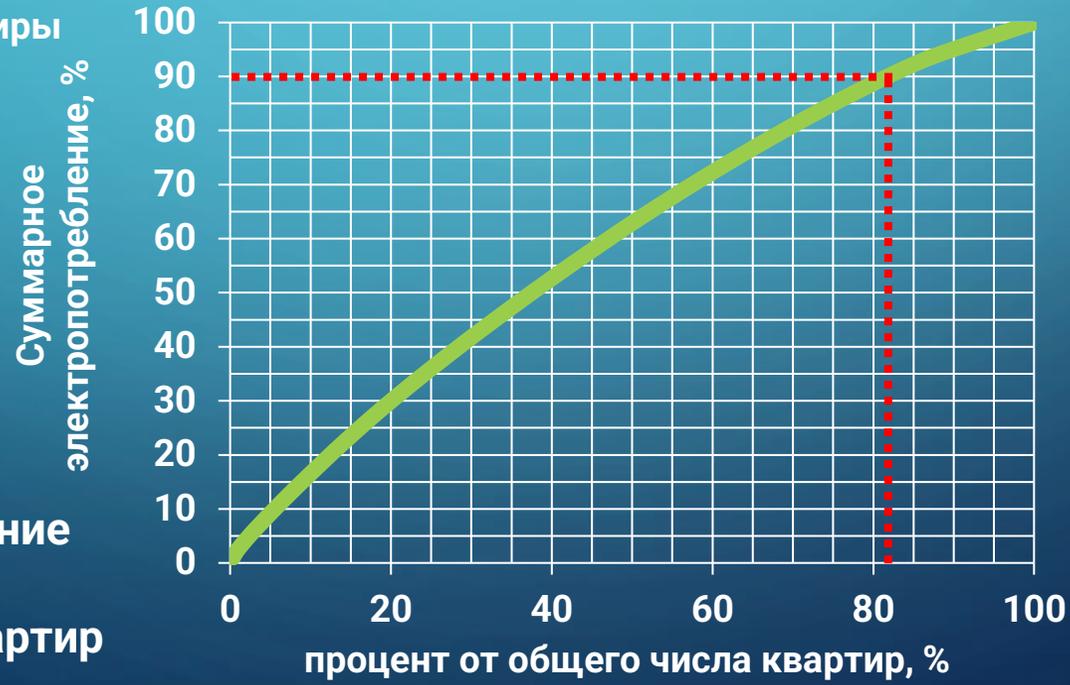


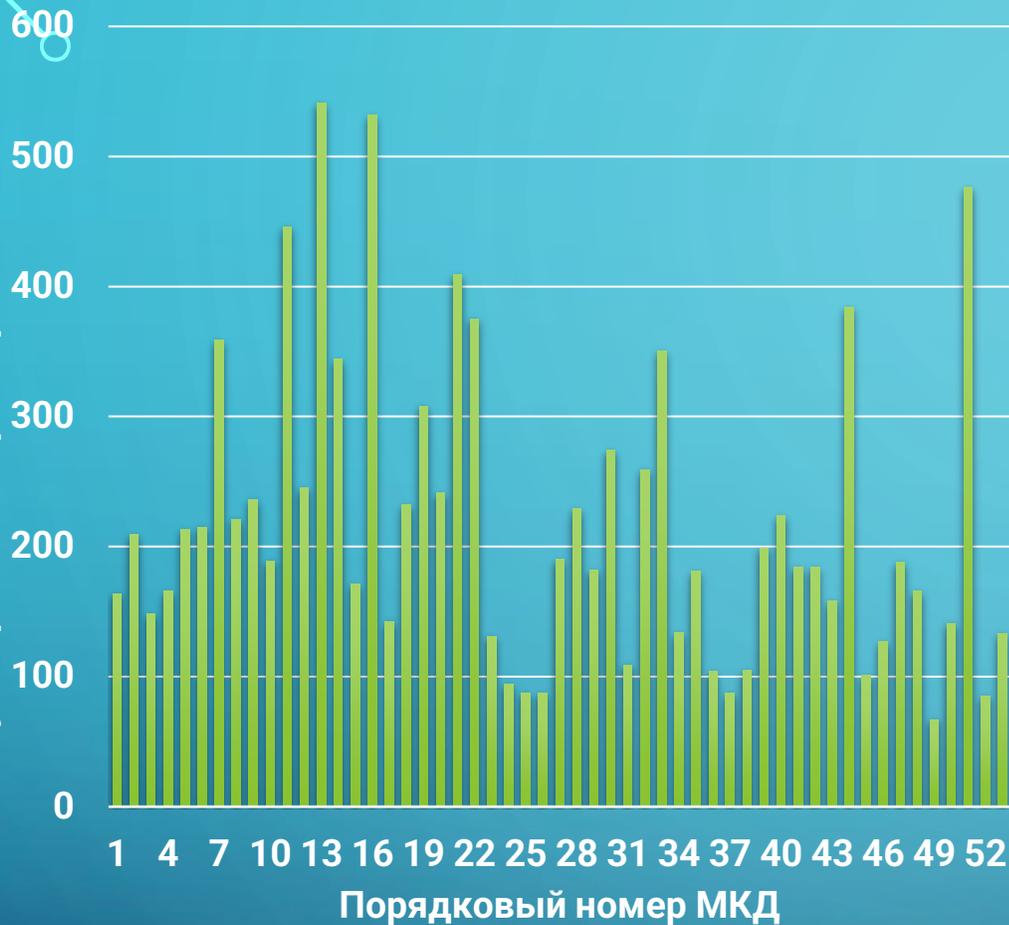
Диаграмма распределения
месячного электропотребления
квартир МКД

Диаграмма распределения
месячного электропотребления
квартир МКД

Суммарное электропотребление
квартир МКД
в зависимости от доли квартир

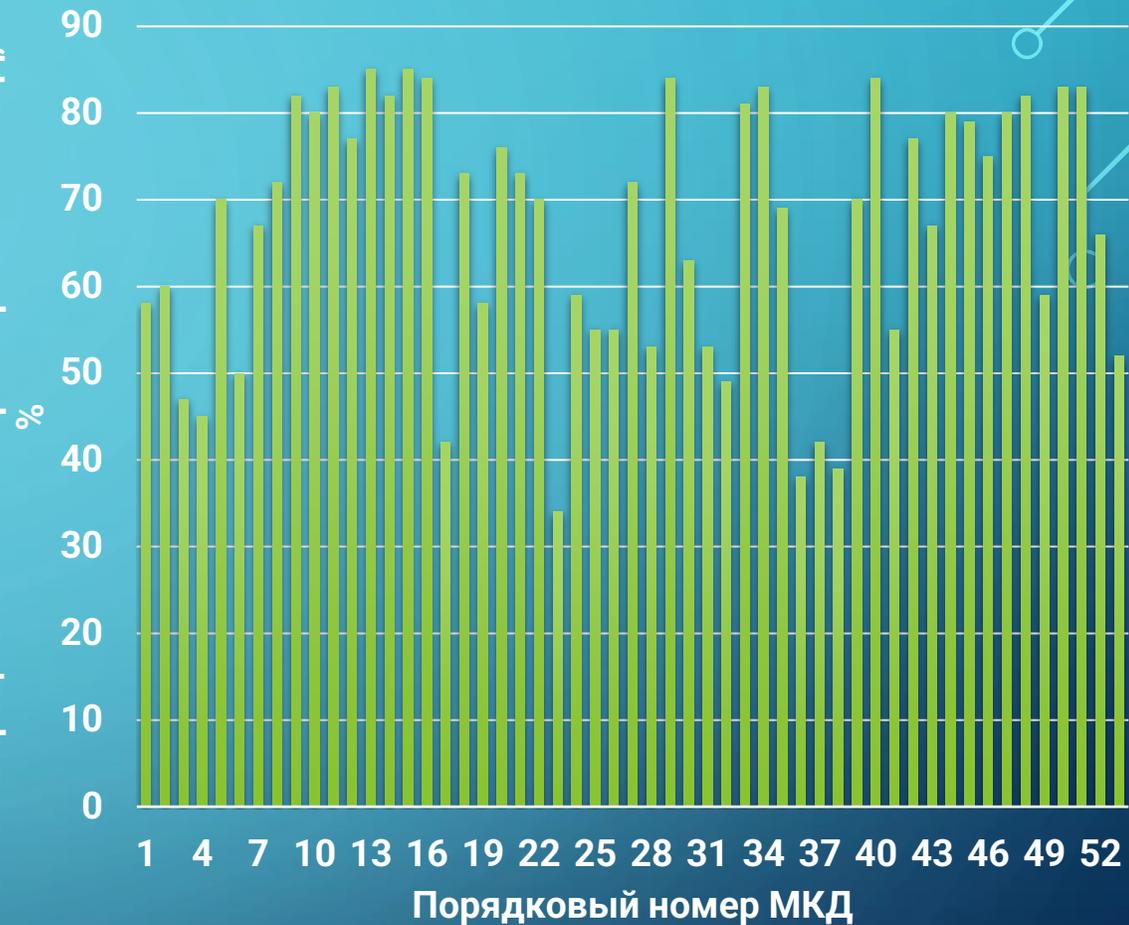


Число квартир, обеспечивающих суммарное электропотребление 90 %



Количество квартир МКД, обеспечивающих суммарное электропотребление на уровне 90 %

Суммарное электропотребление квартир в процентах от электропотребления МКД,



Процент от общего числа квартир, обеспечивающих суммарное электропотребление на уровне 90 %

Фактические и нормативные удельные электрические нагрузки

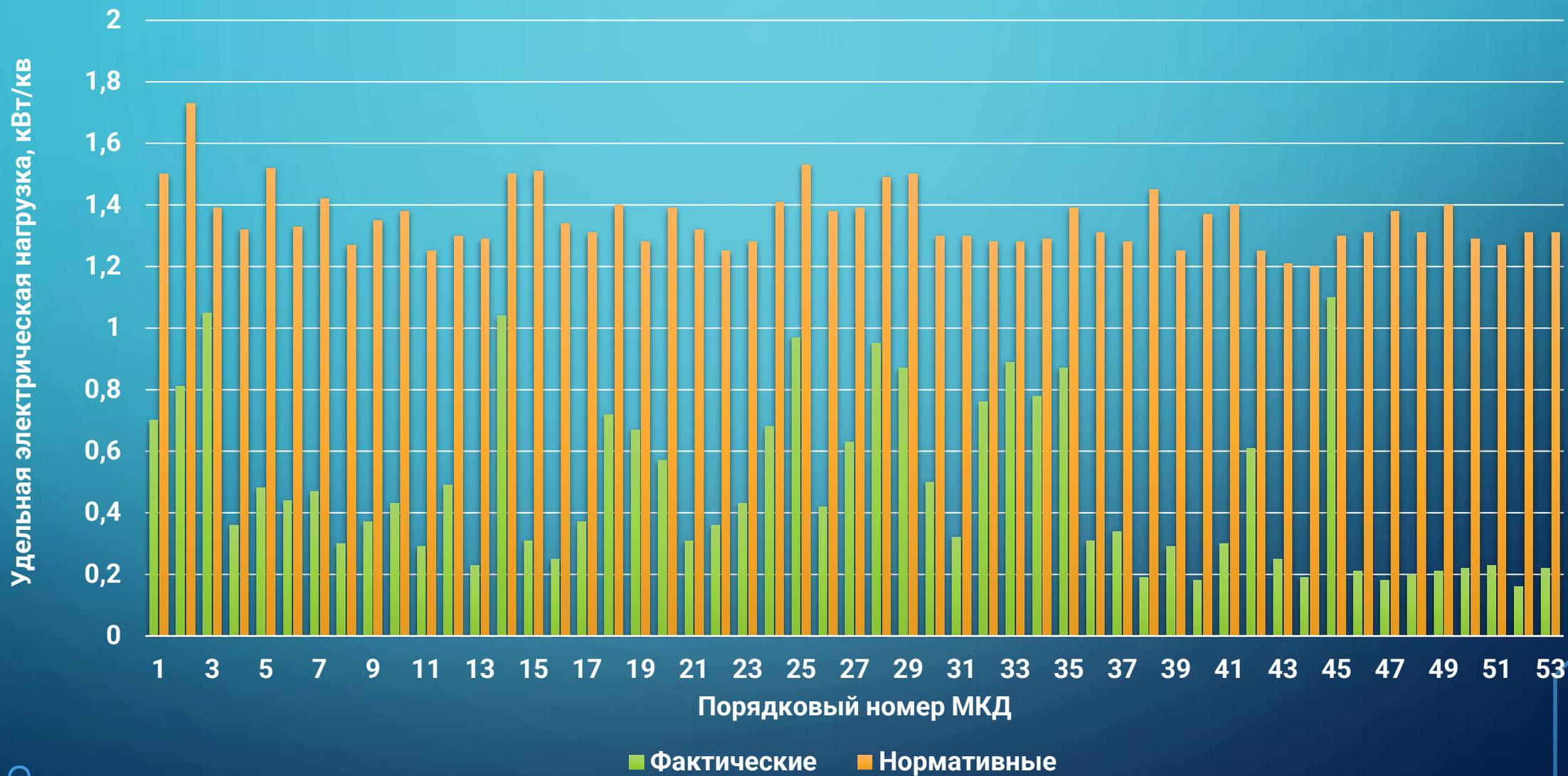
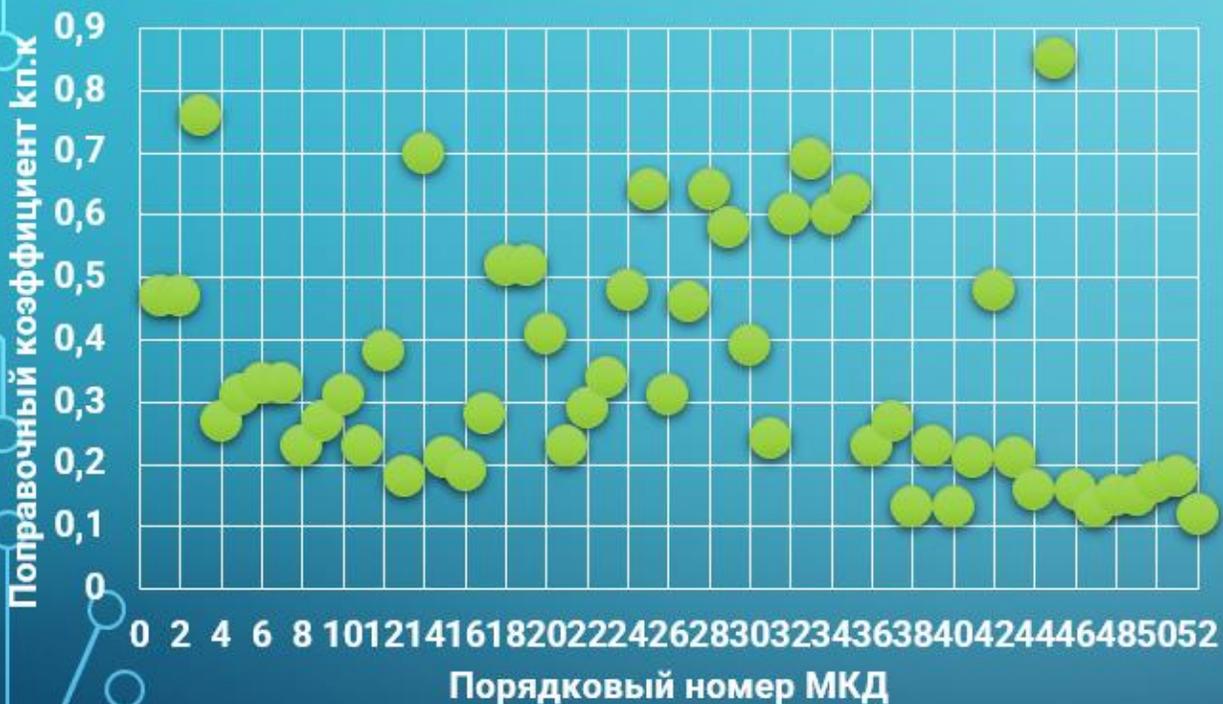
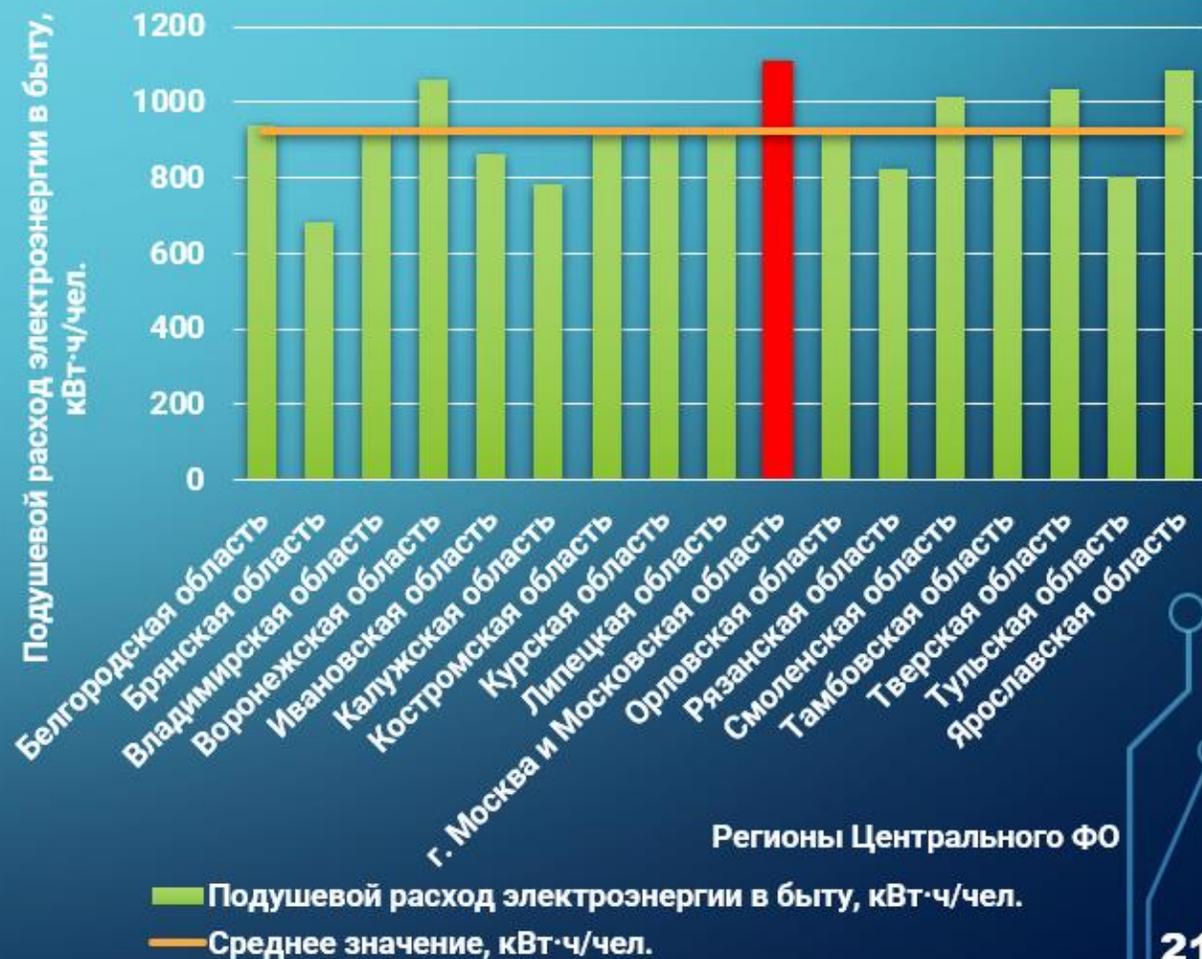


Диаграмма распределения поправочного коэффициента $k_{п.к}$ для г. Москвы и Московской области



Подушевой расход электроэнергии в быту за год, кВт·ч/чел.



Изменение N 4 к СП 256.1325800.2016

утверждено и введено в действие приказом Минстроя России от 30 декабря 2020 г. N 919/пр

«7.1.10 Расчетная нагрузка жилого дома (квартир и силовых электроприемников) $P_{р.ж.д}$, кВт, определяется по формуле

$$P_{р.ж.д} = k_{п.к} \cdot P_{кв} + 0,9P_c, \quad (6)$$

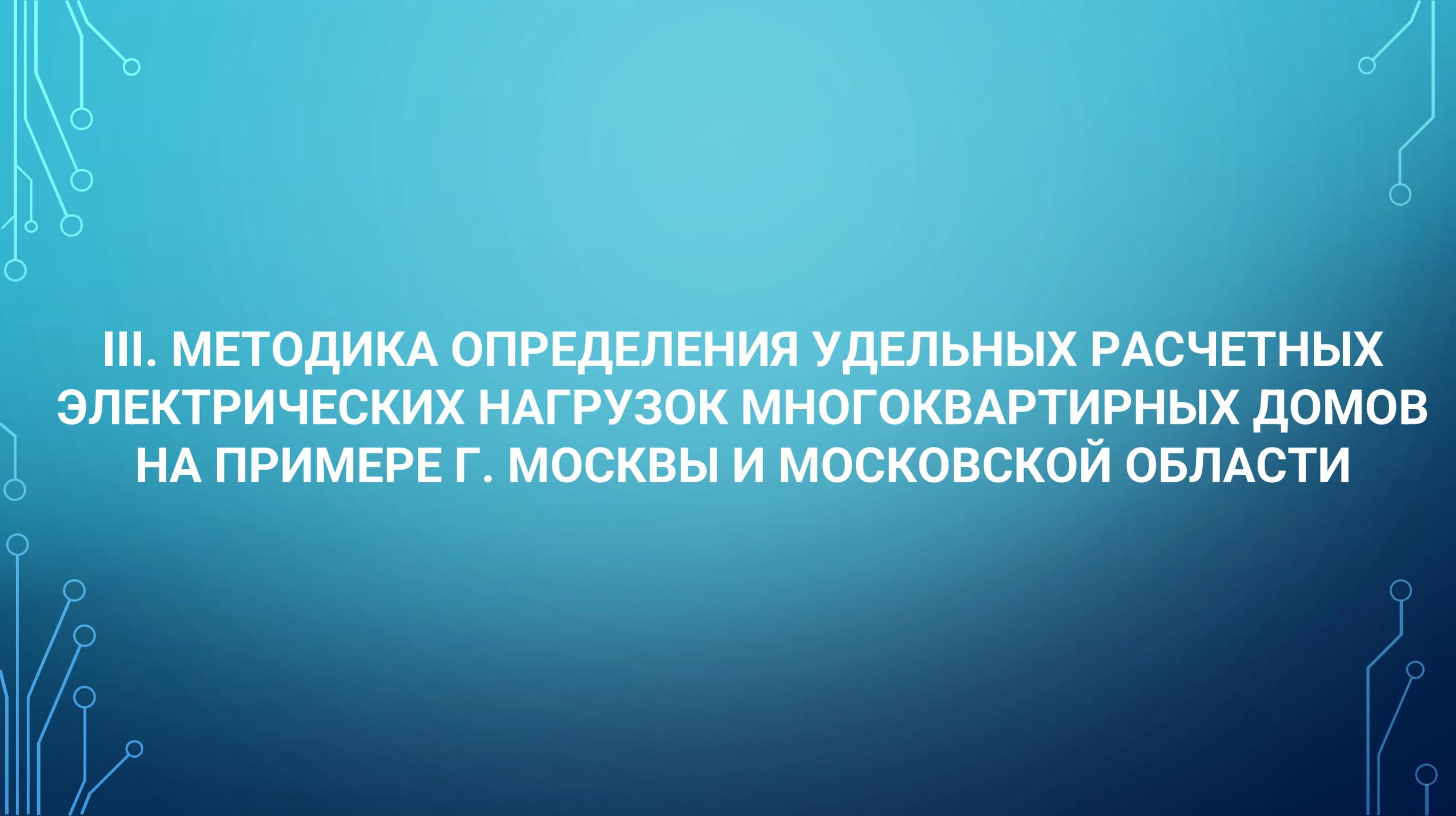
где $P_{кв}$ – расчетная нагрузка электроприемников квартир, кВт;

P_c – расчетная нагрузка силовых электроприемников, кВт;

$k_{п.к}$ – поправочный коэффициент для определения расчетной нагрузки жилого дома, принимается по таблице 7.5а.

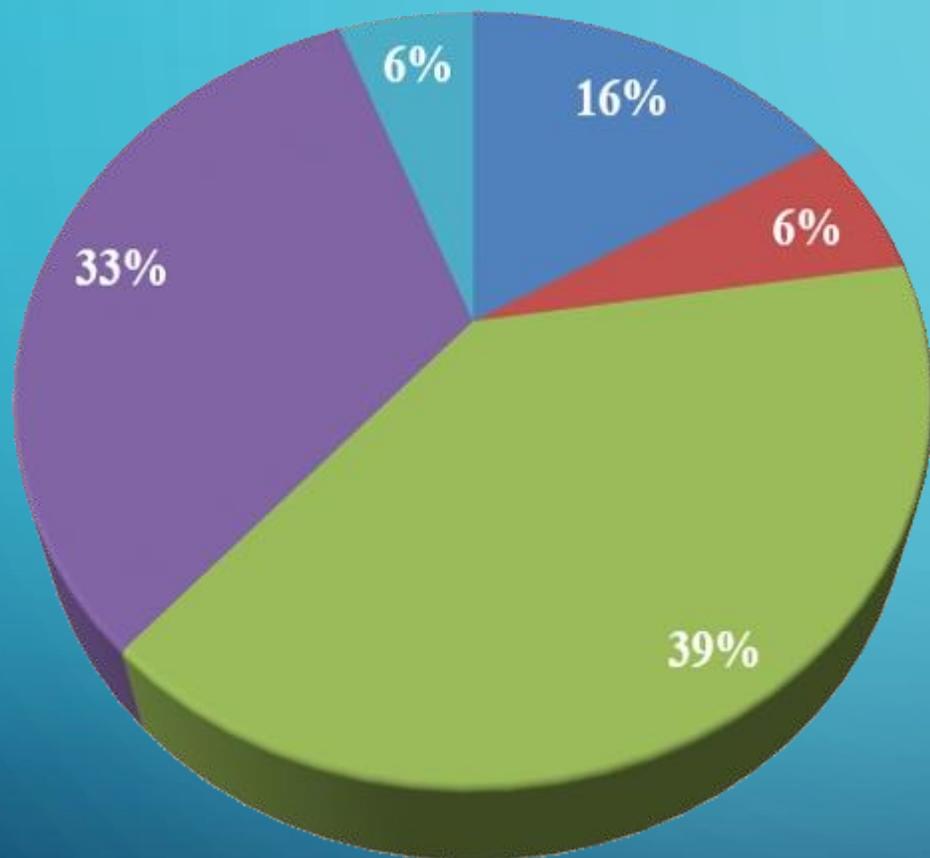
Продолжение Изменения № 4 к СП 256.1325800.2016

Группа	Регион Российской Федерации	Значение $k_{п.к}$
1	Центральный федеральный округ: Белгородская область, Брянская область, Владимирская область, Воронежская область, Ивановская область, Калужская область, Костромская область, Курская область, Липецкая область, Московская область , Орловская область, Рязанская область, Смоленская область, Тамбовская область, Тверская область, Тульская область, Ярославская область, г. Москва	0,81

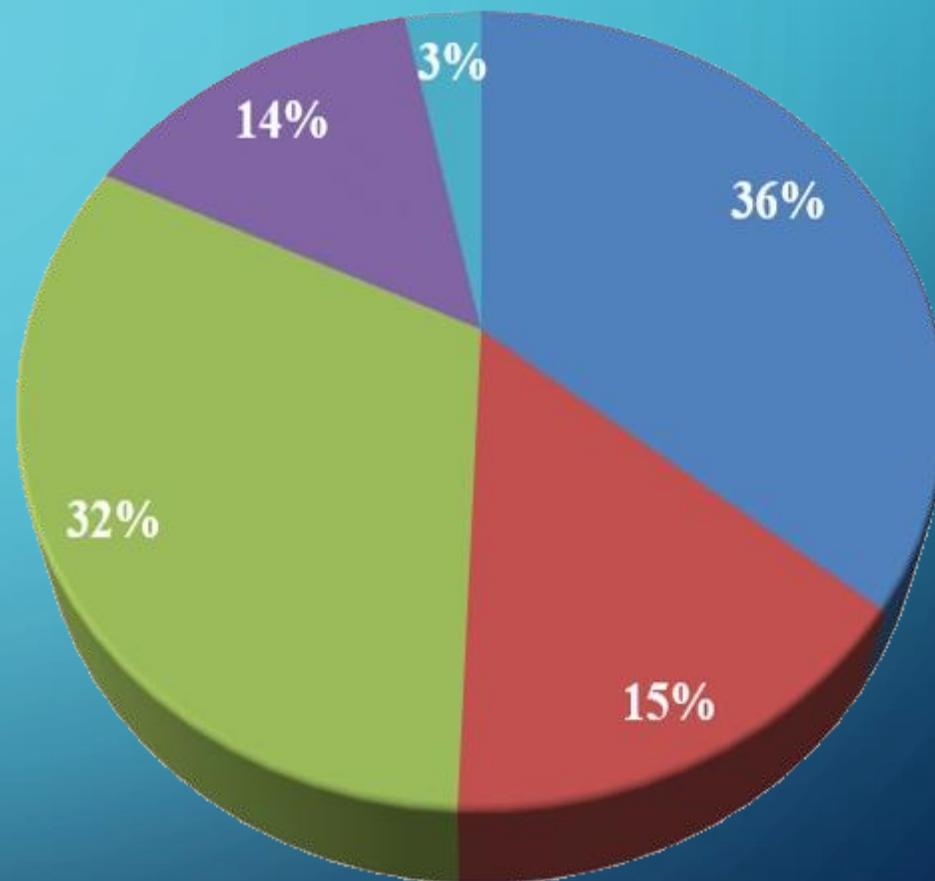
The background is a dark blue gradient. In the corners, there are white line-art patterns resembling circuit boards or neural networks, with lines connecting to small circles.

III. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНЫХ РАСЧЕТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ НА ПРИМЕРЕ Г. МОСКВЫ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Объём застройки МКД различной этажности за 2012 – 2022 гг.



г. Москва



Московская область

■ до 5 эт. ■ от 6 до 10 эт. ■ от 11 до 18 эт. ■ от 19 до 25 эт. ■ 26 эт. и выше

Формирование базы больших данных

Для формирования базы данных, состоящей из более 50 млн. значений в месяц, требовалось написание программы по обработке больших данных с целью их унификации для дальнейшей статистической обработки.

Унификация требовалась поскольку:

- Данные имели разную размерность, в том числе разные коэффициенты трансформации;
- Данные имели разную дискретность показаний приборов учета (шаг в полчаса, час, с переменным шагом);
- Необходимо приводить к единой временной шкале, данные с нарастающим итогом;

-Автоматический съём показаний квартирных счетчиков проводился несинхронно, и для совместных расчетов необходимо приводить их к единому временному интервалу;

-При обработке данных приходится применять статистические методы для выявления и исключения выбросов, некорректных показаний;

-При выявлении неэксплуатируемых квартир они исключались;

- Осуществлялась привязка показаний к строительным характеристикам домов и квартир.

Графики электрических нагрузок (получасовые)

График электрических нагрузок квартир МКД

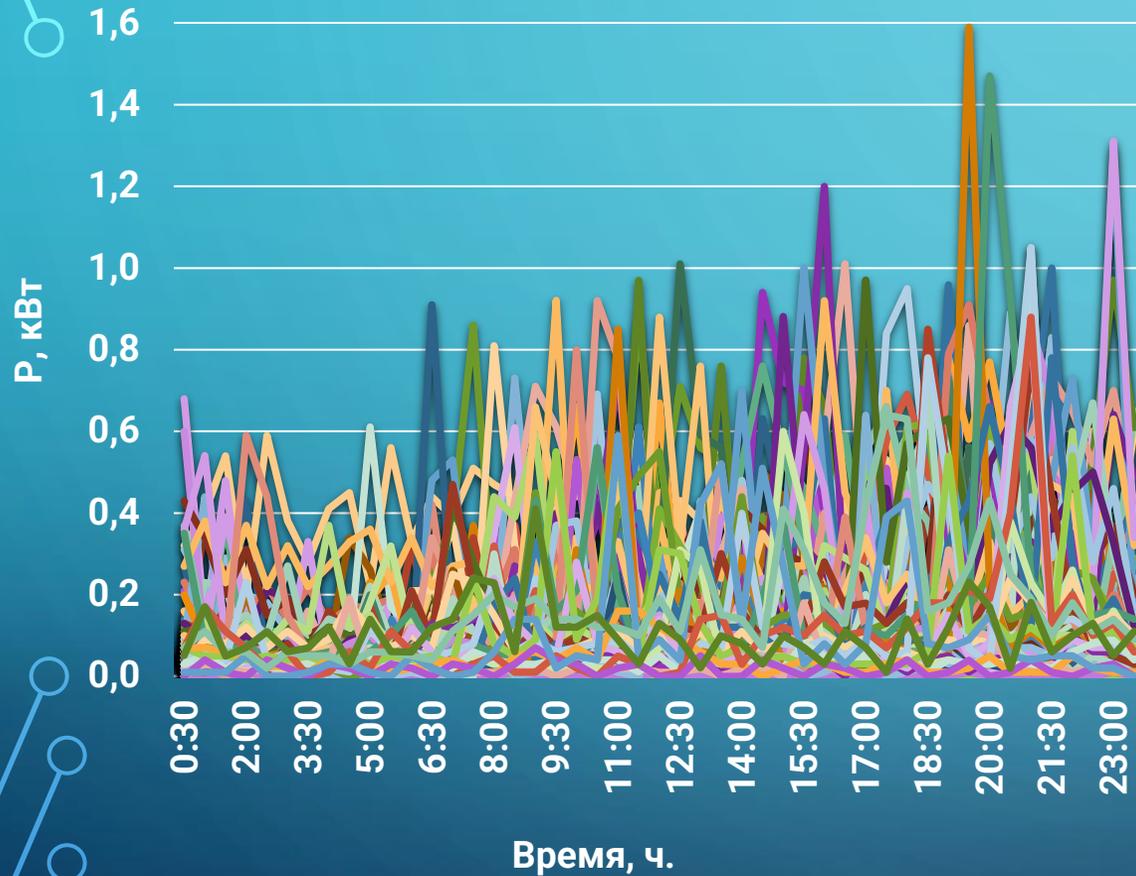
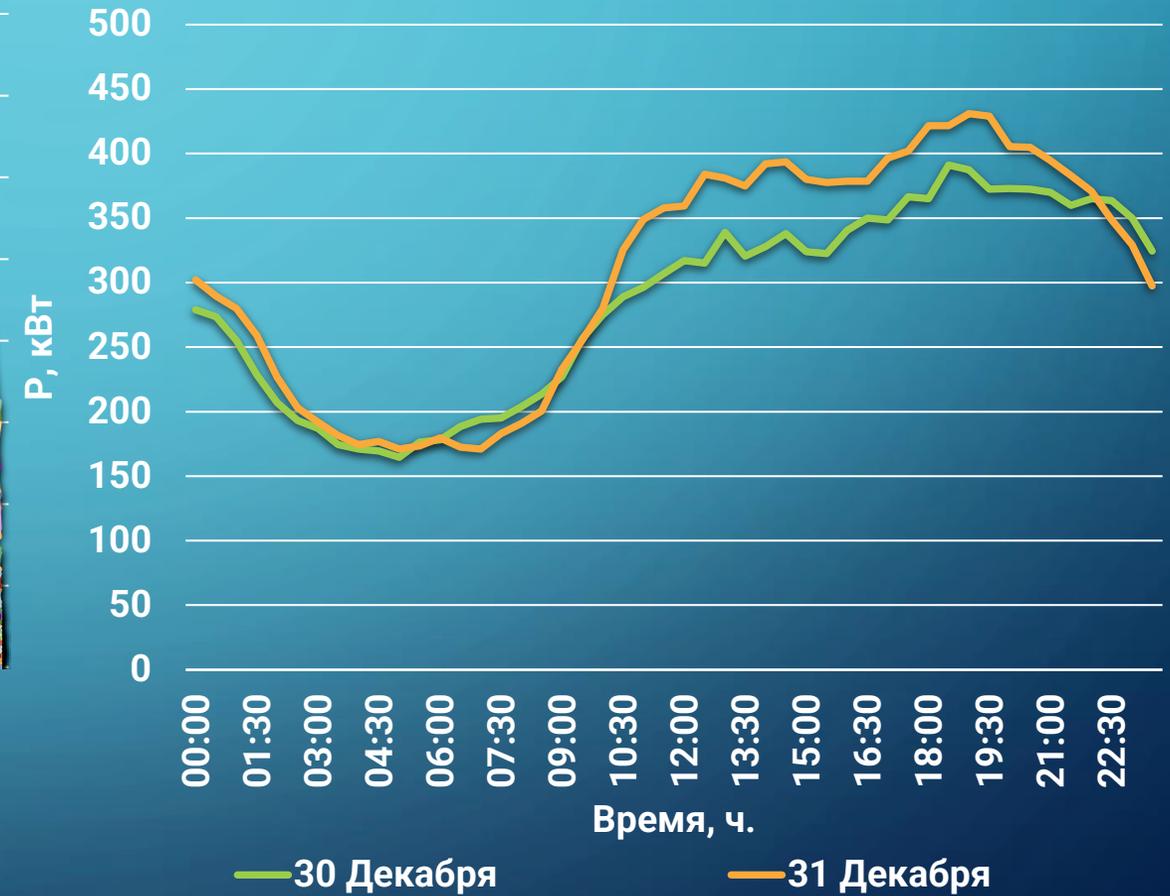
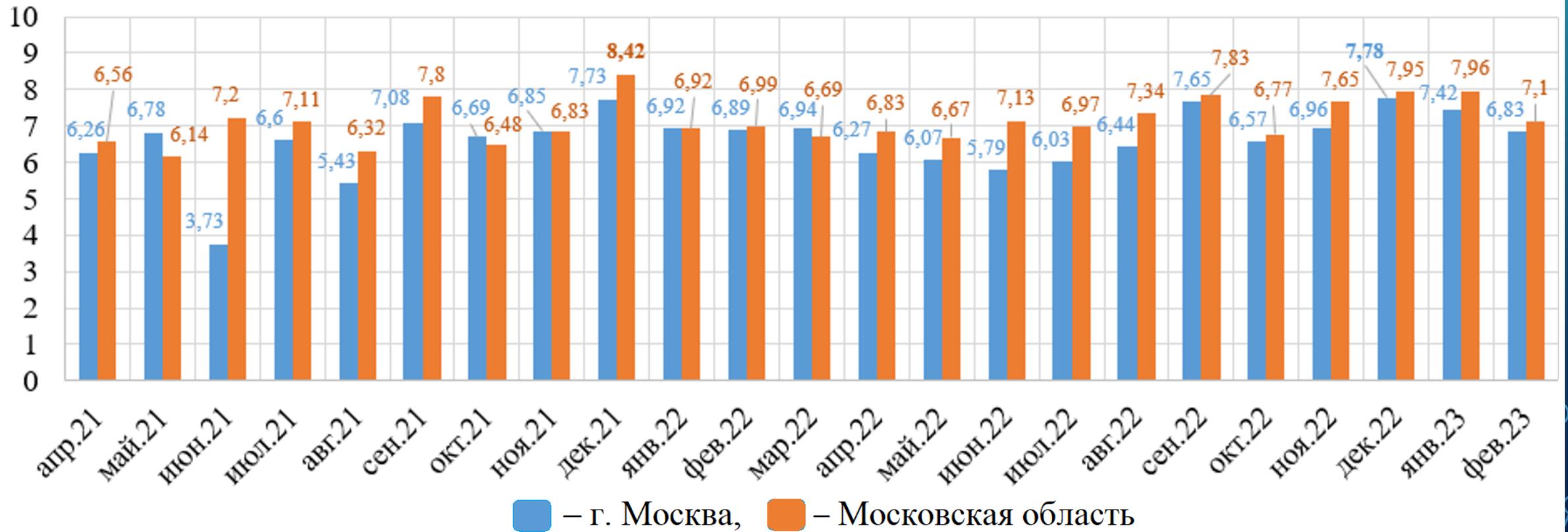


График электрических нагрузок МКД

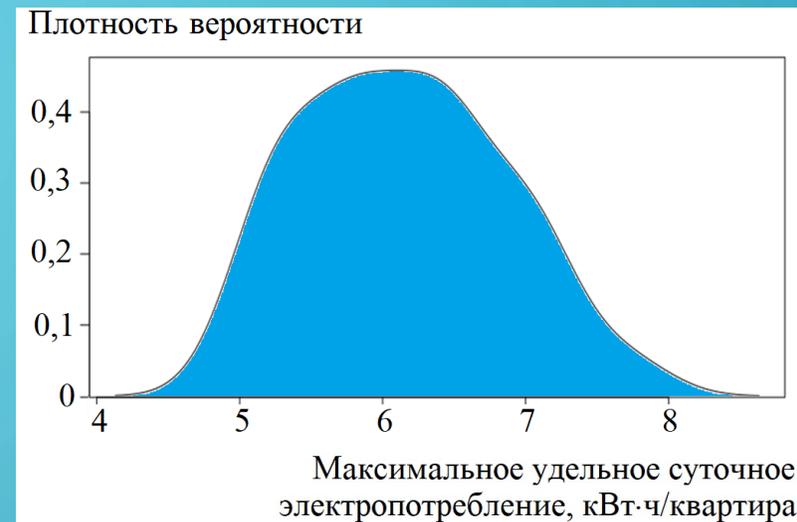
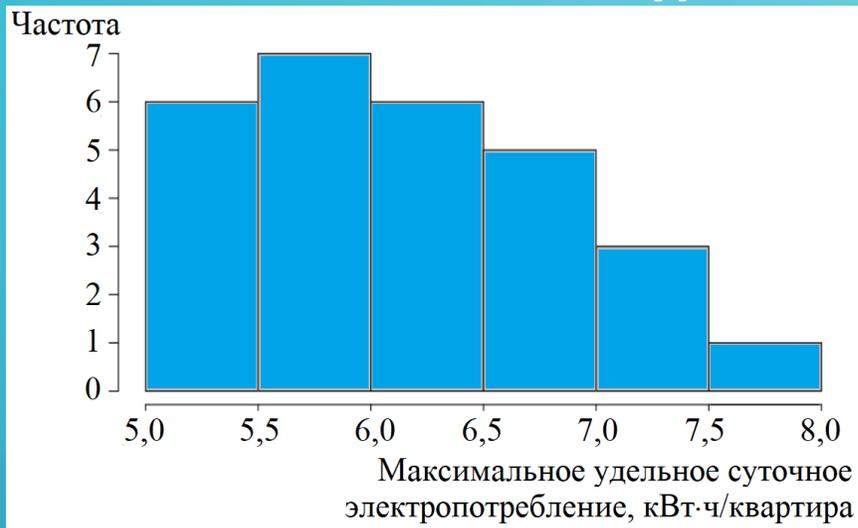


Максимальное удельное суточное электропотребление выборок МКД за период наблюдения апрель 2021 г. – февраль 2023 г.

Максимальное удельное электропотребление, кВт·ч/квартира

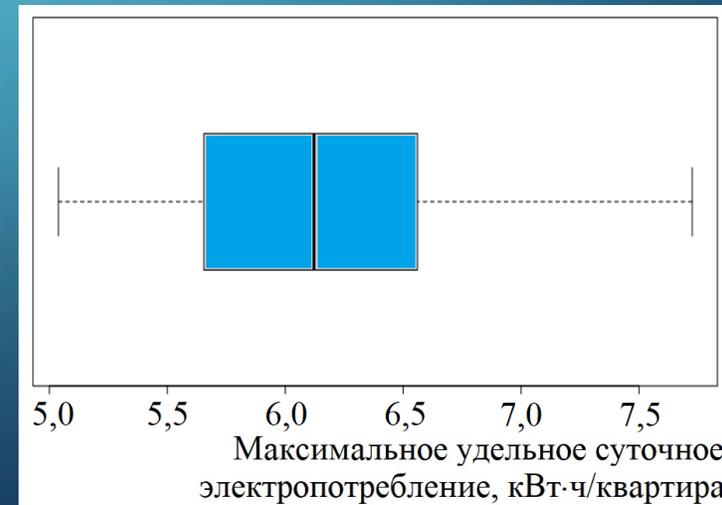
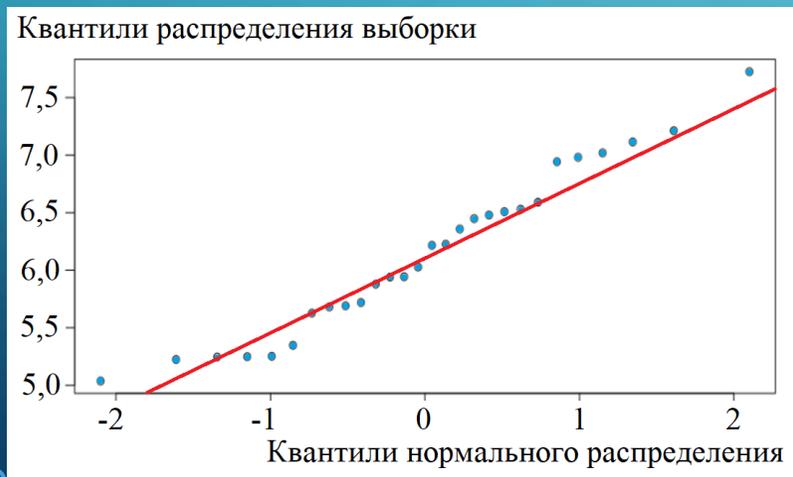


Статистическая обработка результатов измерений электропотребления МКД г. Москвы для кластера 11-18 эт. за декабрь, 2022 г.



Гистограмма распределения максимального удельного суточного электропотребления квартир ρ_{0m}

Плотность распределения вероятностей, полученная методом «ядерного сглаживания»



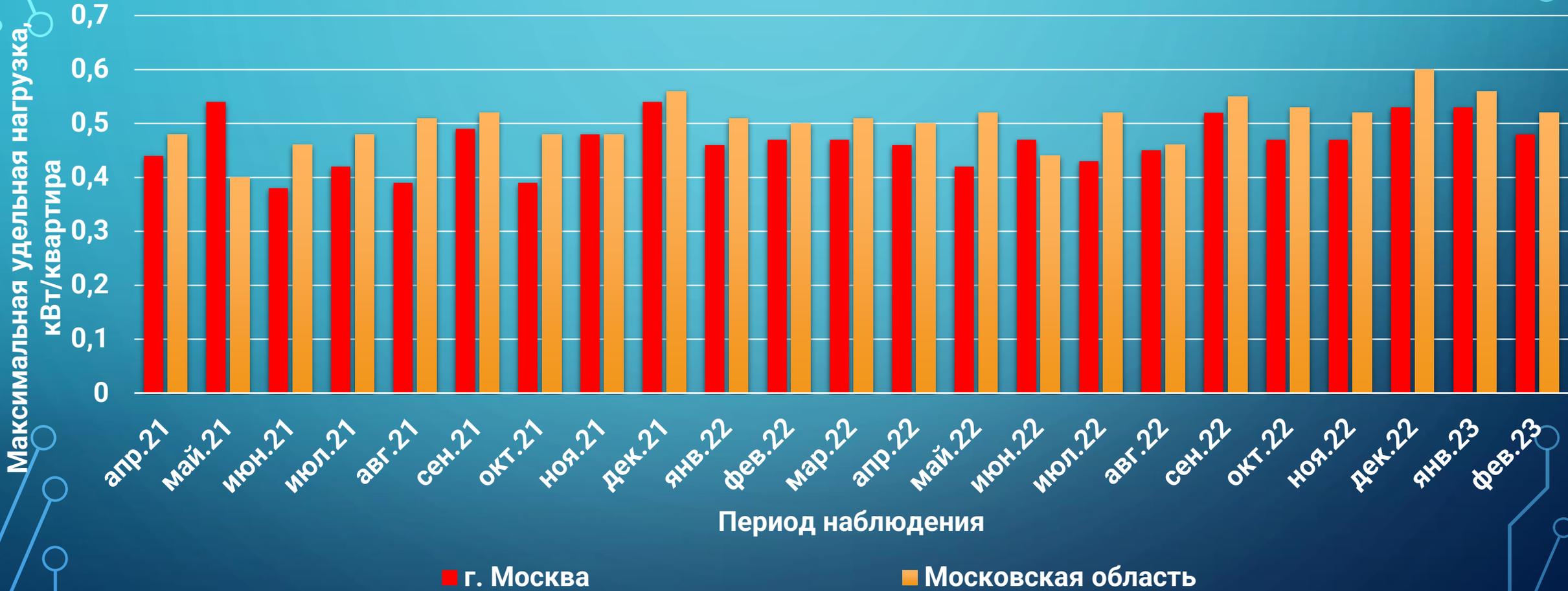
Нормально-вероятностный график ρ_{0m}

Ящичная диаграмма максимального ρ_{0m}

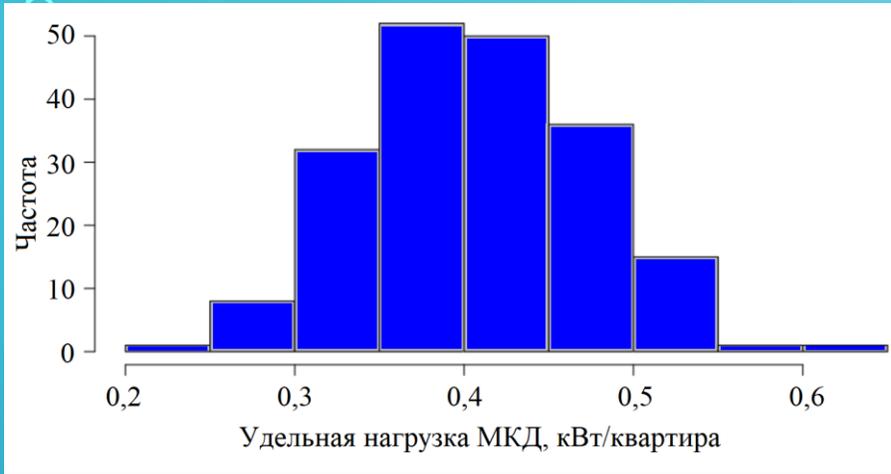
Среднесуточное удельное электропотребление и доверительные интервалы МКД г. Москвы и Московской области

Локация МКД	Декабрь, 2021 г.	Декабрь, 2022 г.	Январь, 2022 г.	Январь, 2023 г.	Февраль, 2022 г.	Февраль, 2023 г.
	кВт·ч/квартира					
г. Москва	6,15	5,27	5,60	6,04	5,68	5,57
Δ	5,87 ÷ 6,42	4,70 ÷ 5,83	5,36 ÷ 5,85	5,66 ÷ 6,43	5,42 ÷ 5,94	5,31 ÷ 5,84
Московская область	6,11	6,00	5,67	5,75	5,51	5,49
Δ	5,98 ÷ 6,25	5,89 ÷ 6,10	5,57 ÷ 5,77	5,65 ÷ 5,86	5,41 ÷ 5,61	5,40 ÷ 5,58
δ, %	0,65	13,8	1,23	4,80	3,33	1,43

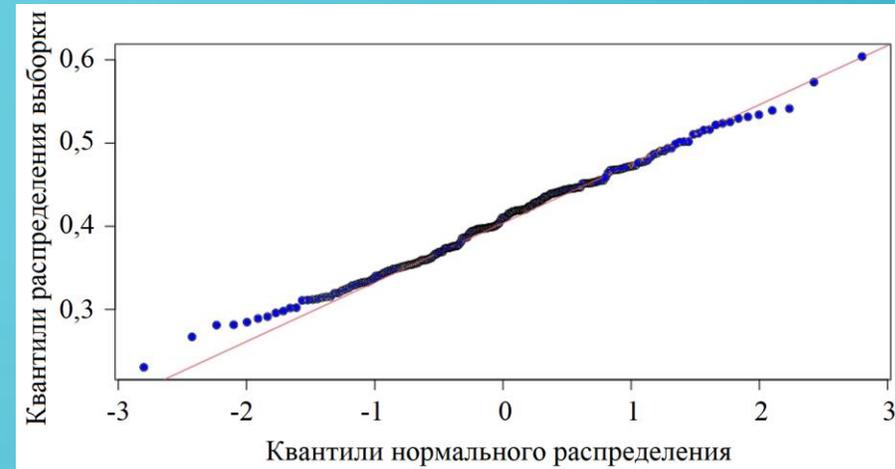
Максимальные удельные электрические нагрузки квартир МКД за период наблюдения апрель 2021 г. – февраль 2023 г.



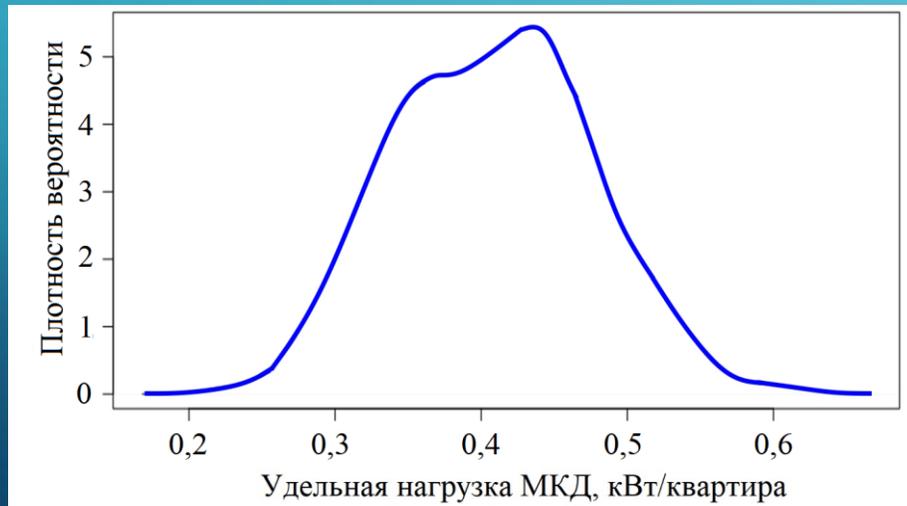
Статистическая обработка данных удельных электрических нагрузок МКД Московской области



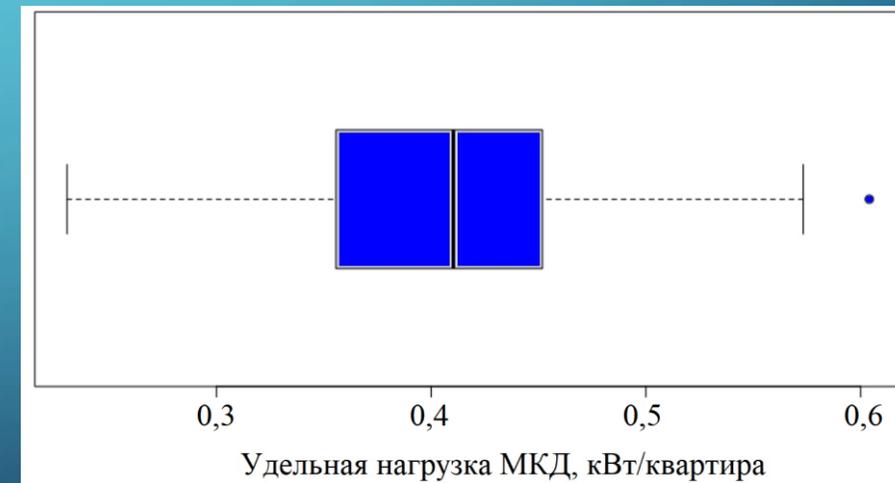
Гистограмма распределения максимальной удельной нагрузки квартир выборки МКД



Нормально-вероятностный график максимальной удельной нагрузки квартир выборки МКД



Плотность распределения вероятностей, полученная методом «ядерного сглаживания»



Ящичная диаграмма максимальной удельной нагрузки квартир выборки МКД

Расчет минимального объема репрезентативной выборки

Расчет минимального объема репрезентативной выборки максимальной удельной нагрузки квартир МКД г. Москвы

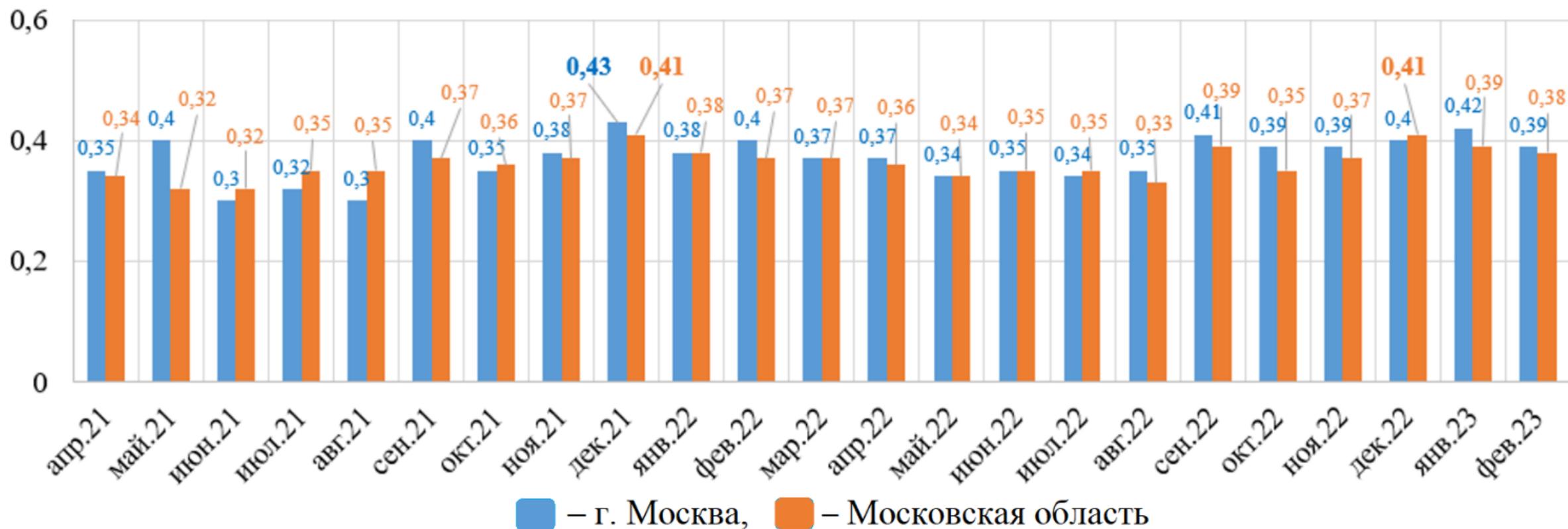
Допустимая ошибка определения среднего, кВт/квартира	Среднеквадратичное отклонение, кВт/квартира	Объем выборки МКД г. Москвы, шт.	Минимальный объем репрезентативной выборки, шт
0,31	0,71	28	21

Расчет минимального объема репрезентативной выборки максимальной удельной нагрузки квартир МКД Московской области

Допустимая ошибка определения среднего, кВт/кв	Среднеквадратичное отклонение, кВт/кв	Объем выборки МКД Московской области, шт.	Минимальный объем репрезентативной выборки, шт
0,28	0,64	152	20

Средняя удельная нагрузка квартир МКД за период наблюдения апрель 2021 г. – февраль 2023 г.

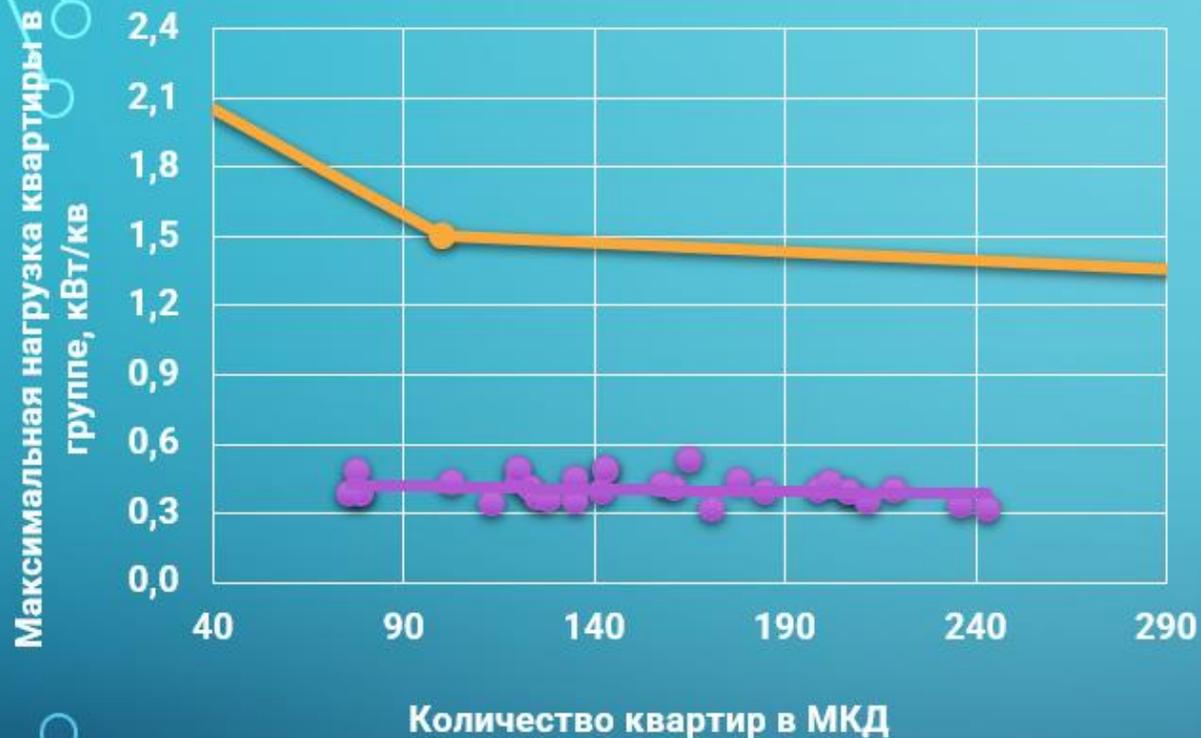
Средняя удельная нагрузка, кВт/квартира



Средняя удельная нагрузка и доверительные интервалы квартир МКД г. Москвы и Московской области

Локация МКД	Декабрь, 2021 г.	Декабрь, 2022 г.	Январь, 2022 г.	Январь, 2023 г.	Февраль, 2022 г.	Февраль, 2023 г.
	кВт/квартира					
г. Москва	0,425	0,411	0,382	0,421	0,396	0,394
	0,404 ÷ 0,446	0,387 ÷ 0,434	0,366 ÷ 0,398	0,398 ÷ 0,444	0,379 ÷ 0,41	0,373 ÷ 0,41
Московская область	0,413	0,408	0,381	0,388	0,371	0,377
	0,403 ÷ 0,423	0,398 ÷ 0,417	0,373 ÷ 0,389	0,379 ÷ 0,396	0,362 ÷ 0,37	5,395 ÷ 5,576
Δ, %	2,91	0,73	0,26	7,84	6,73	4,31

Зависимость максимальной нагрузки квартиры от их количества в группе для МКД 11–18 этажей по данным за декабрь 2022 г.



—●— СП 256.1325800.2016 ■ нагрузка квартиры

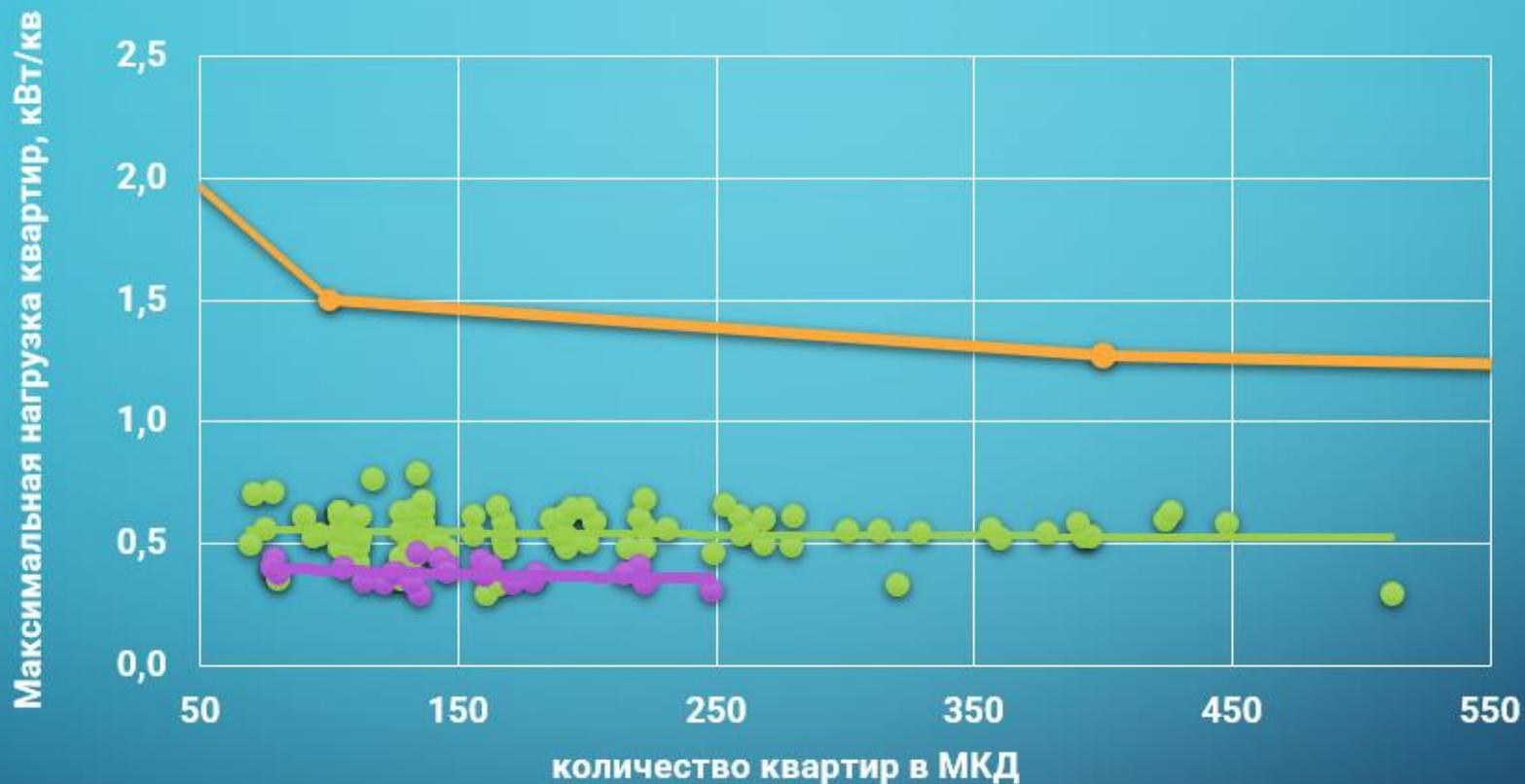
г. Москва



● удельная нагрузка квартир —●— СП 256.1325800.2016 ■

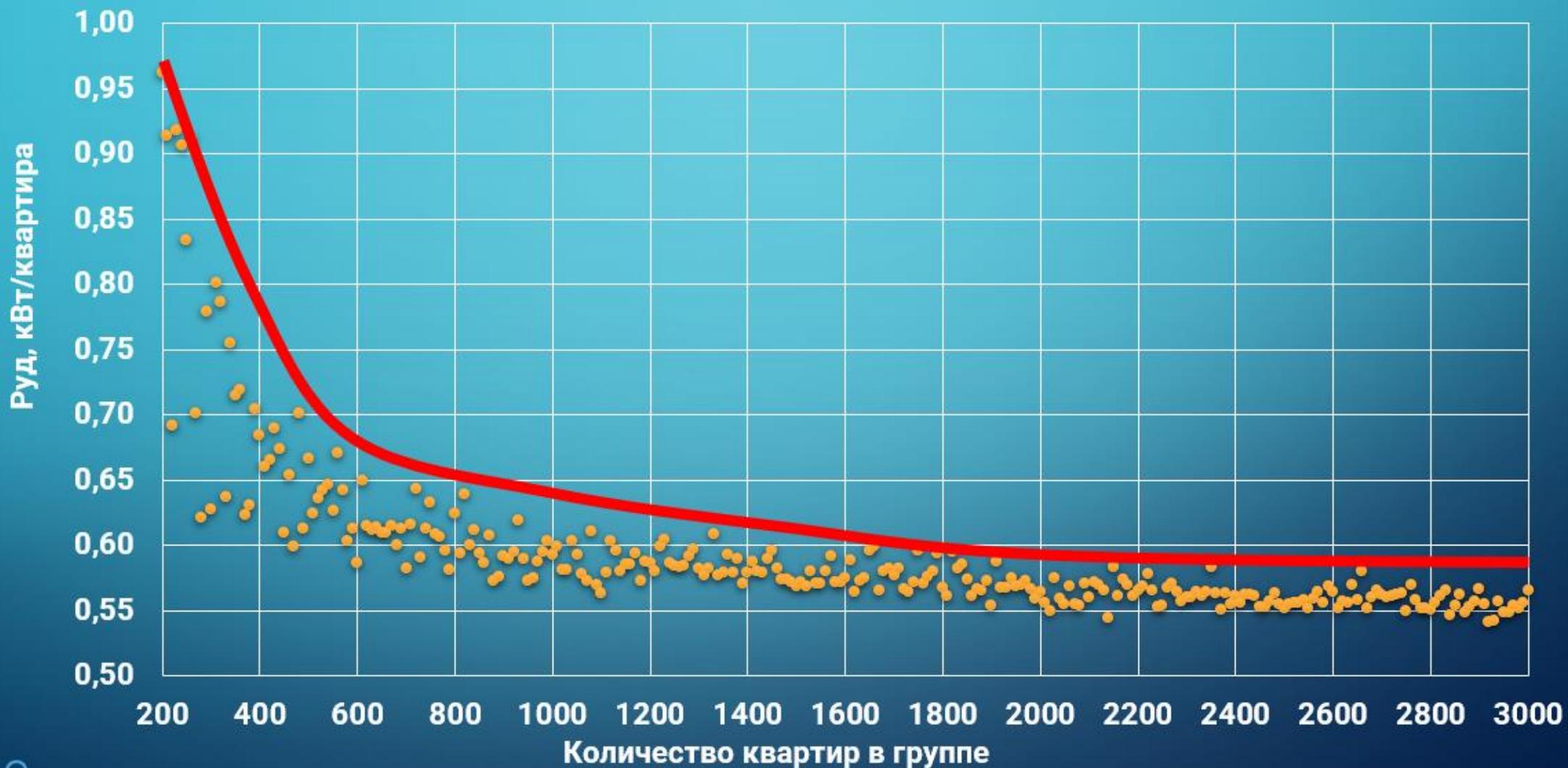
Московская область

Зависимость максимальной нагрузки квартиры от их количества в группе для МКД 11–18 этажей по данным за декабрь 2022 г.



- МКД+комм. нагр.
- нагрузка квартиры
- Степенная (нагрузка квартиры)
- СП 256.1325800.2016
- Степенная (МКД+комм. нагр.)

Зависимость удельной расчетной электрической нагрузки МКД с ОДН и коммерческой нагрузкой от количества квартир в группе



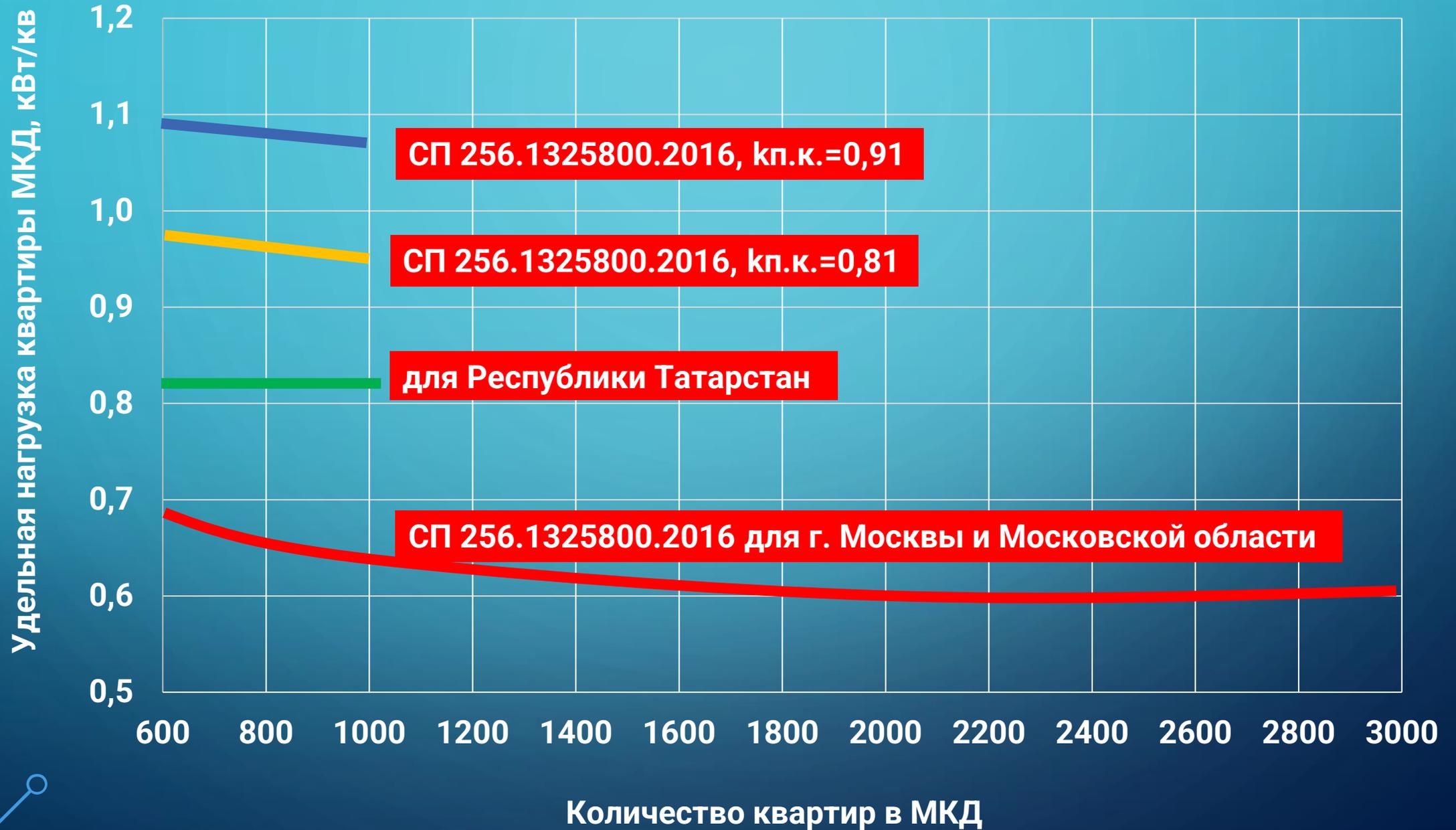
— Предложенные нормативы в СП 256.1325800.2016

Изменение N 6 к СП 256.1325800.2016
утверждено и введено в действие приказом Минстроя России
от 28 декабря 2023 года № 1005/пр

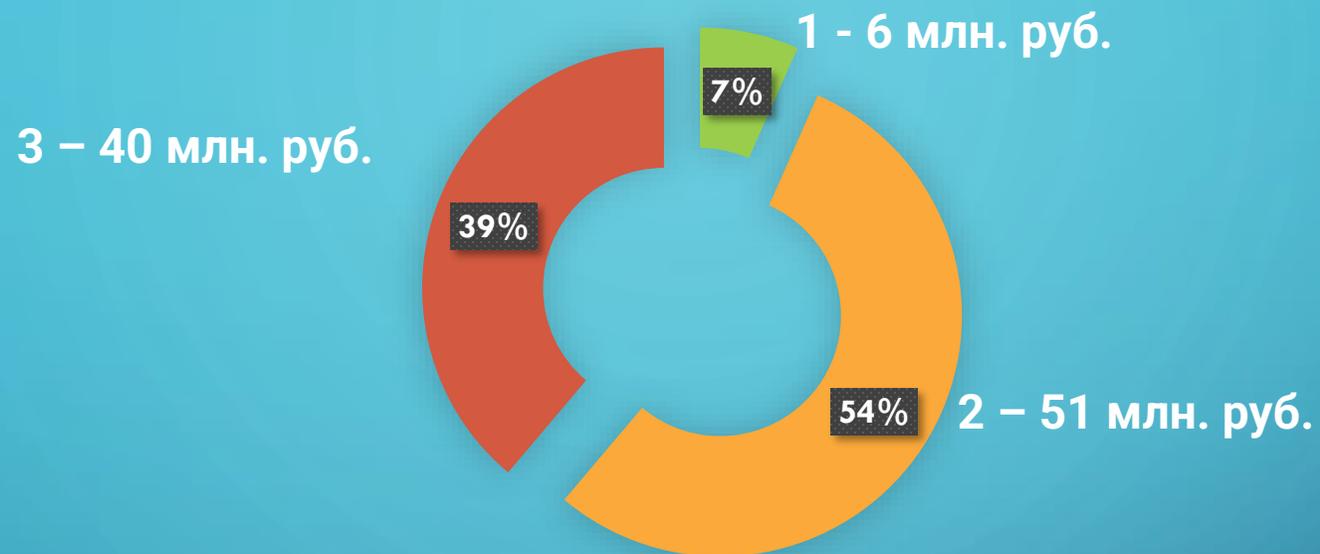
Т а б л и ц а 7.1а – Удельная расчетная электрическая нагрузка электроприемников квартир жилых зданий для агломерации городской «г. Москва – Московская область», кВт/квартиру

	Потребители электроэнергии	Удельная расчетная электрическая нагрузка при количестве квартир															
		1-5	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400	600	1000	1500	2000 и более
1.	Квартиры с плитами: - на природном газе ¹	4,5	2,27	1,86	1,62	1,46	1,34	1,13	0,97	0,85	0,69	0,62	0,58	0,56	0,54	0,53	0,52
	- электрическими, мощностью 8,5 кВт	10	4,13	3,08	2,6	2,27	2,11	1,78	1,45	1,16	0,97	0,91	0,79	0,67	0,63	0,61	0,59

Сравнение нормативных удельных расчетных электрических нагрузок



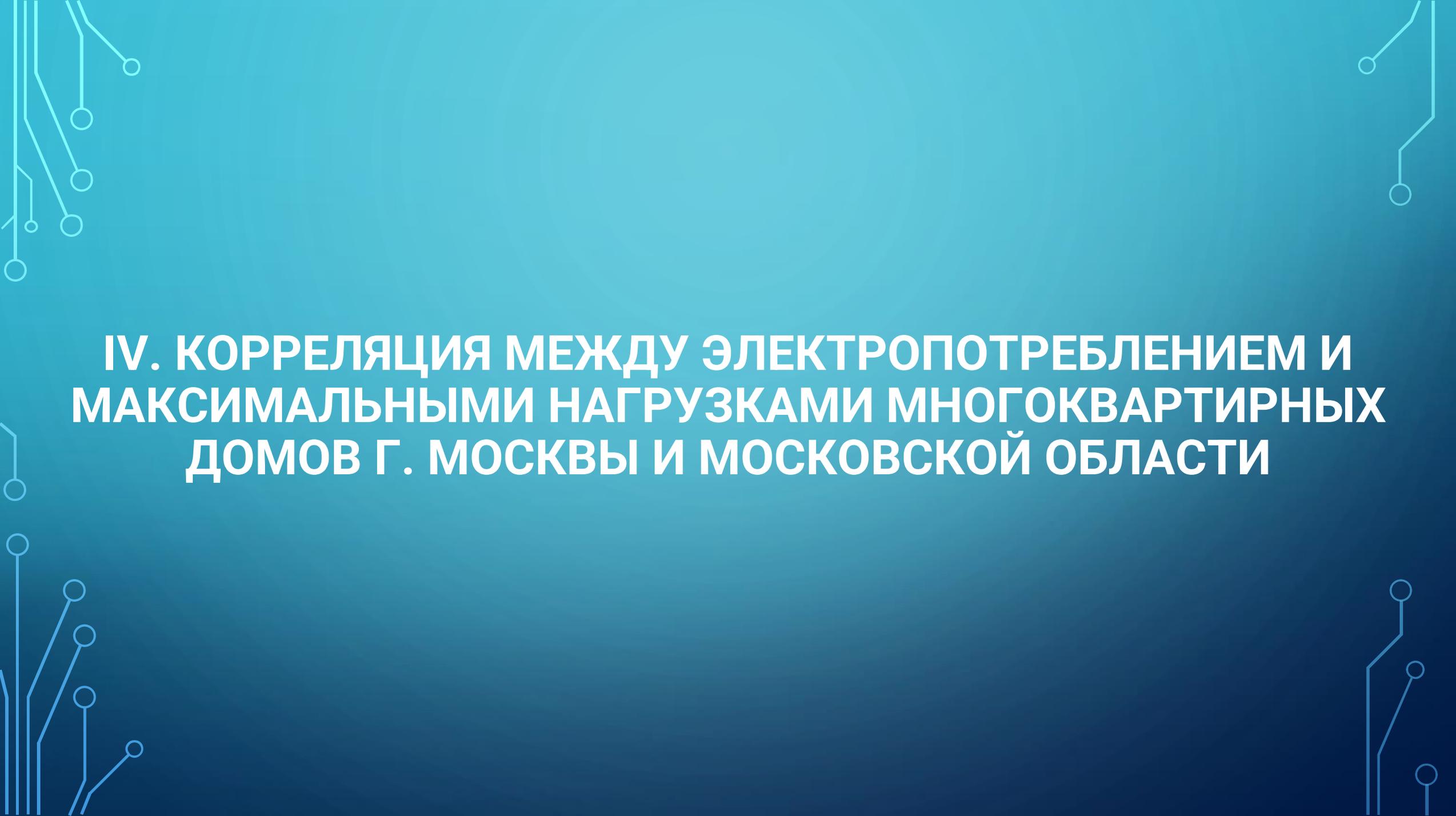
Укрупненный экономический эффект от внедрения новых значений удельной расчетной электрической нагрузки ЖК «21 ВЕК»



Экономический эффект для ЖК «21 ВЕК» составит 97 млн. руб., в том числе за счет:

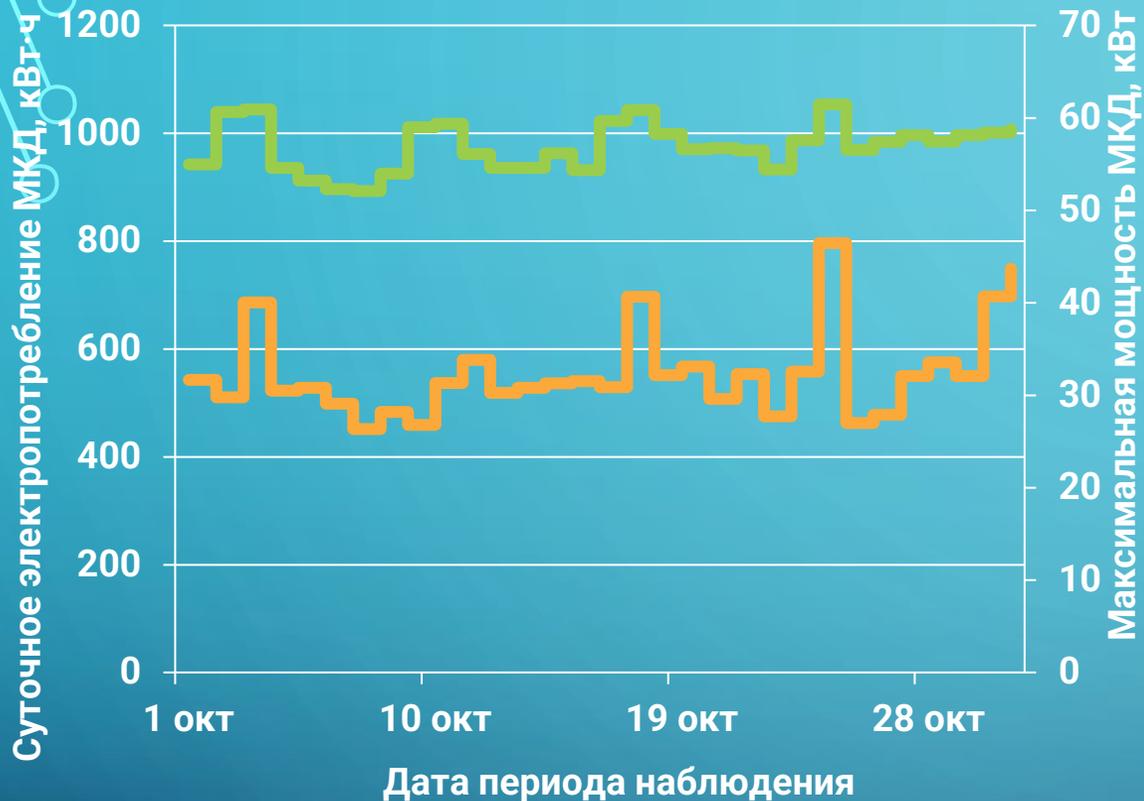
1. Снижения мощности технологического присоединения – 5 648 кВт (6 млн. руб.)
2. Снижения мощности силовых трансформаторов – 14 000 кВт (51 млн. руб.)
3. Уменьшения длины КЛ – 18 863 м (40 млн. руб.)

ЖК «21 век»	0,223 млн. кв.м.	98 млн. руб.
Ввод жилья в г. Москве за 2023 г.	3,3 млн. кв.м	1,5 млрд. руб.

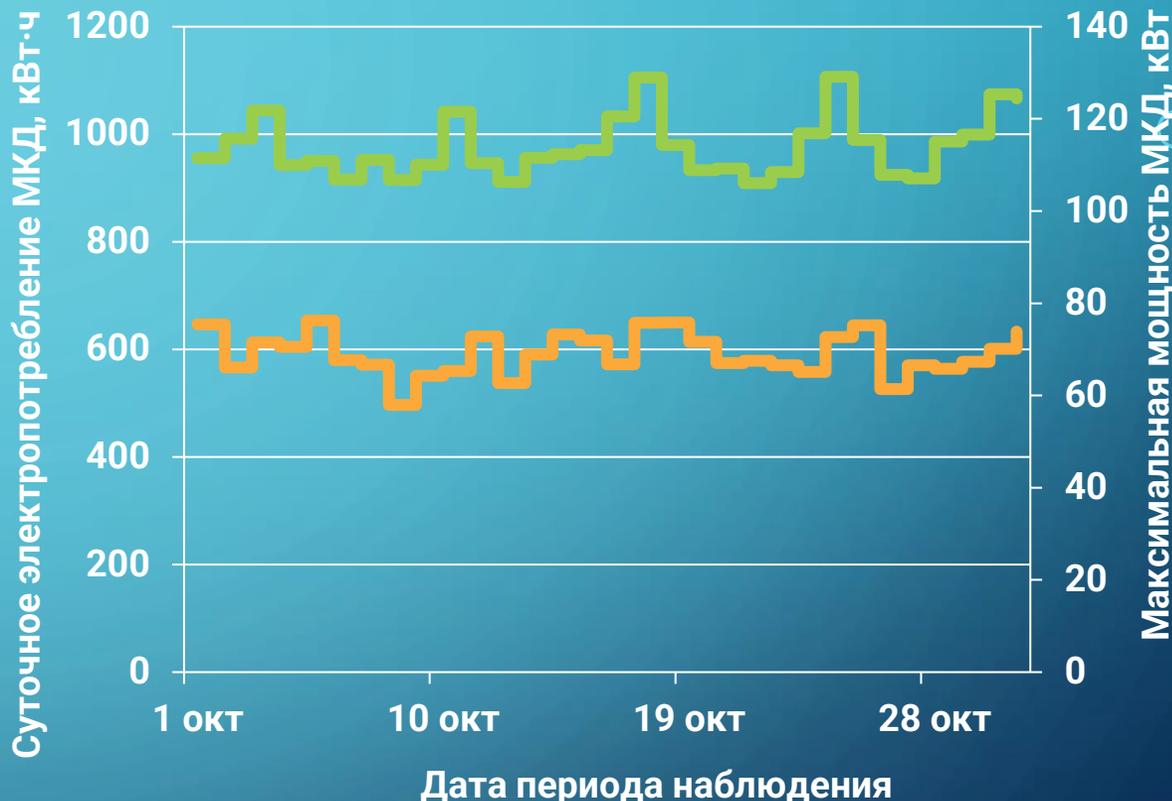
The background is a solid blue gradient. In the four corners, there are decorative white line-art patterns resembling circuit board traces or neural network connections. These patterns consist of straight lines of varying lengths and angles, ending in small white circles.

IV. КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖДУ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕМ И МАКСИМАЛЬНЫМИ НАГРУЗКАМИ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ Г. МОСКВЫ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Месячные графики электропотребления и нагрузки МКД г. Москвы



- Суточное электропотребление МКД
- Максимальная мощность МКД за сутки



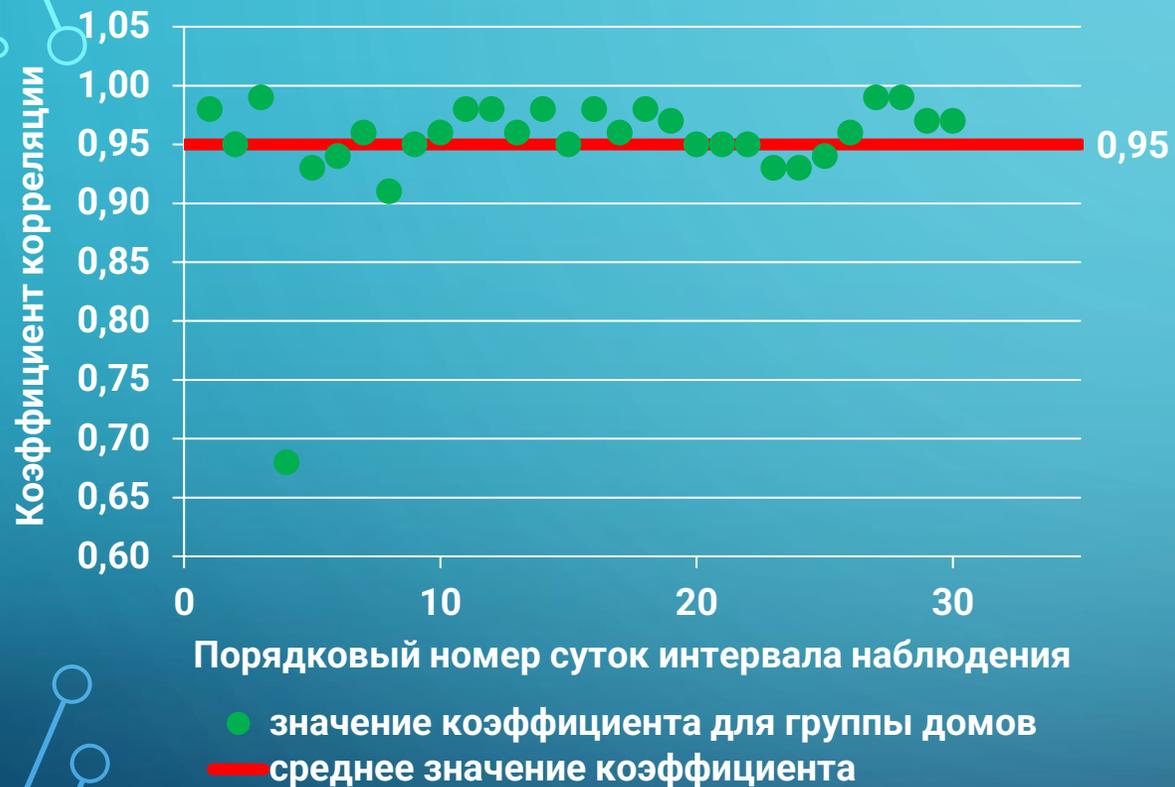
- Суточное электропотребление МКД
- Максимальная мощность МКД за сутки

коэффициент корреляции:

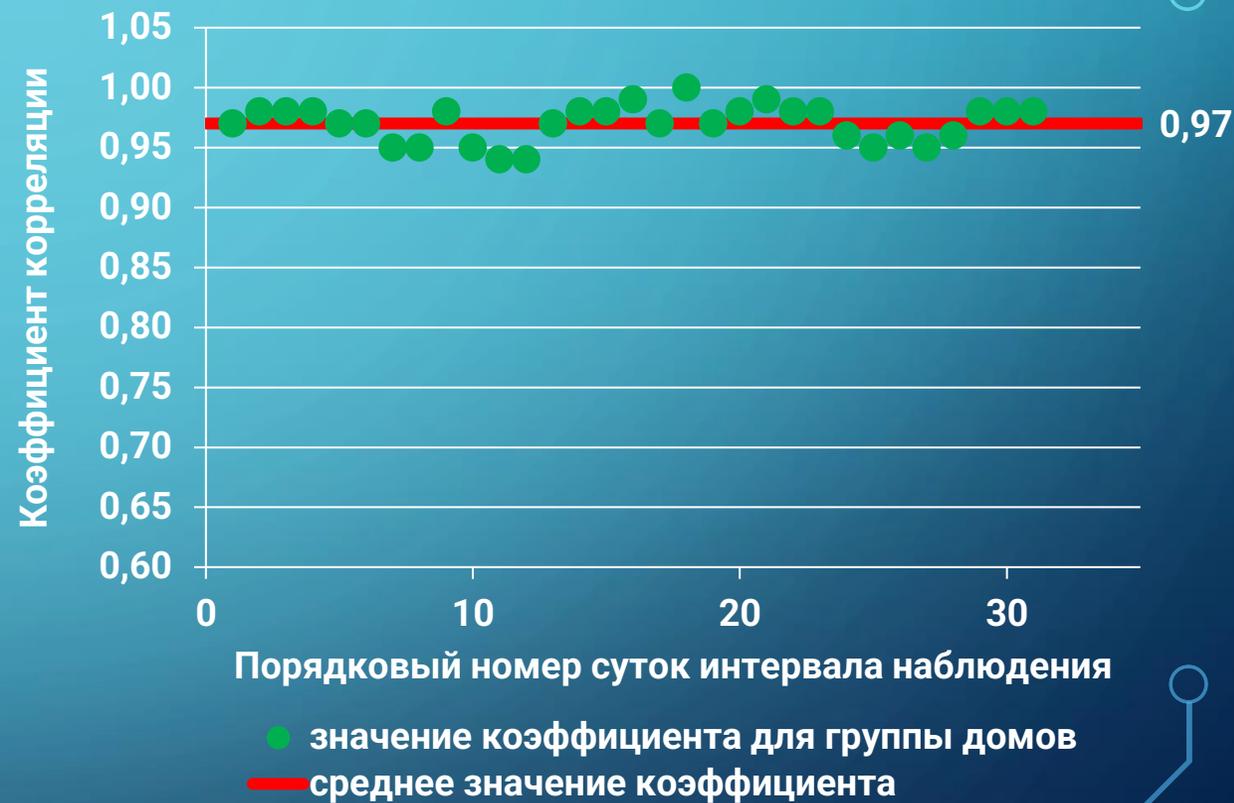
а – 0,70 (ул. Омская, д. 20);

б – 0,39 (ул. Омская, д. 5)

Коэффициенты корреляции для выборочных совокупностей МКД г. Москвы

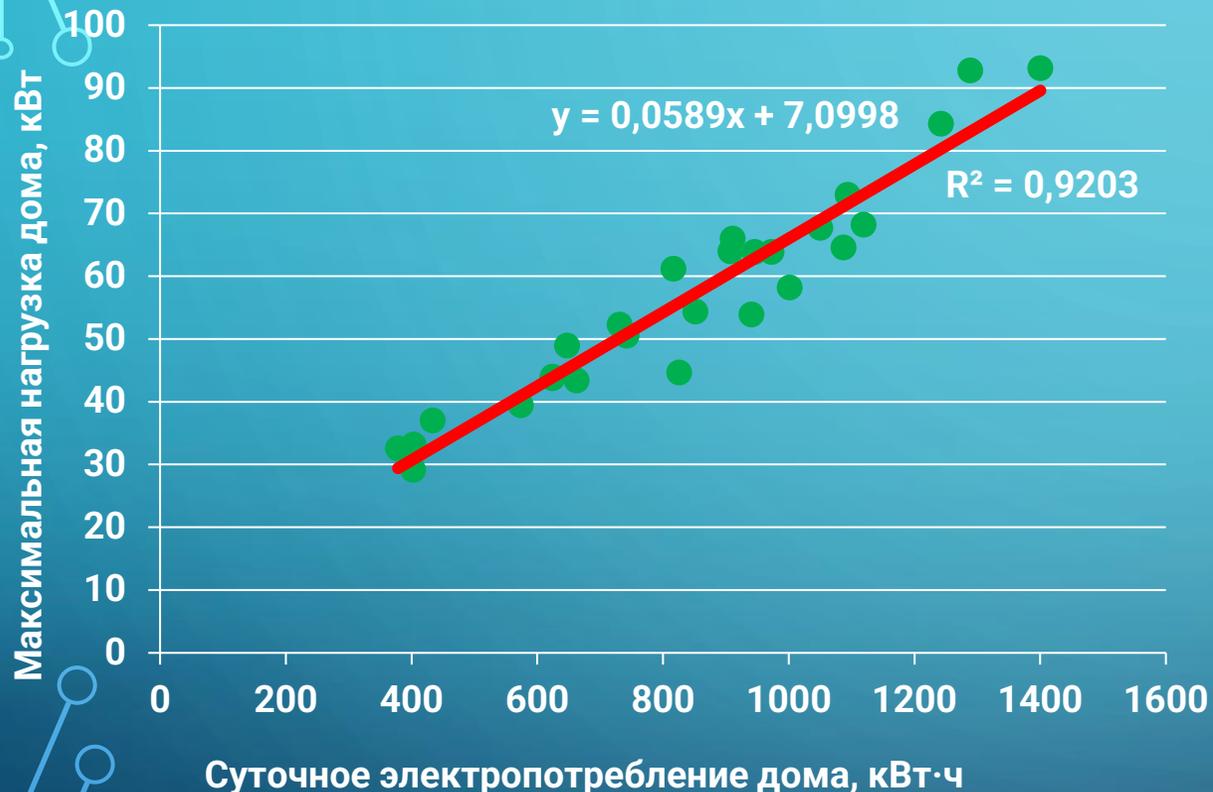


сентябрь

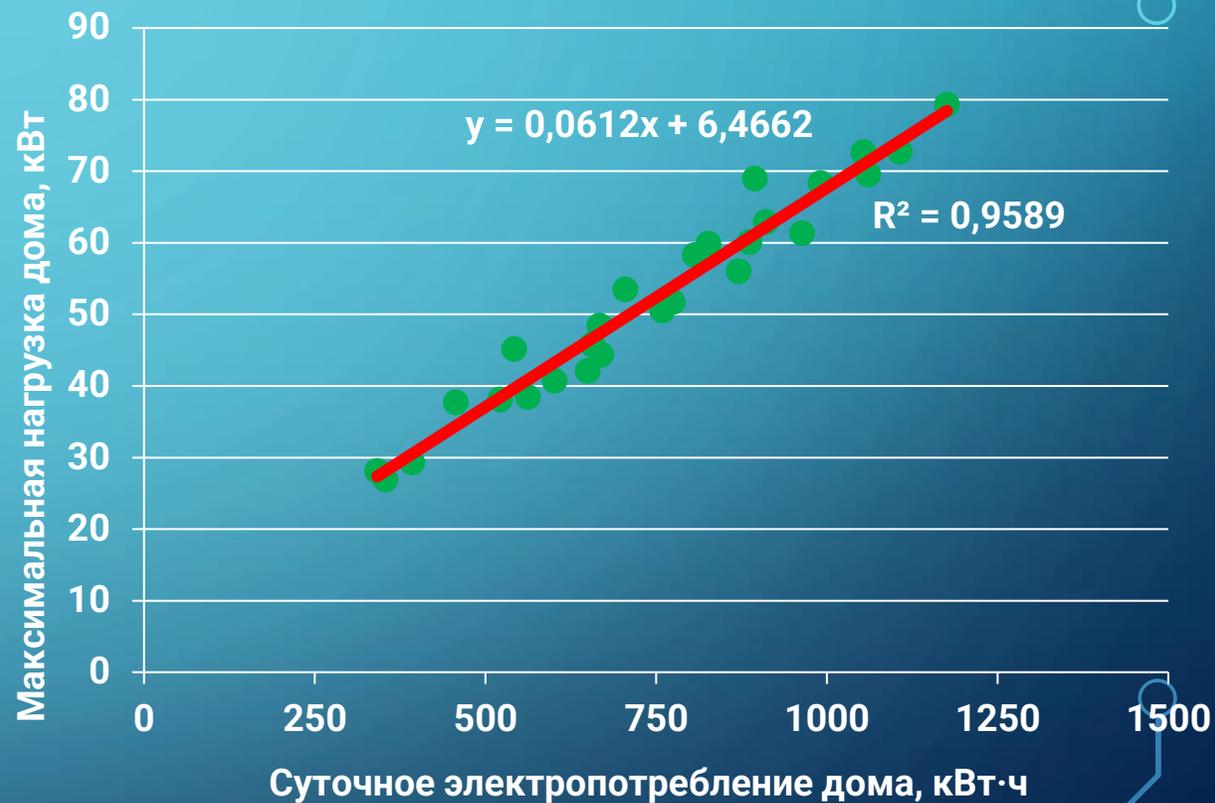


октябрь

Зависимость максимальной нагрузки от суточного электропотребления МКД г. Москвы по данным суток с максимальным потреблением за интервалы времени

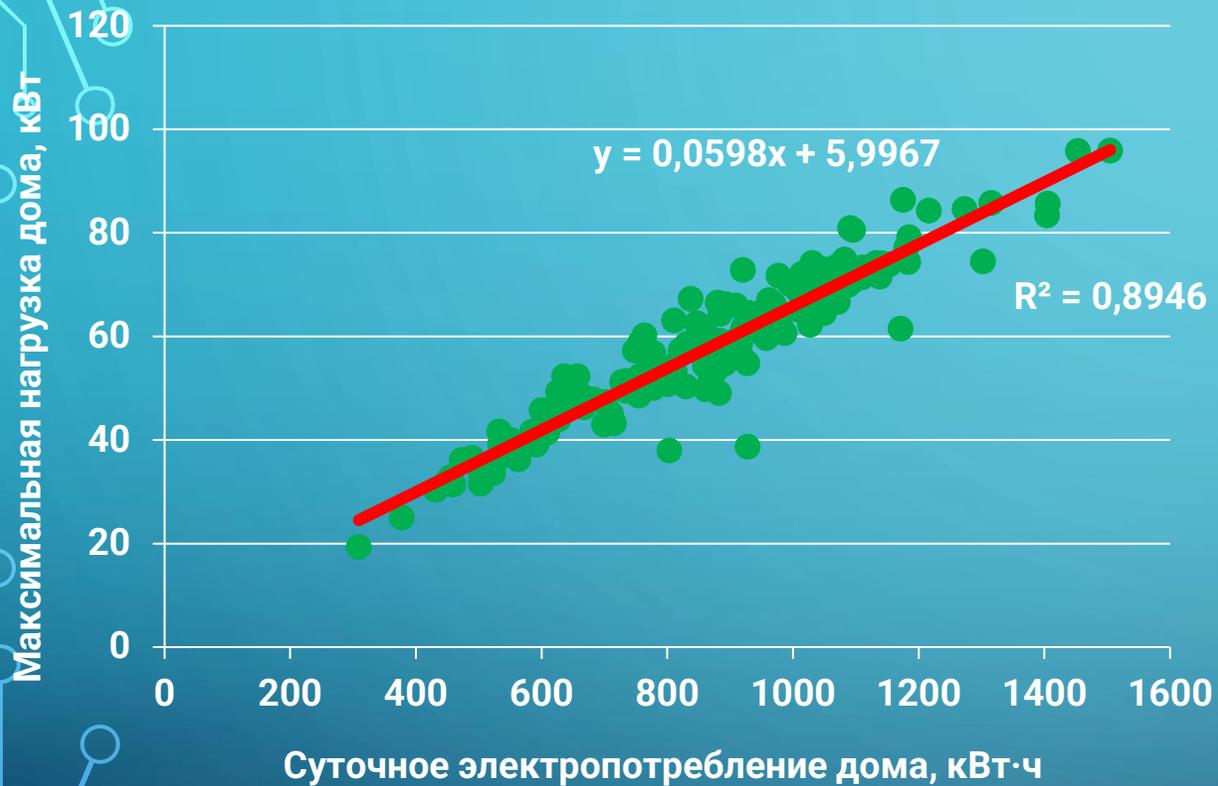


сентябрь

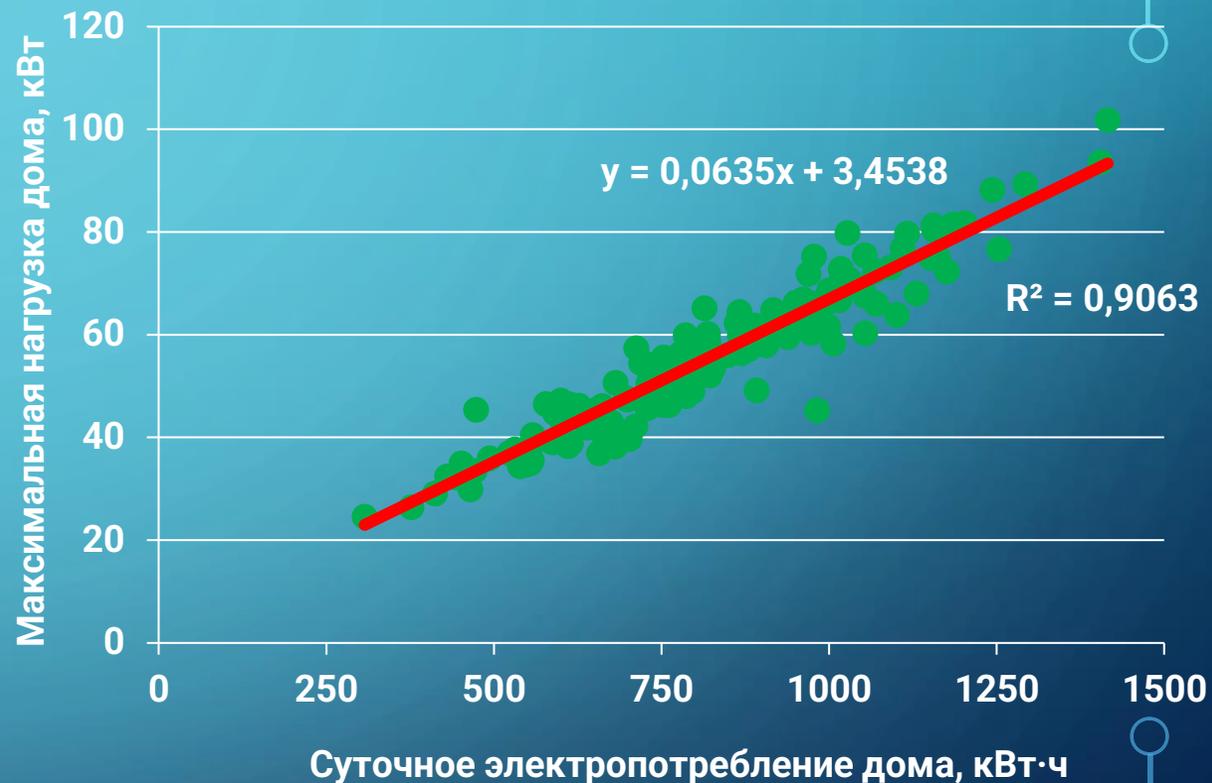


октябрь

Зависимость максимальной нагрузки от суточного электропотребления МКД Московской области по данным суток с максимальным потреблением за интервалы времени

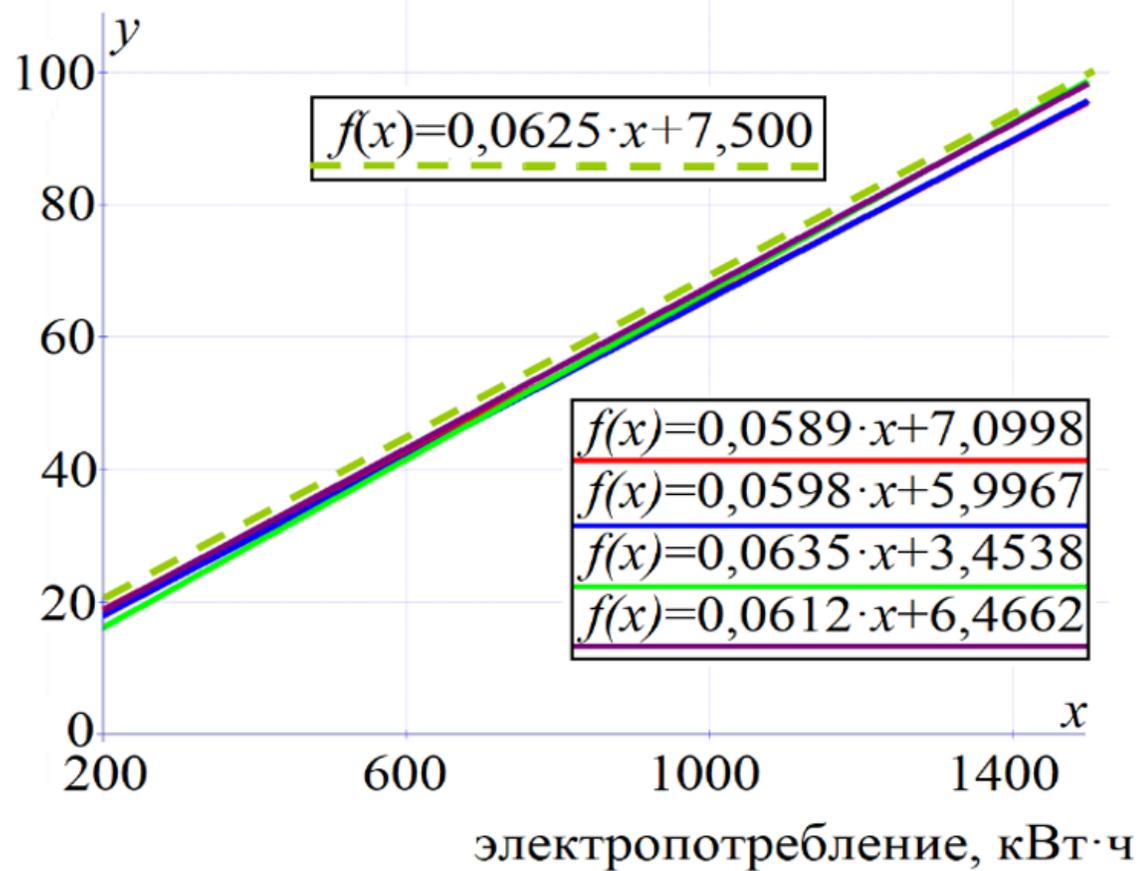


сентябрь



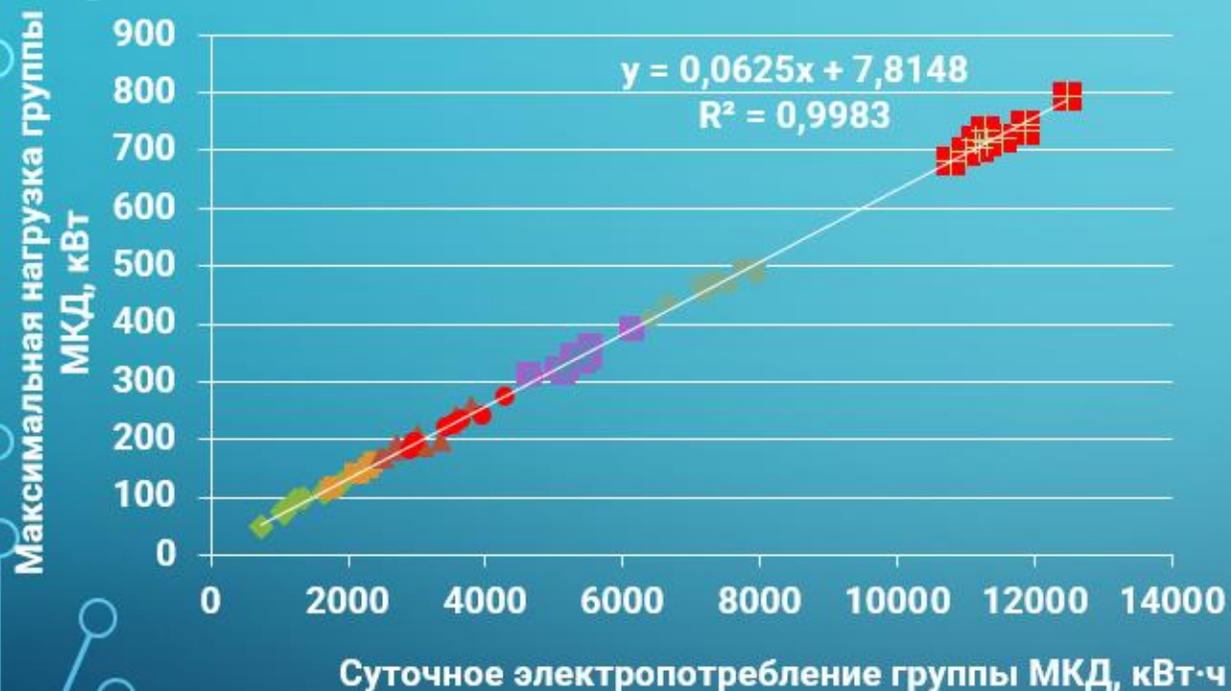
октябрь

Максимальная нагрузка, кВт



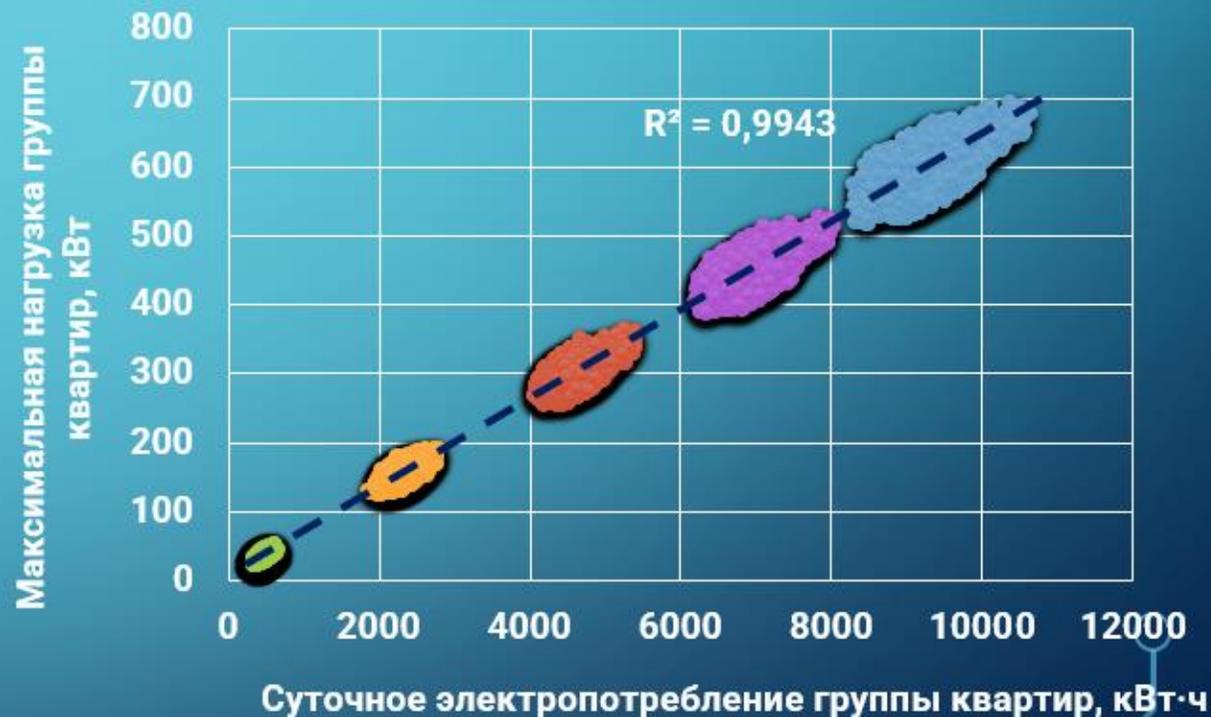
Тренды корреляционных зависимостей для групп МКД г. Москвы и Московской области

Зависимость максимальной нагрузки от суточного электропотребления групп МКД г. Москвы

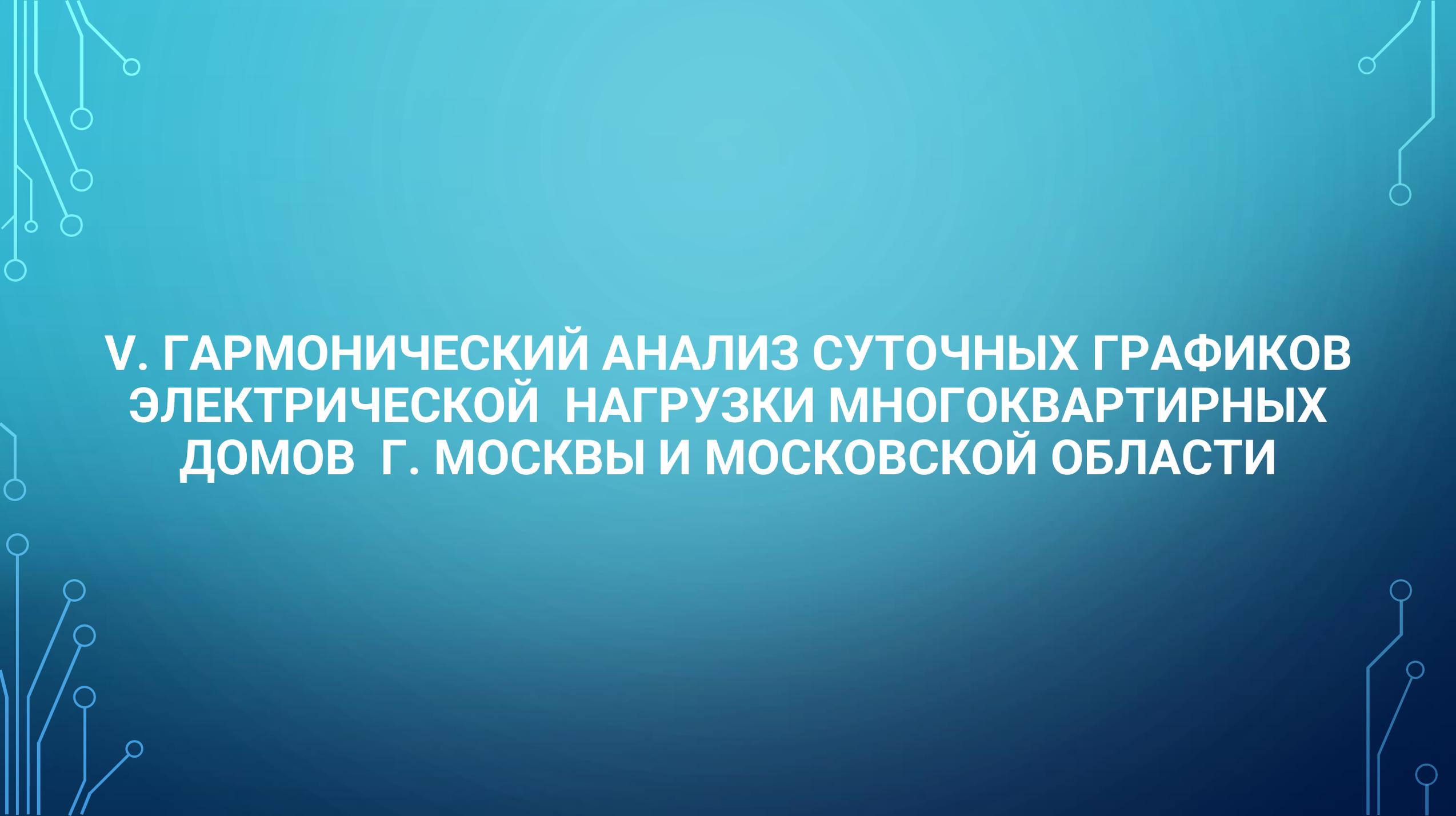


- ◆ группа по 2
- группа по 3
- ▲ группа по 4
- группа по 5
- группа по 7
- группа по 10
- группа по 15

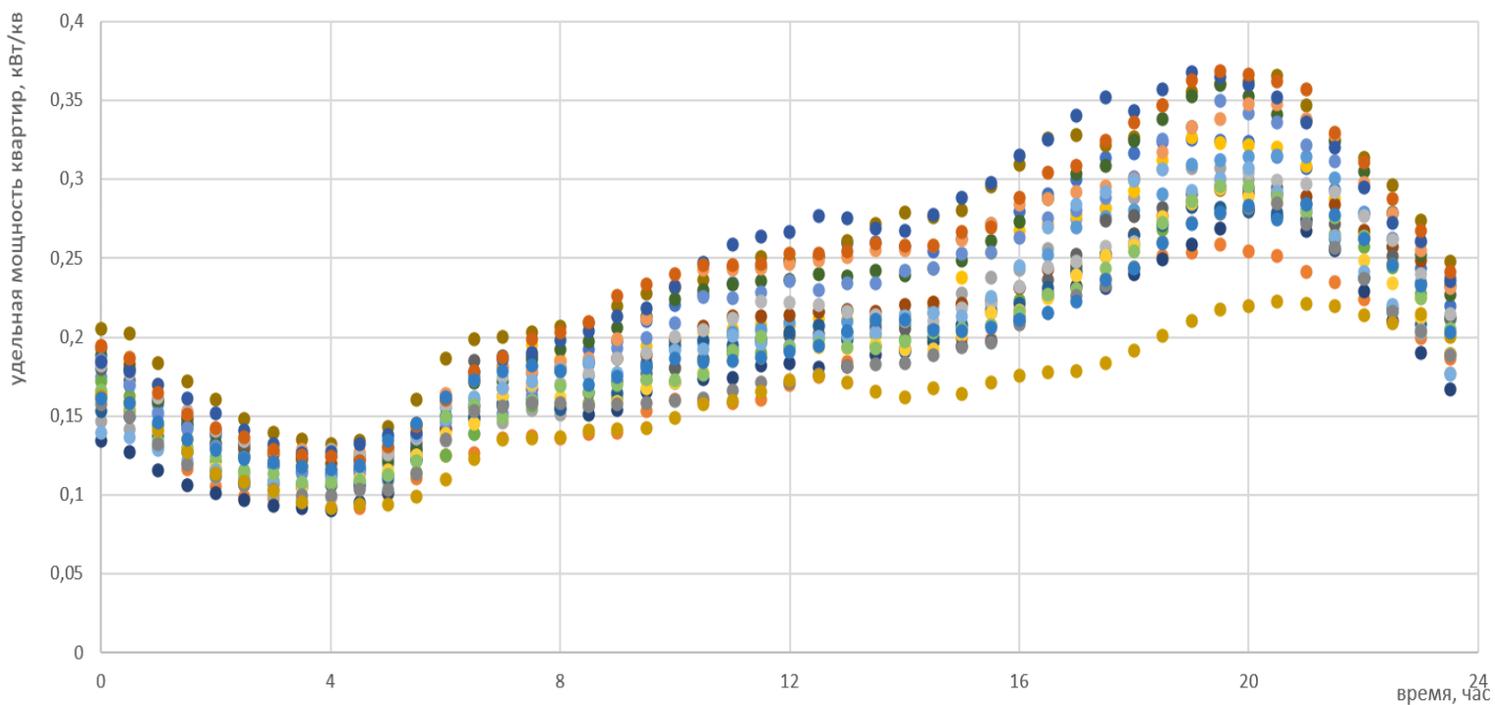
Зависимость максимальной мощности от суточного электропотребления для групп квартир г. Москвы



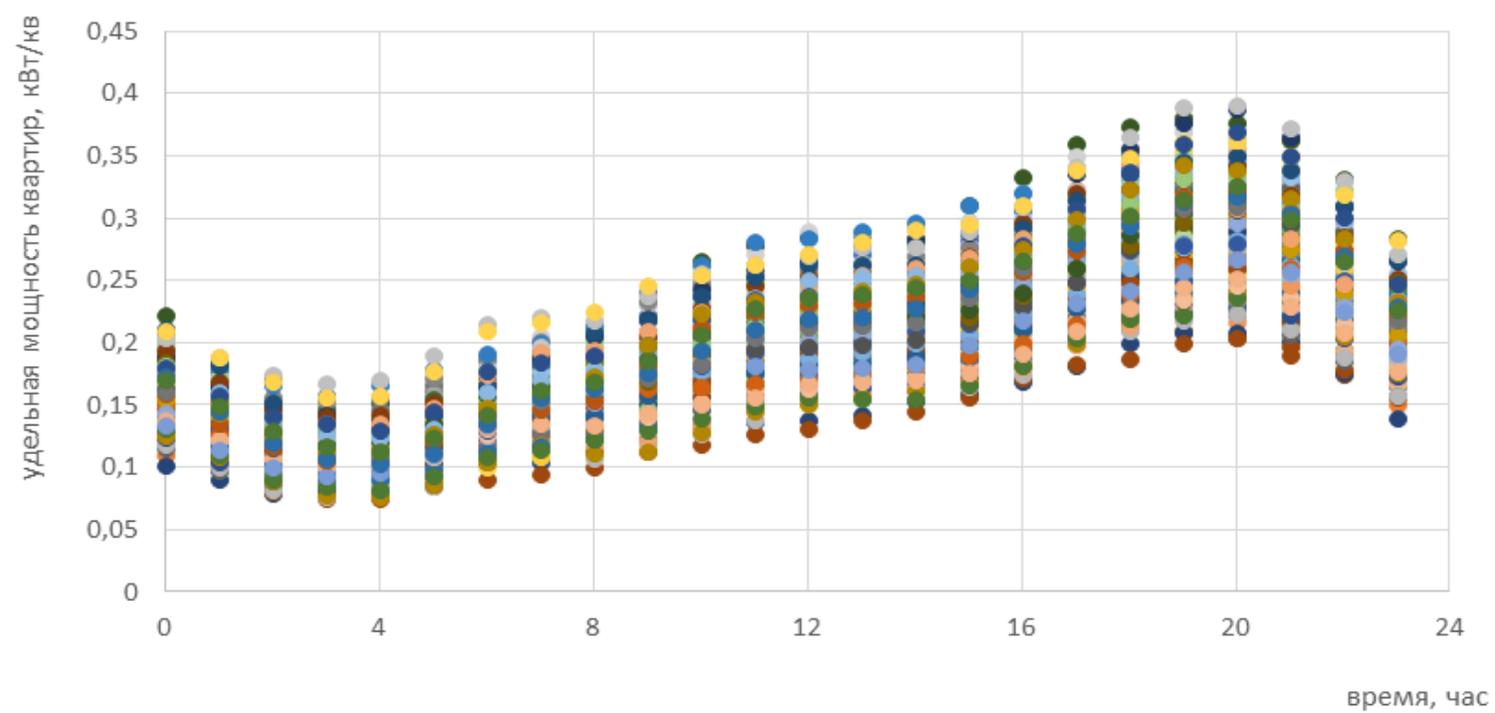
- 100 квартир
- 500 квартир
- 1000 квартир
- 1500 квартир
- 2000 квартир

The background is a solid blue gradient. In the four corners, there are decorative white line-art patterns resembling circuit board traces or neural network connections, with small circles at the end of the lines.

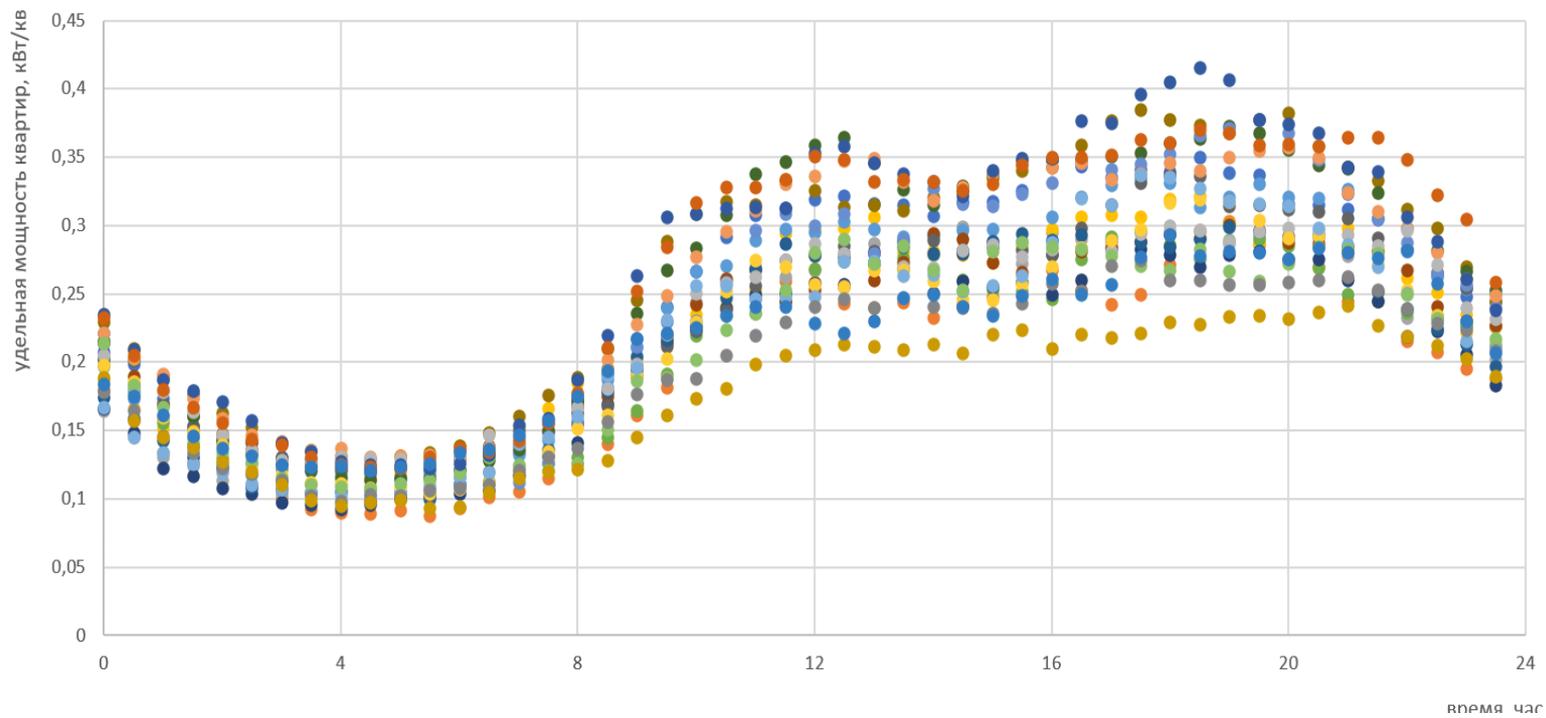
V. ГАРМОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СУТОЧНЫХ ГРАФИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ Г. МОСКВЫ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ



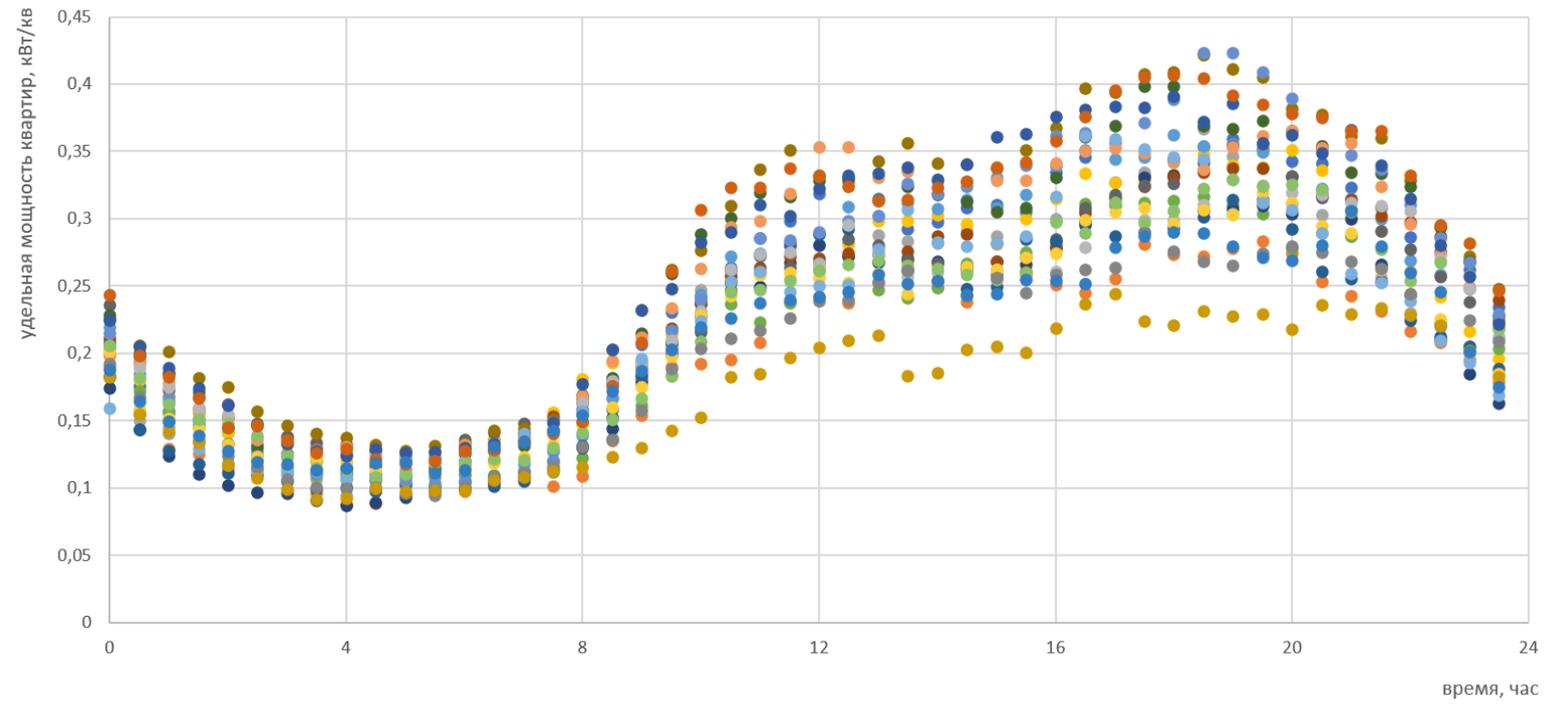
Удельная нагрузка квартир МКД г. Москвы за рабочие дни декабря 2023 года



Удельная нагрузка квартир МКД Московской области за рабочие дни декабря 2023 года



Удельная нагрузка квартир МКД
г. Москвы за субботние дни
декабря 2023 года



Удельная нагрузка квартир МКД
г. Москвы за воскресные дни
декабря 2023 года

Поскольку в суточных профилях нагрузки всегда присутствует постоянная составляющая P_0 , называемая средней нагрузкой, которая соответствует нулевой гармонике спектра, то данный коэффициент k_g , названный гармоническим коэффициентом, соотносится со средней нагрузкой и рассчитывается по формуле

$$k_g = \frac{1}{P_0} \sqrt{\sum_{n=1}^N P_n^2}, \quad (1)$$

где круговая частота ω_1 первой гармоники ($n=1$) равна

$$\omega_1 = \frac{2\pi}{24 \cdot 3600}, \quad \text{с}^{-1}, \quad (2)$$

N – количество учитываемых гармоник.

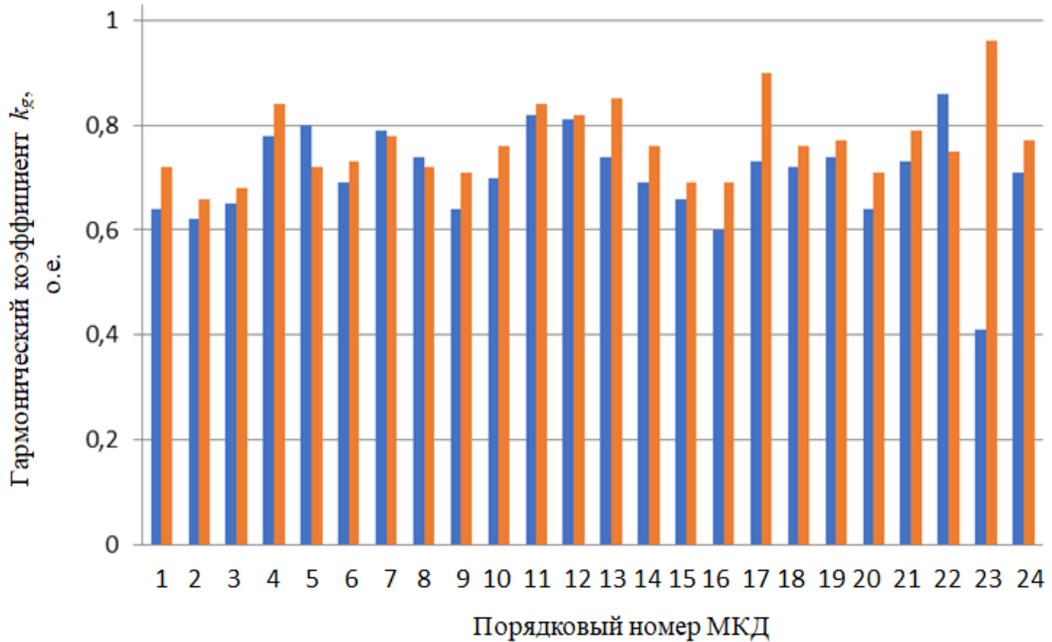


Диаграмма гармонических коэффициентов выборки МКД г. Москвы

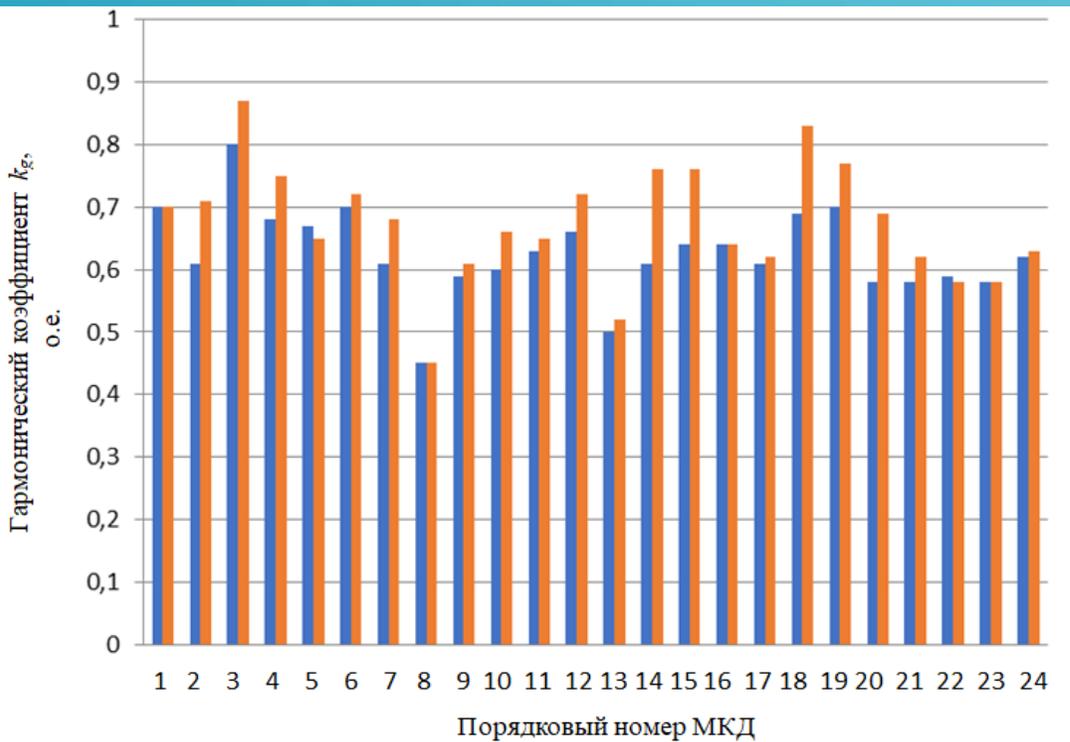
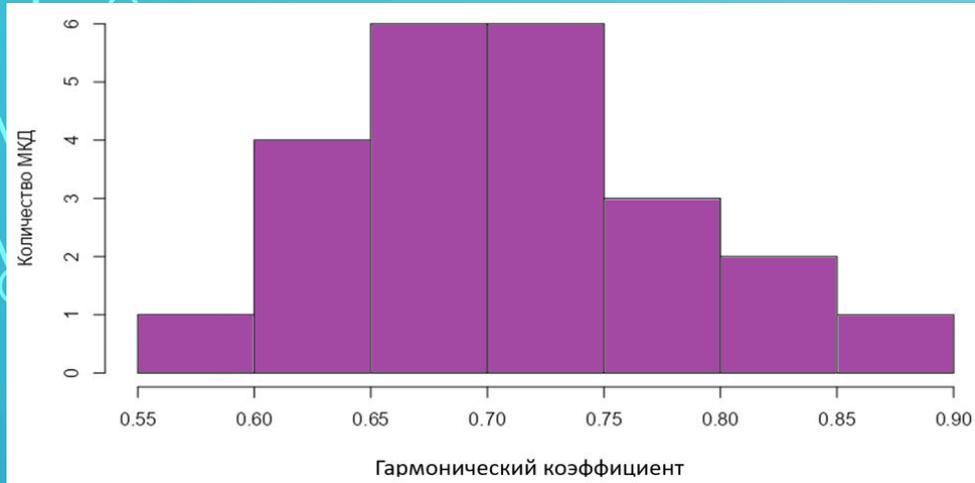
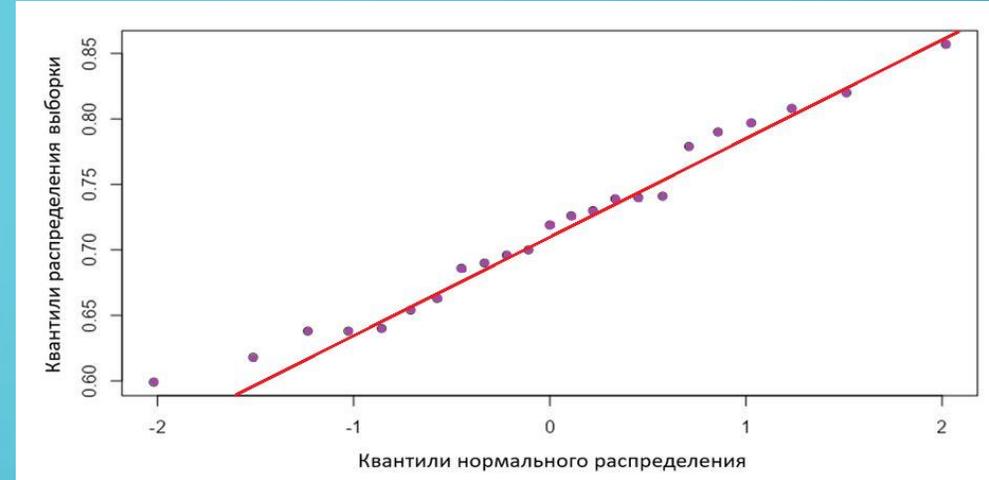


Диаграмма гармонических коэффициентов части выборки МКД Московской области

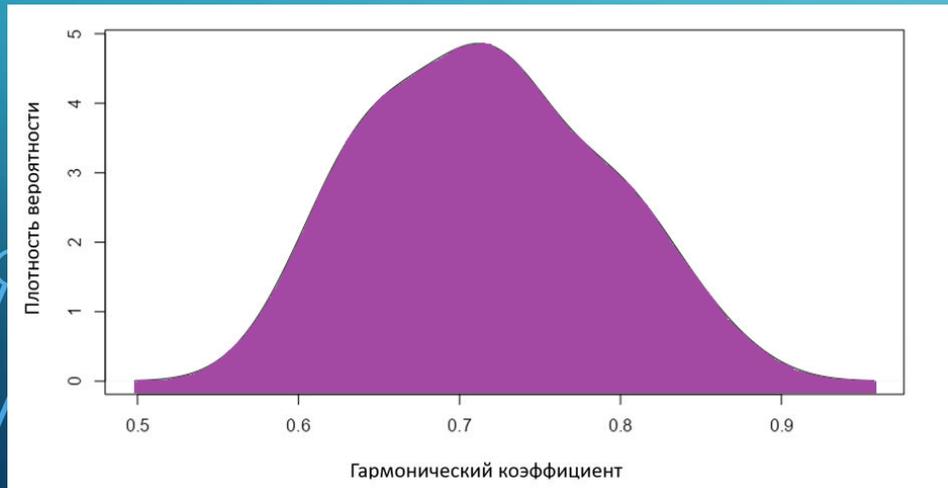
■ субботние дни
 ■ воскресные дни



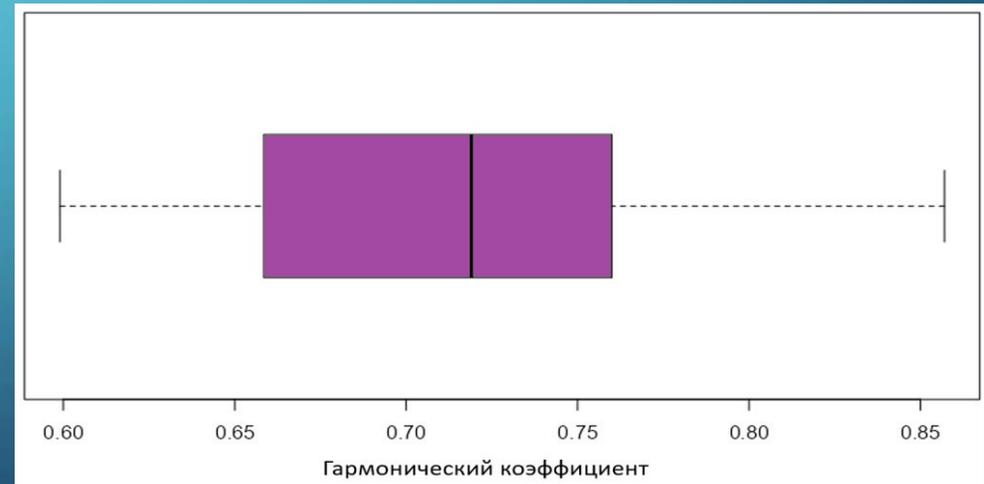
Гистограмма распределения коэффициентов гармонических искажений выборки МКД г. Москвы для субботних дней



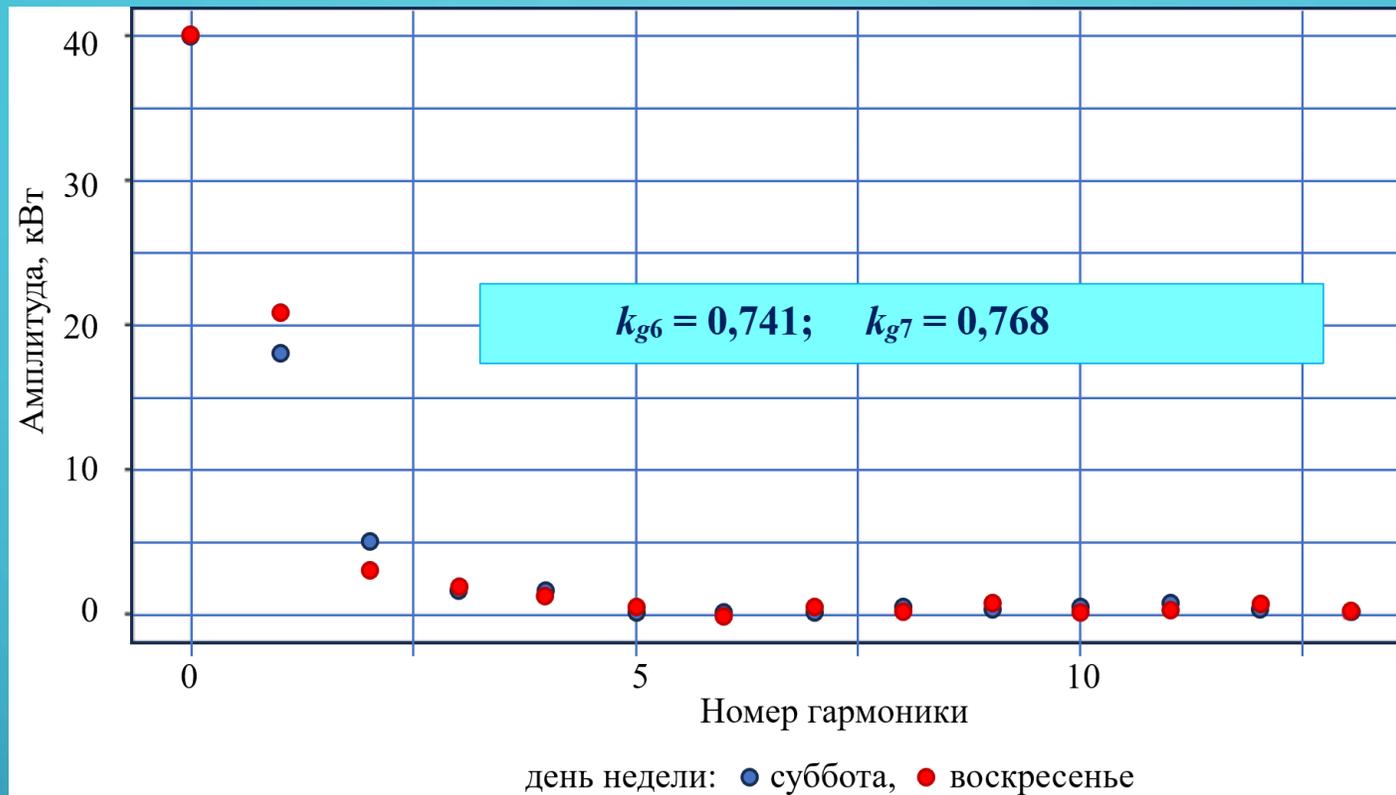
Нормально-вероятностный график коэффициентов гармонических искажений выборки МКД г. Москвы для субботних дней



Плотность распределения вероятностей, полученная методом «ядерного сглаживания»



Ящичная диаграмма коэффициентов гармонических искажений выборки МКД г. Москвы для субботних дней



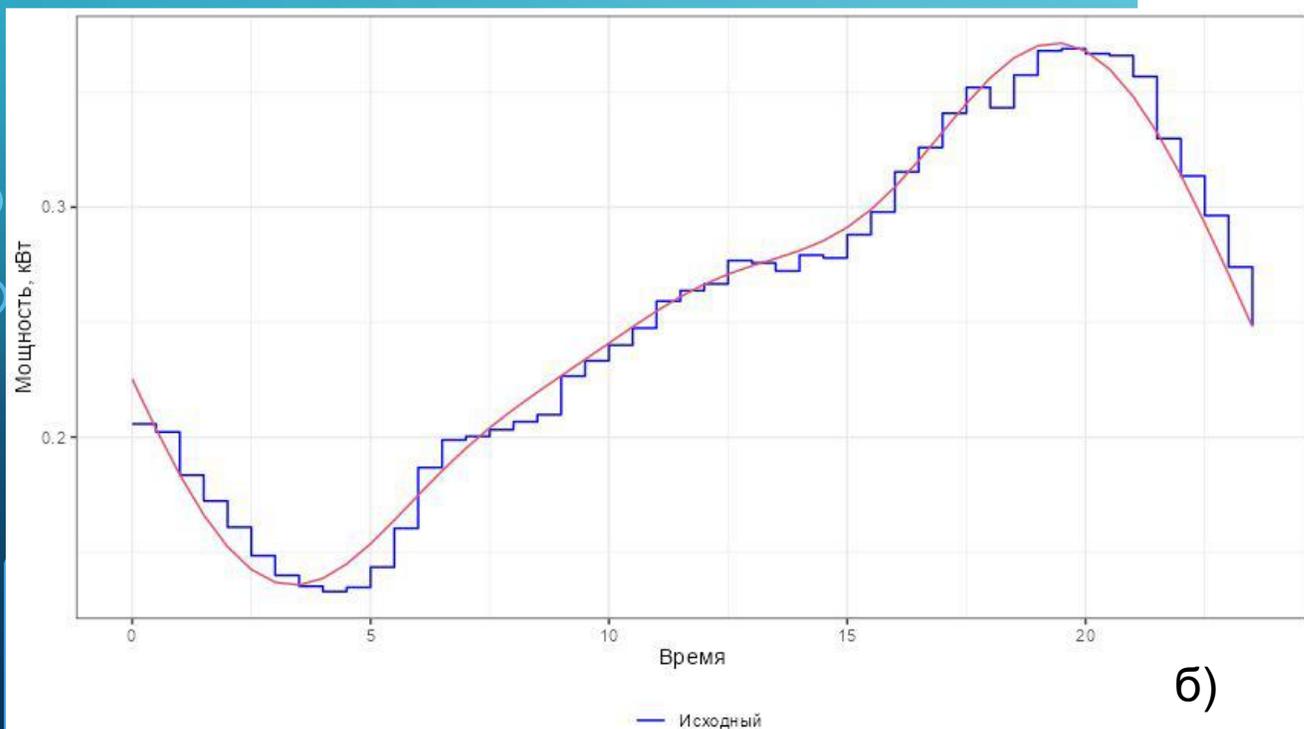
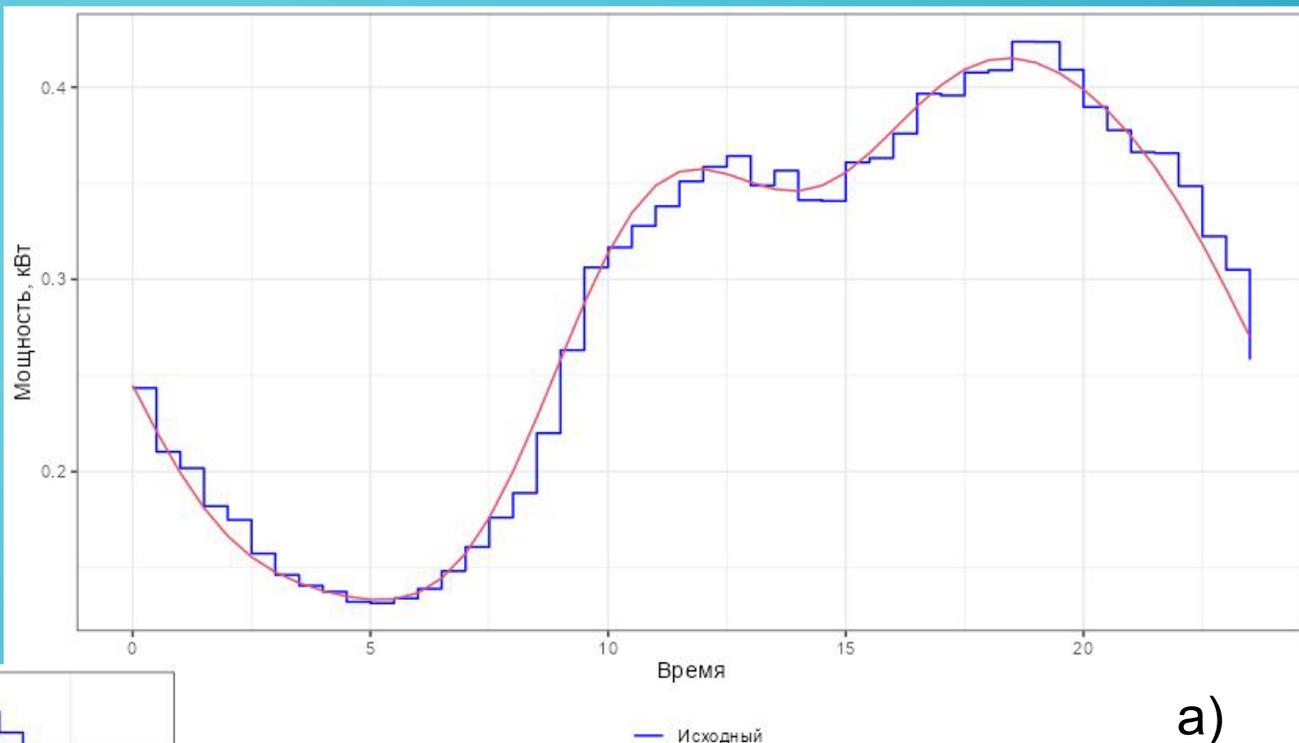
Гармонический состав суточного графика нагрузки МКД

Аппроксимация рядом из постоянной составляющей и четырех гармоник:

$$f(t) = 0,2805 + 0,1270 * \cos(0,2618t + 1,9179) + 0,0392 * \cos(0,5236t + 1,1587) + 0,017 * \cos(0,7854t - 2,4462) + 0,0103 * \cos(1,0472t + 1,2272), \text{ кВт/кв.}$$

Обобщенные (типовые) суточные графики удельной нагрузки МКД для выходных в месяц наибольшего электропотребления

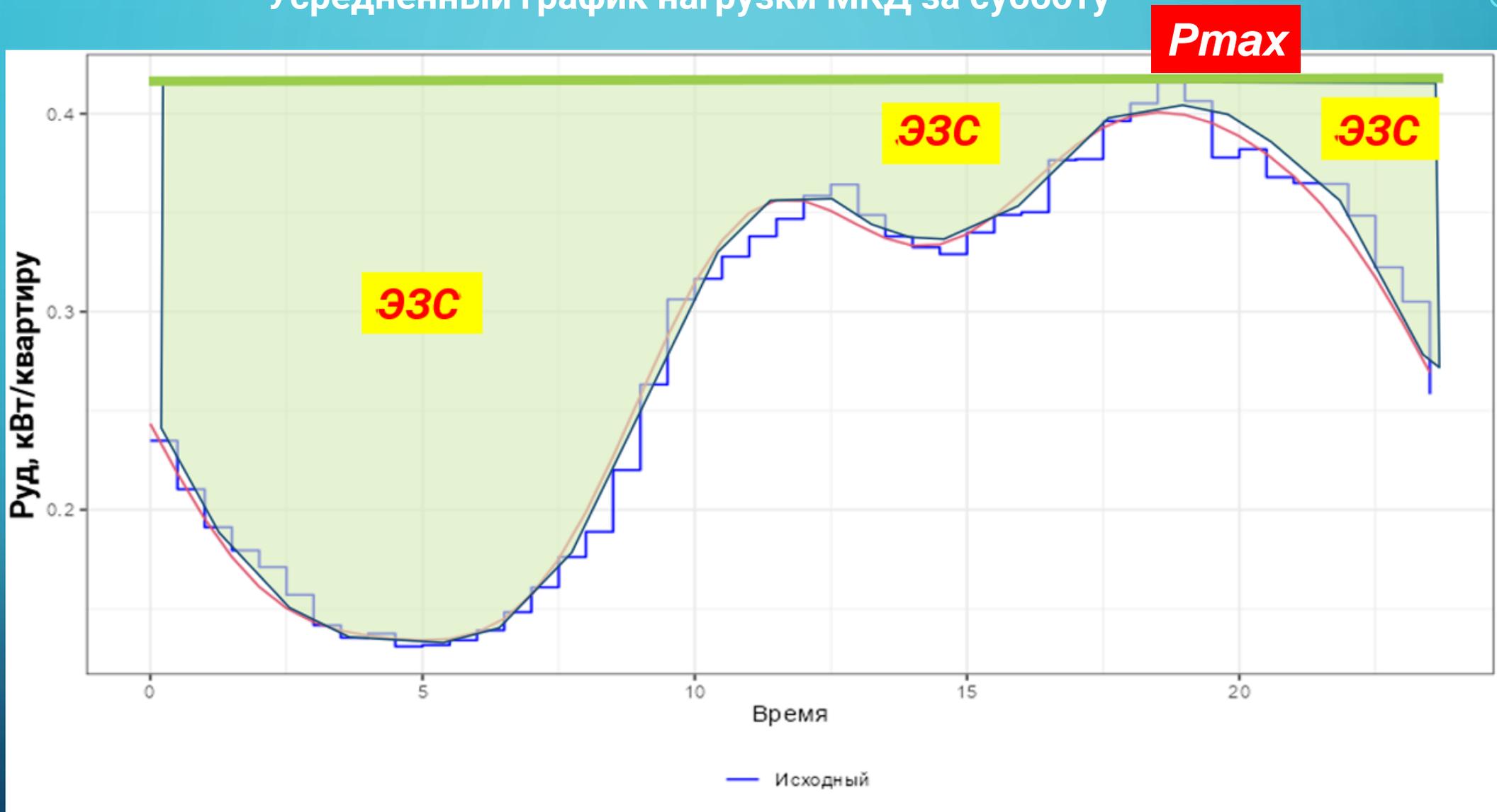
$$f(t) = 0,2862 + 0,1341 * \cos(0,2618t + 1,9076) + 0,0348 * \cos(0,5236t + 1,1926) + 0,0169 * \cos(0,7854t - 2,3547) + 0,0087 * \cos(1,0472t + 1,3178), \text{ кВт/кв}$$



Обобщенные (типовые) суточные графики удельной нагрузки МКД рабочих дней в месяц наибольшего электропотребления

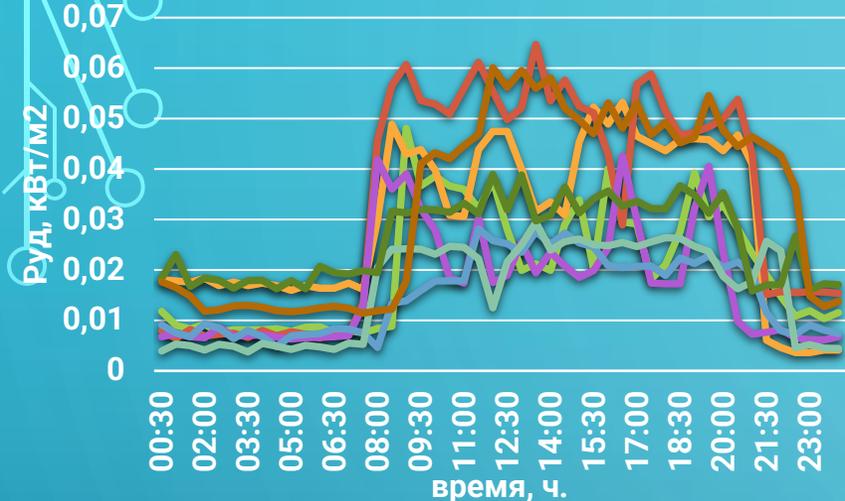
$$f(t) = 0,2532 + 0,0955 * \cos(0,2618t + 1,7402) + 0,0380 * \cos(0,5236t + 1,1832) + 0,0056 * \cos(0,7854t + 2,4948) + 0,0030 * \cos(1,0472t - 0,5862), \text{ кВт/кв.}$$

Усреднённый график нагрузки МКД за субботу

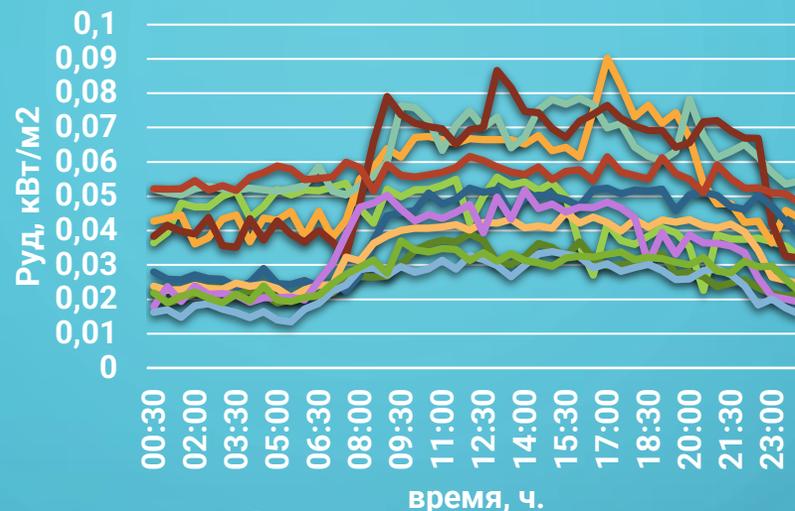


Графики электрических нагрузок (получасовые)

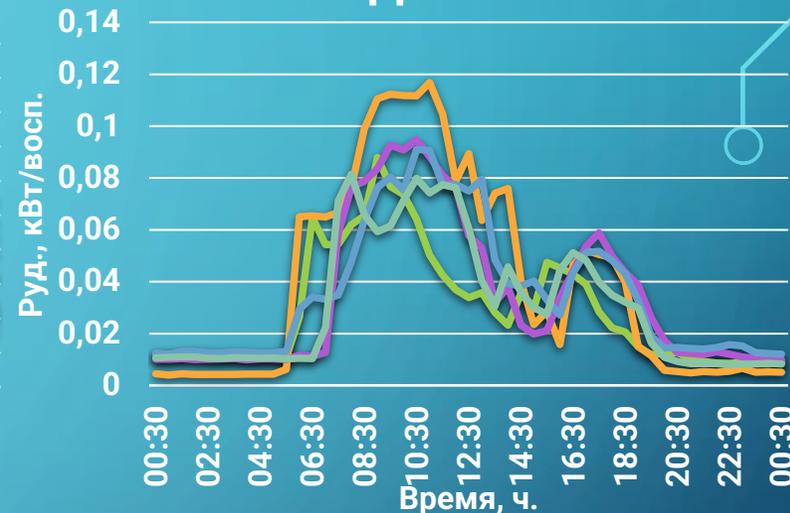
Аптеки



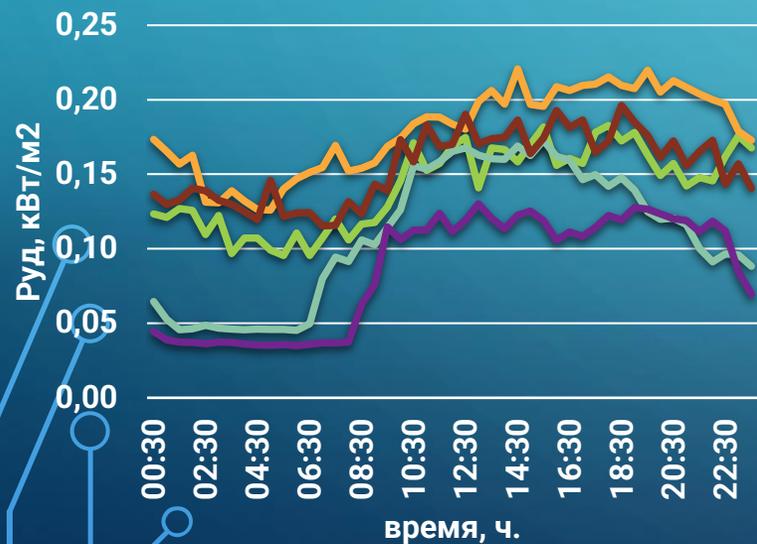
Магазины



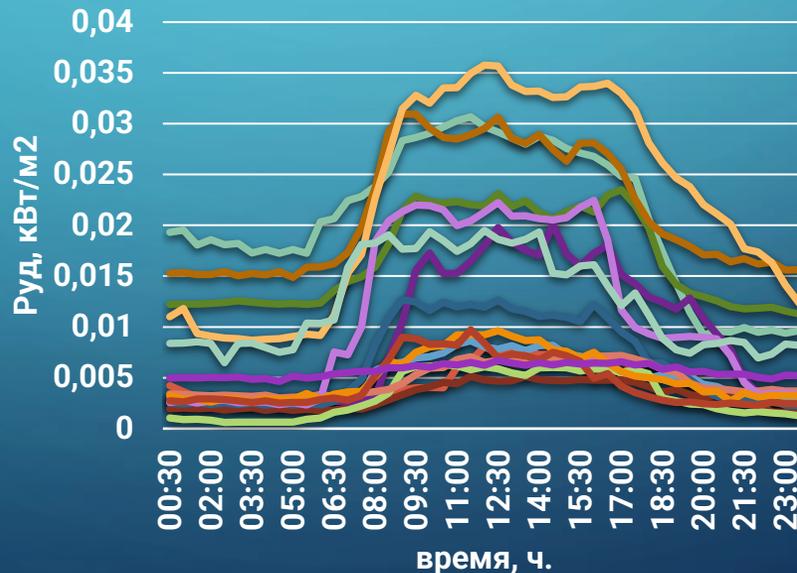
ДОУ



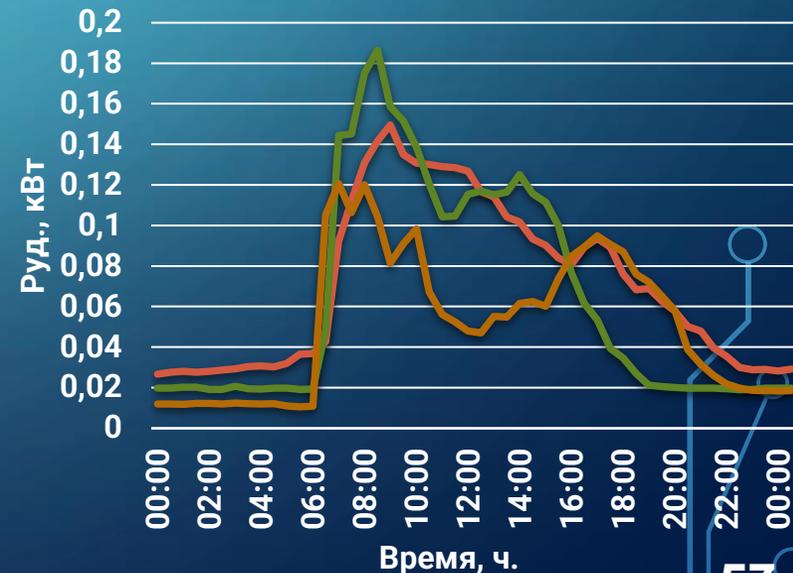
Предприятия общественного питания



Офисные помещения



СОШ



Медленные зарядные станции

График мощности для ЭЗС г. Севастополя, ДК «Дом офицеров флота» за 12.01.2024 г.



Быстрые зарядные станции

График мощности для ЭЗС г. Санкт-Петербурга, ТЦ «Лента-Бугры» за 19.02.2024 г.



График нагрузки детского сада и школы и распределение зарядных сессий медленных ЭЗС



■ Распределение по медленным зарядным станциям
— Мощность

■ Распределение по медленным зарядным станциям
— Мощность

График нагрузки и распределение зарядных сессий для детского сада г. Казани за 01.12.2023 г.

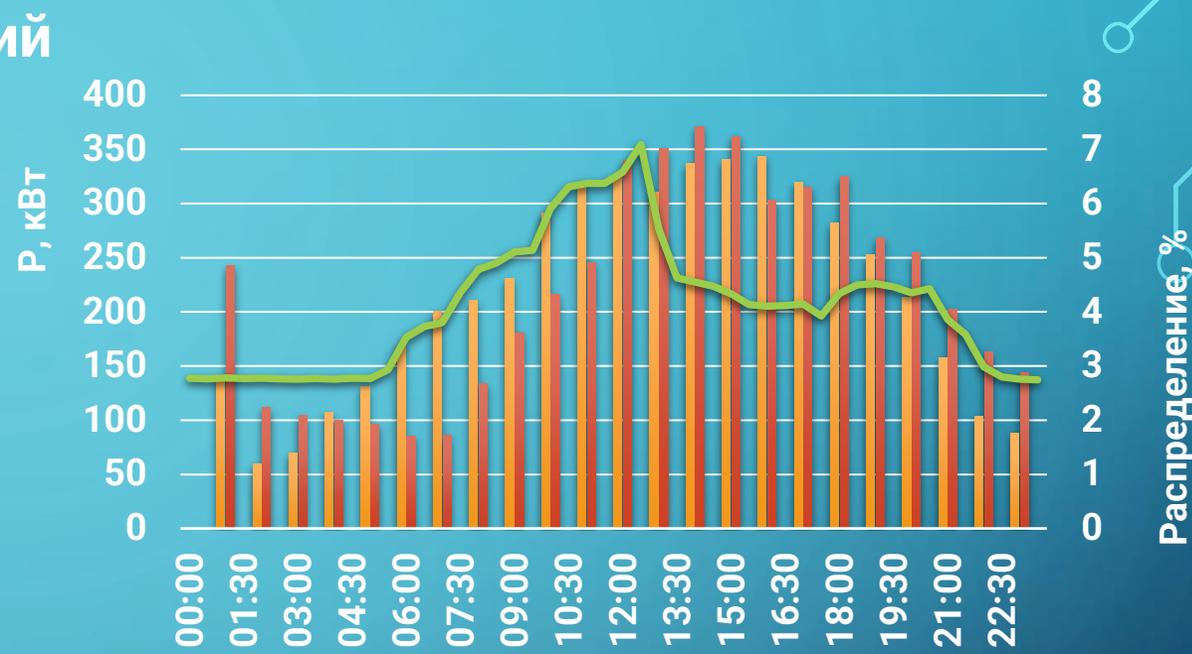
График нагрузки и распределение зарядных сессий для школы г. Казани за 14.03.2024 г.

График нагрузки поликлиники и плавательного бассейна и распределение зарядных сессий



Время, ч

- Распределение по быстрым зарядным станциям
- Распределение по медленным зарядным станциям



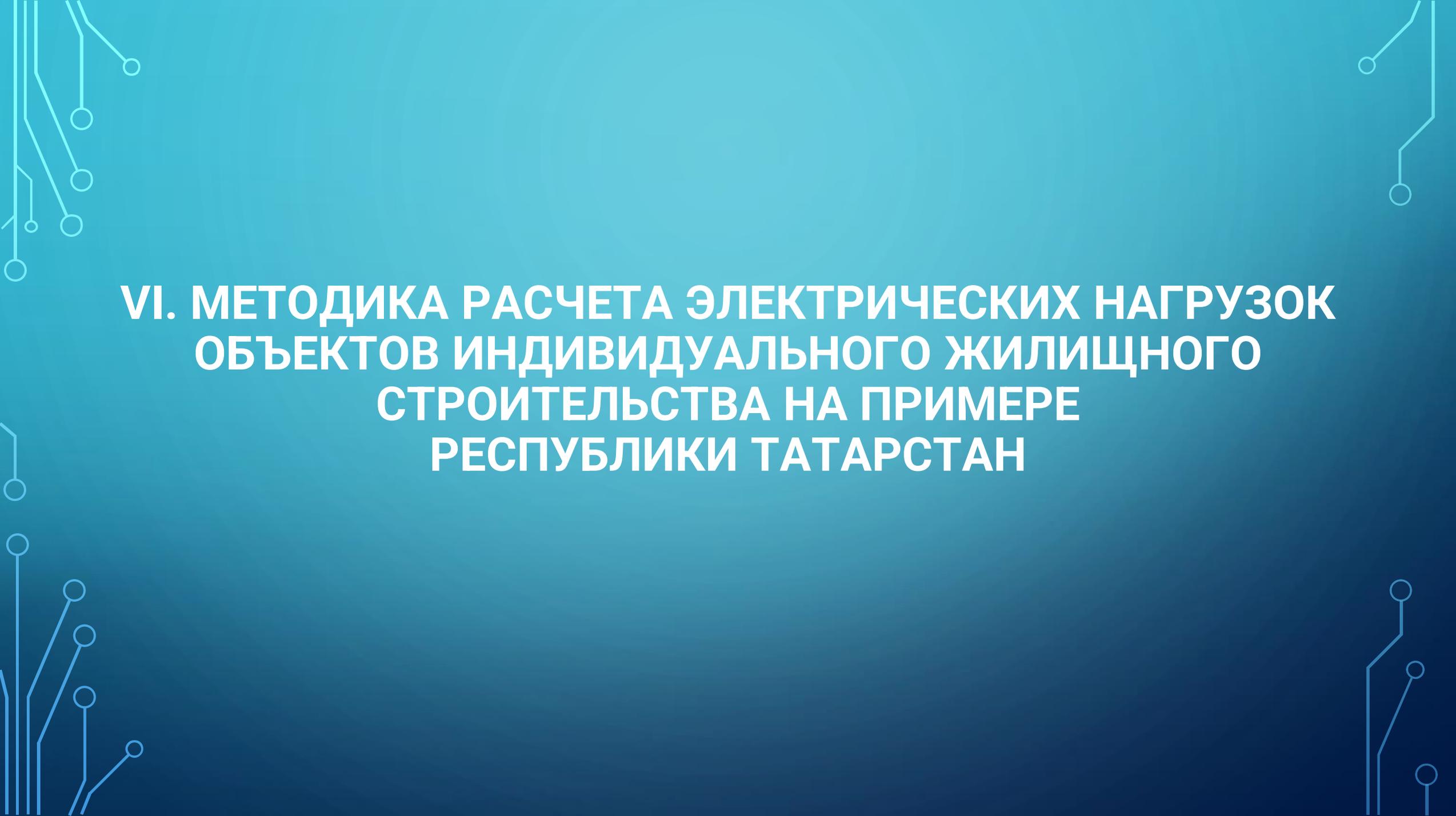
Время, ч

- Распределение по быстрым зарядным станциям
- Распределение по медленным зарядным станциям

График нагрузки и распределение зарядных сессий для городской поликлиники г. Казани за 14.12.2023 г.

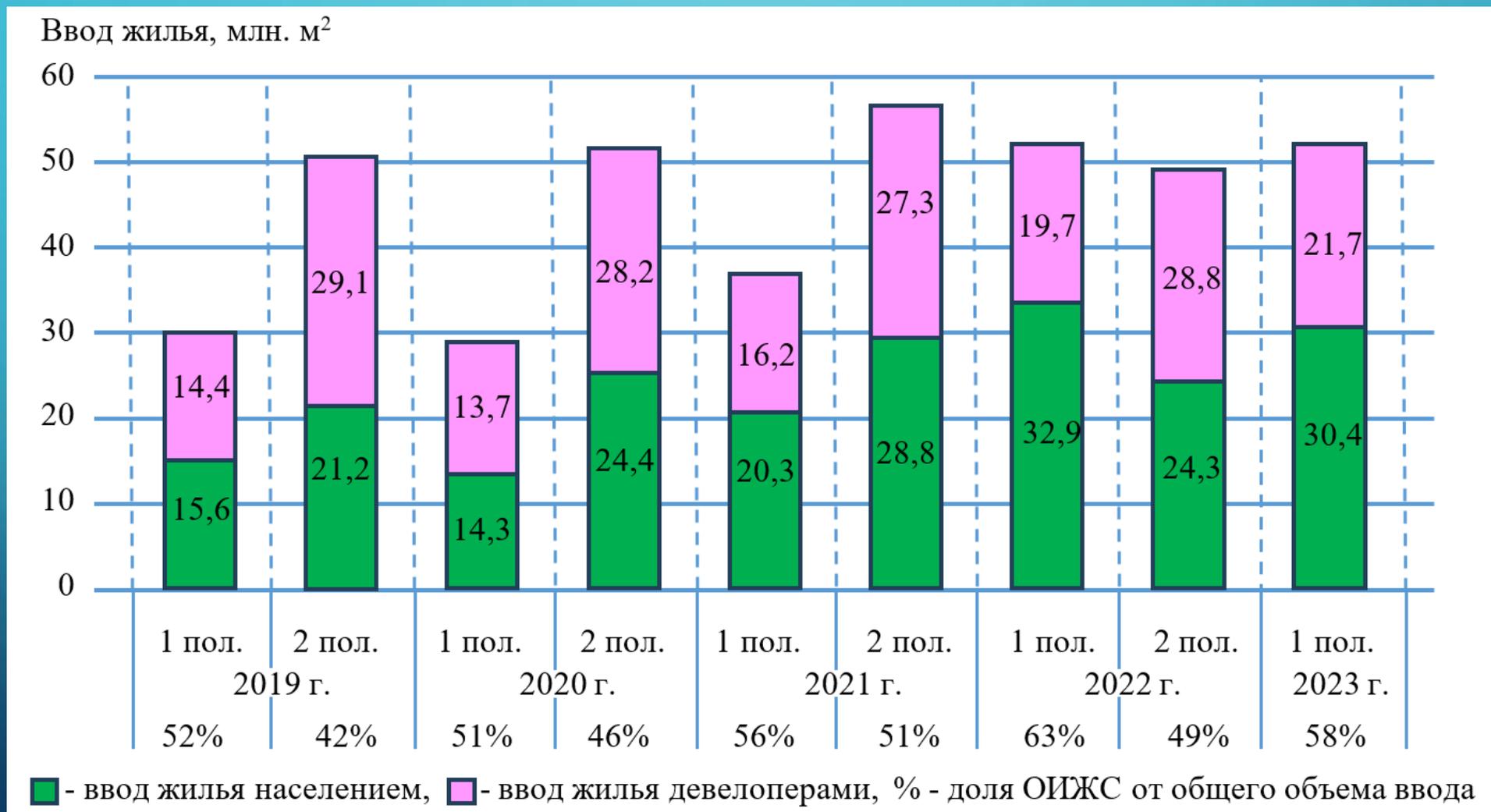
График нагрузки и распределение зарядных сессий для плавательного бассейна г. Казани за 23.01.2024 г.

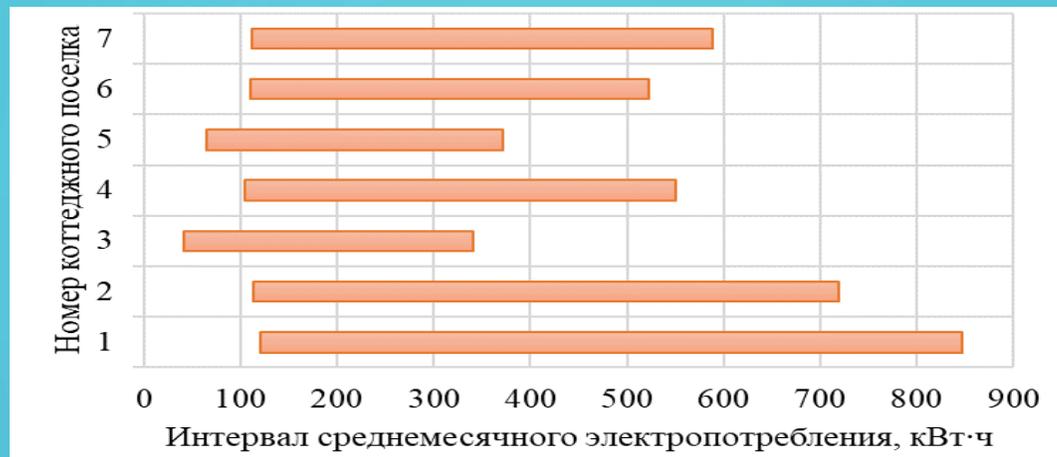
Научно-исследовательская работа выполнена по заданию ФАУ «ФЦС» договор № 32413301943 – 2/2024 от 03.04.2024 г. на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по исследованию энергопотребления и определению расчетных электрических нагрузок зарядной инфраструктуры для электромобилей, интегрированной в электрические установки общественных и многофункциональных зданий.

The background is a solid blue gradient. In the four corners, there are decorative white line-art patterns resembling circuit board traces or electrical connections, with small circles at the end of the lines.

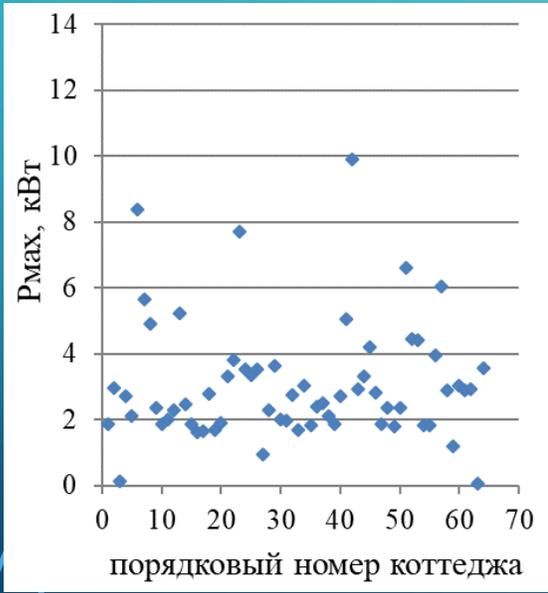
VI. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ОБЪЕКТОВ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Динамика ввода ОИЖС по полугодиям за последние 5 лет



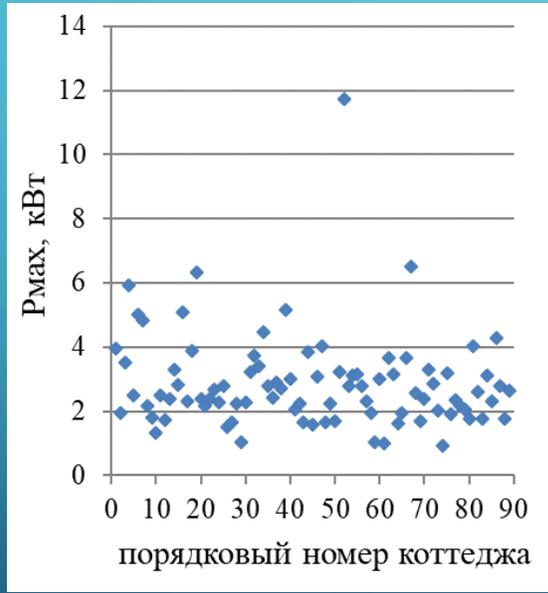


Интервалы среднемесячного электропотребления, покрывающие 90% выборки



летний период

а – ГКП №1

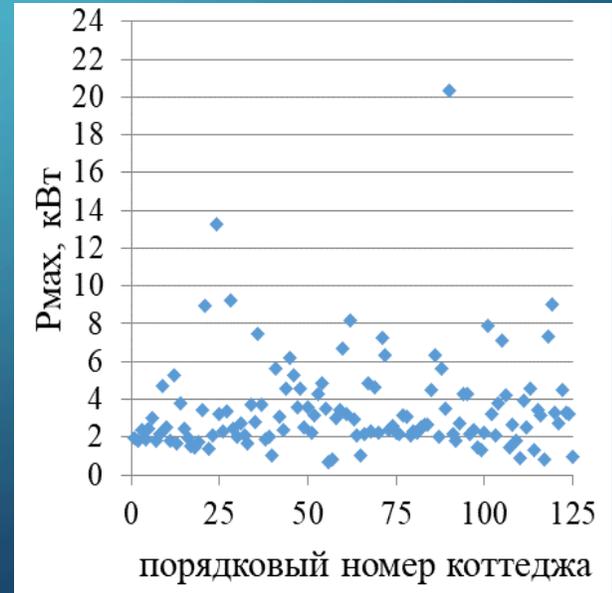


зимний период



летний период

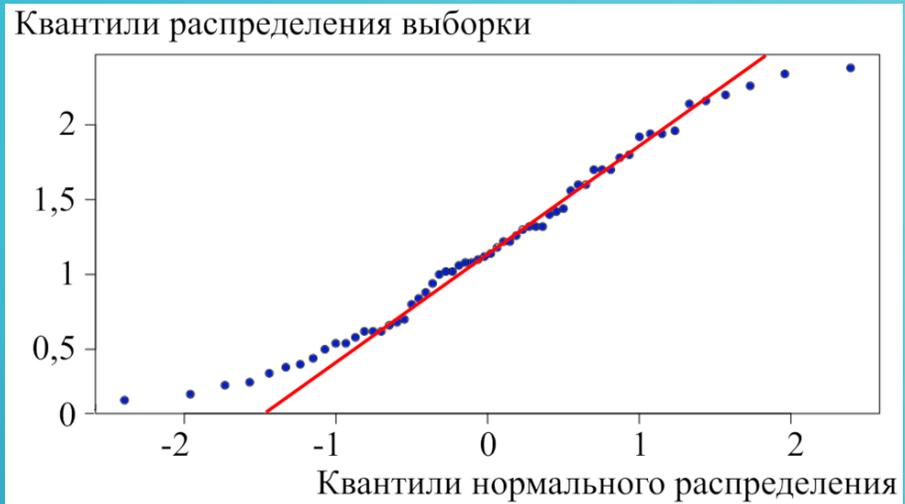
б – ГКП №2



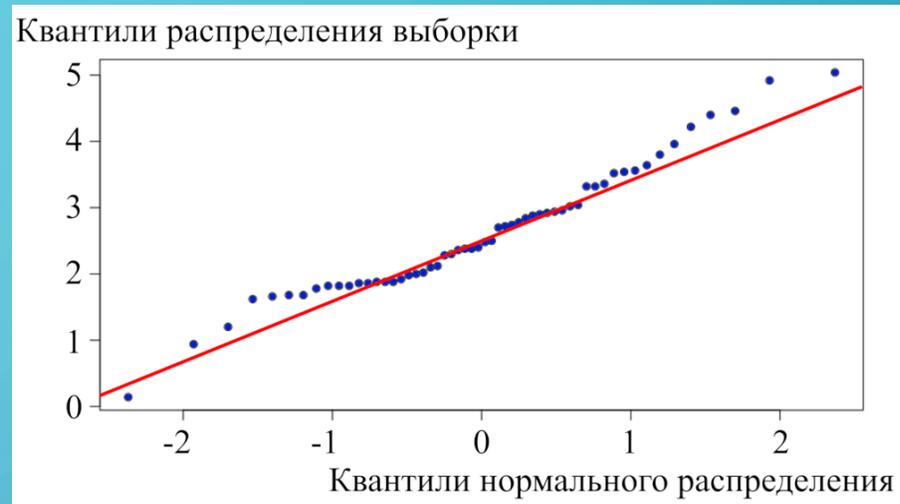
зимний период

Максимальная нагрузка объектов ГКП

Статистическая обработка максимальных нагрузок ОИЖС

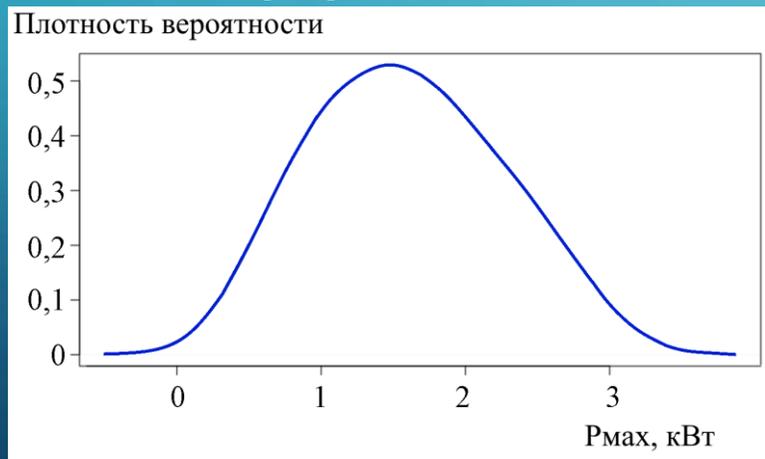


ГКП №1

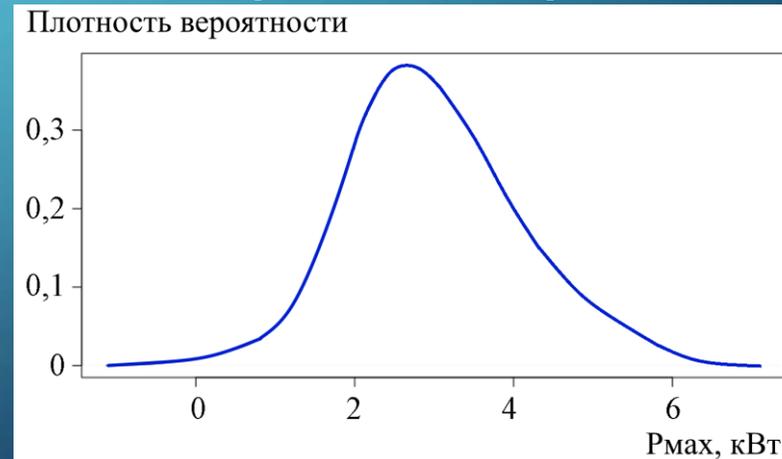


ГКП №2

Графики квантиль-квантиль выборок коттеджей после отбраковки выбросов

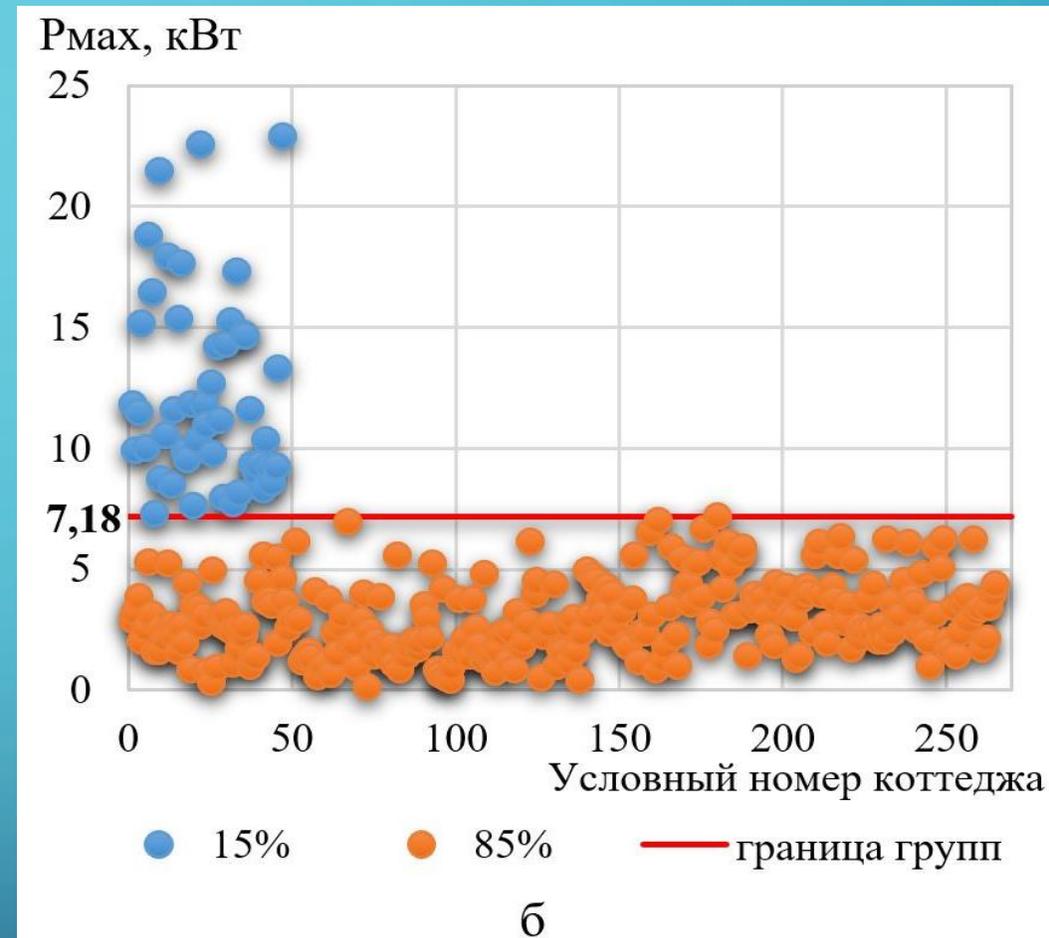
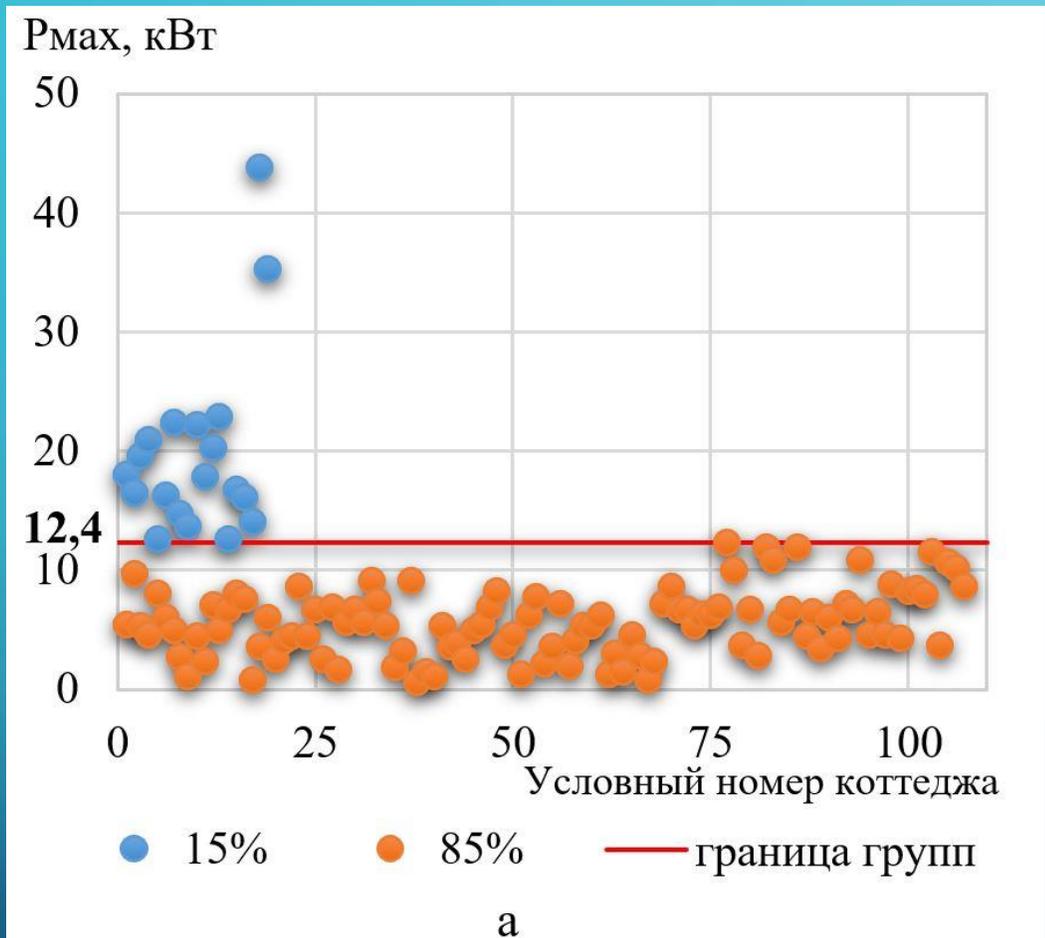


ГКП №1

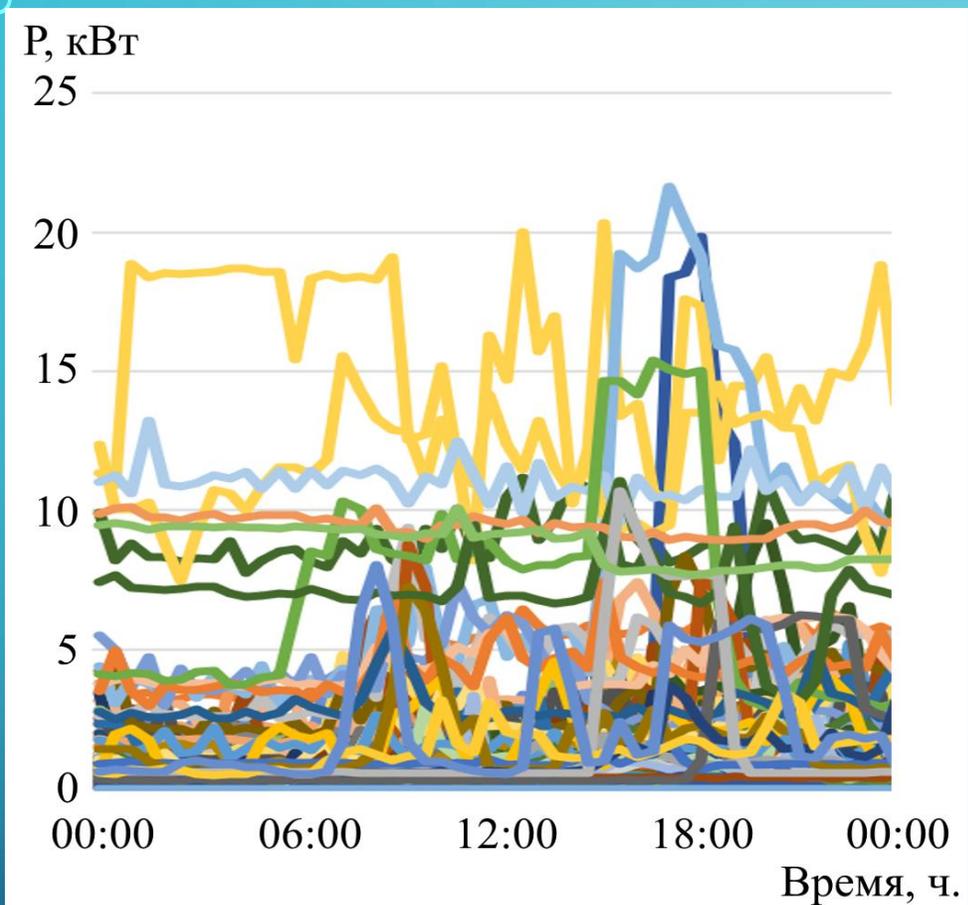


ГКП №2

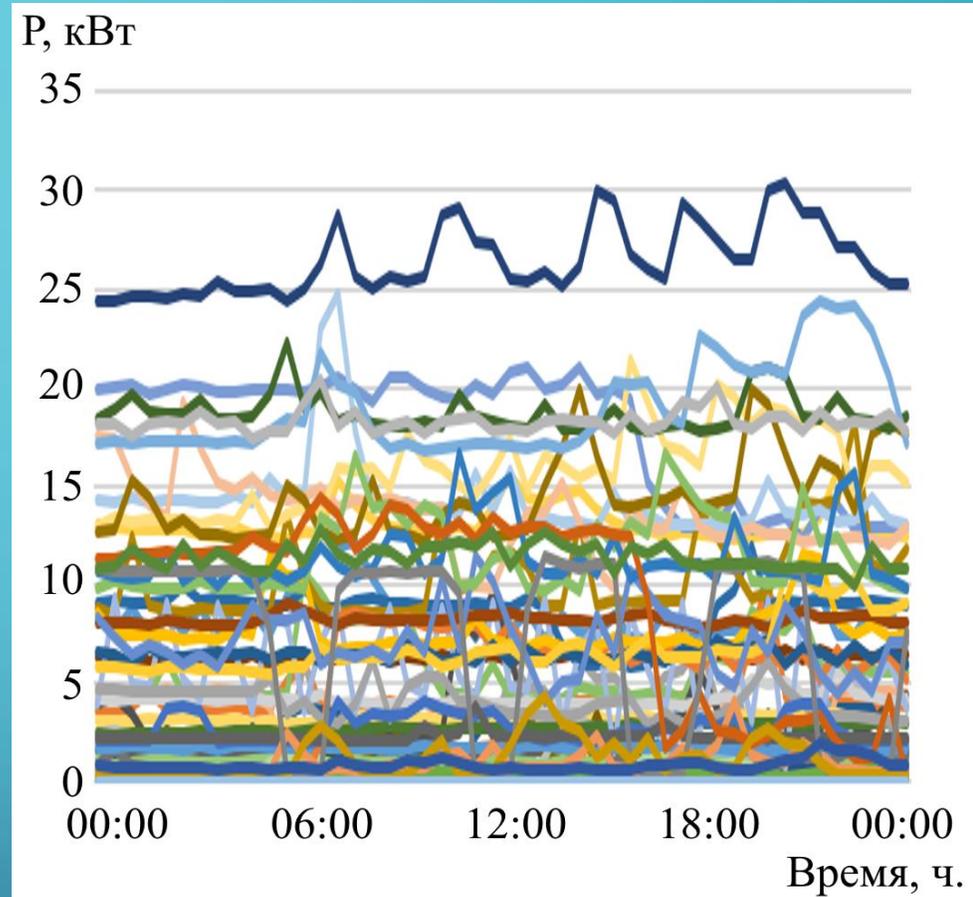
Плотности распределения вероятностей, полученные методом "ядерного сглаживания" для выборок после отбраковки выбросов



Точечная диаграмма максимальной получасовой электрической нагрузки пилотной выборки СКП №1 в разрезе зимнего (а) и летнего (б) периодов года

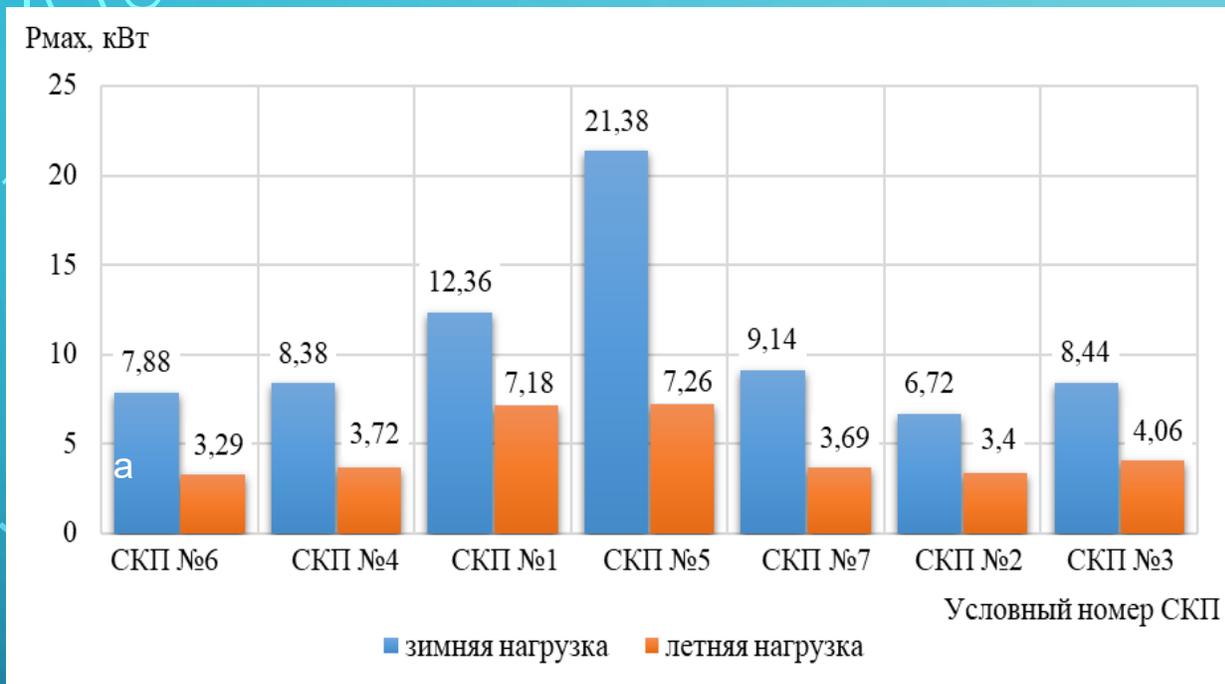


СКП №1

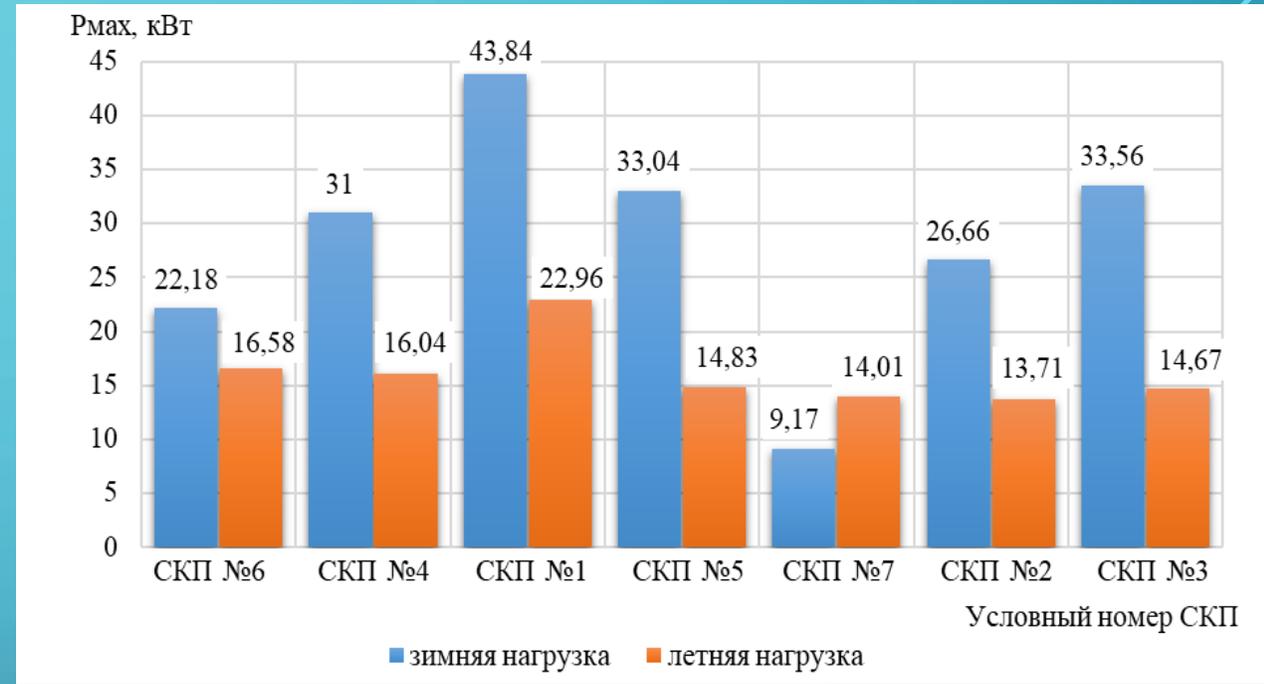


СКП №5

Суточные графики электрических нагрузок ОИЖС



а - 85%



б – 15%

Диаграмма максимальной электрической нагрузки группы 85% (а) и группы 15% (б) объема выборок коттеджей за зимний и летний периоды года

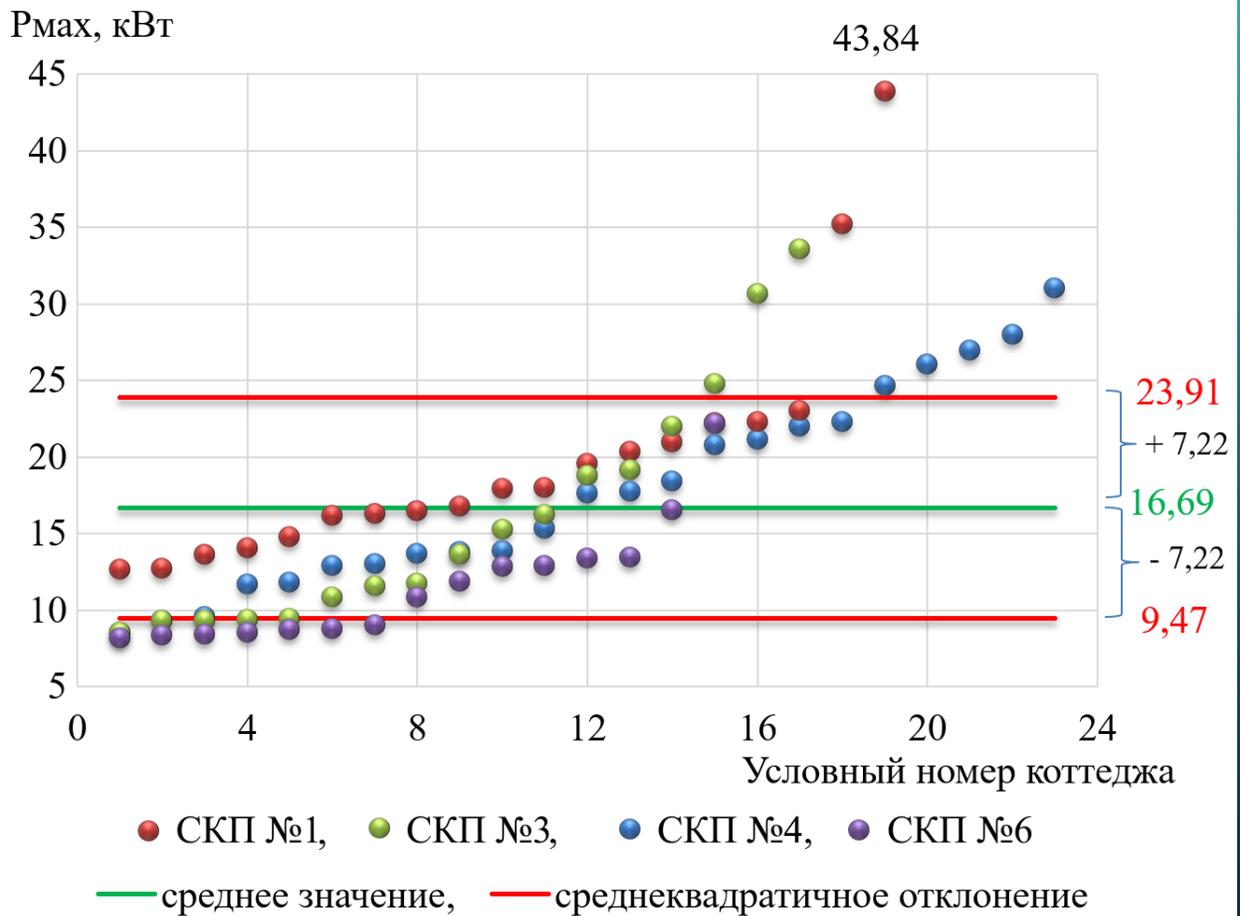
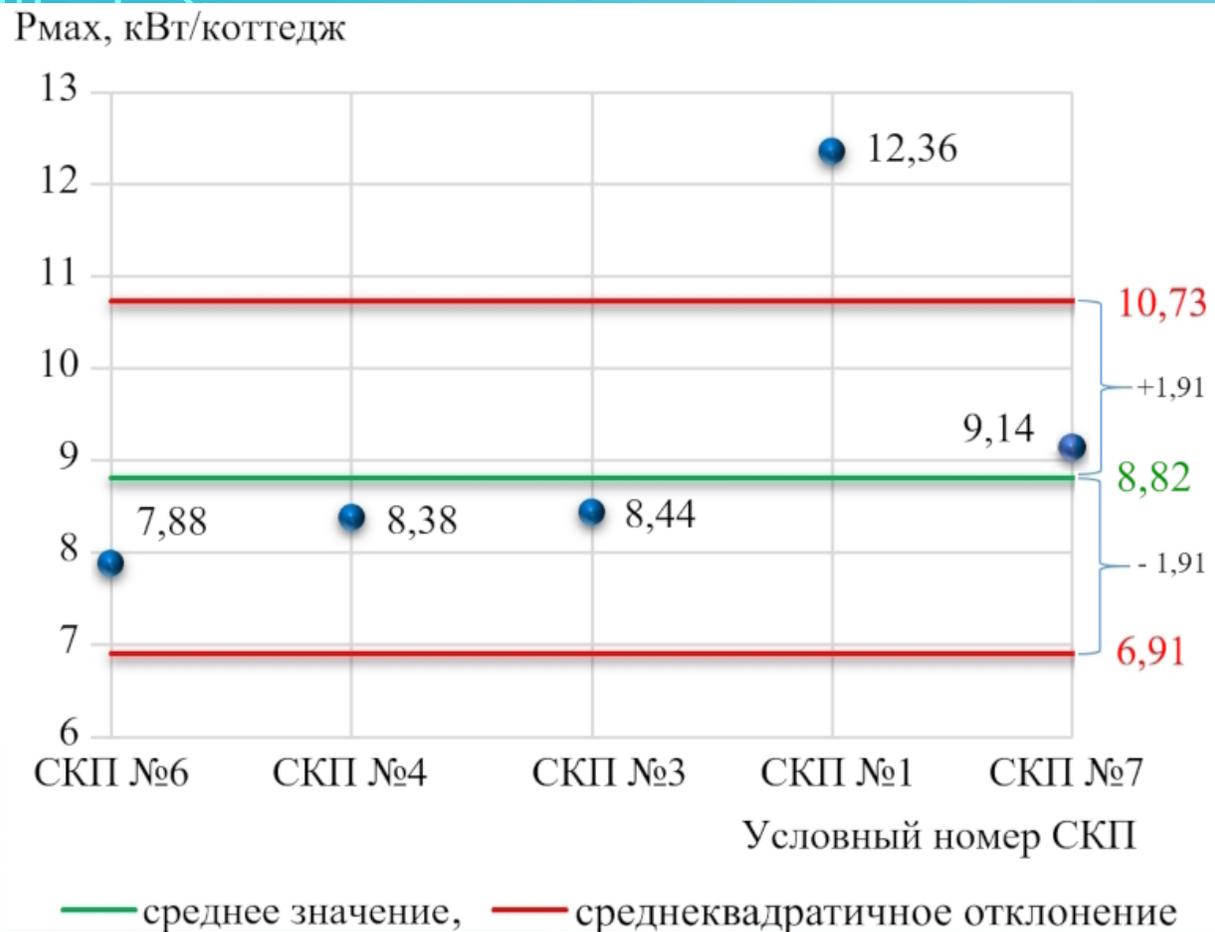


Рис. 1 - Диапазон изменения электрических нагрузок 85% ОИЖС СКП за зимний период

Рис. 2 - Точечная диаграмма максимальных электрических нагрузок СКП для 15% от выборок ОИЖС



а – СКП №1



б – СКП №3



в – СКП №6

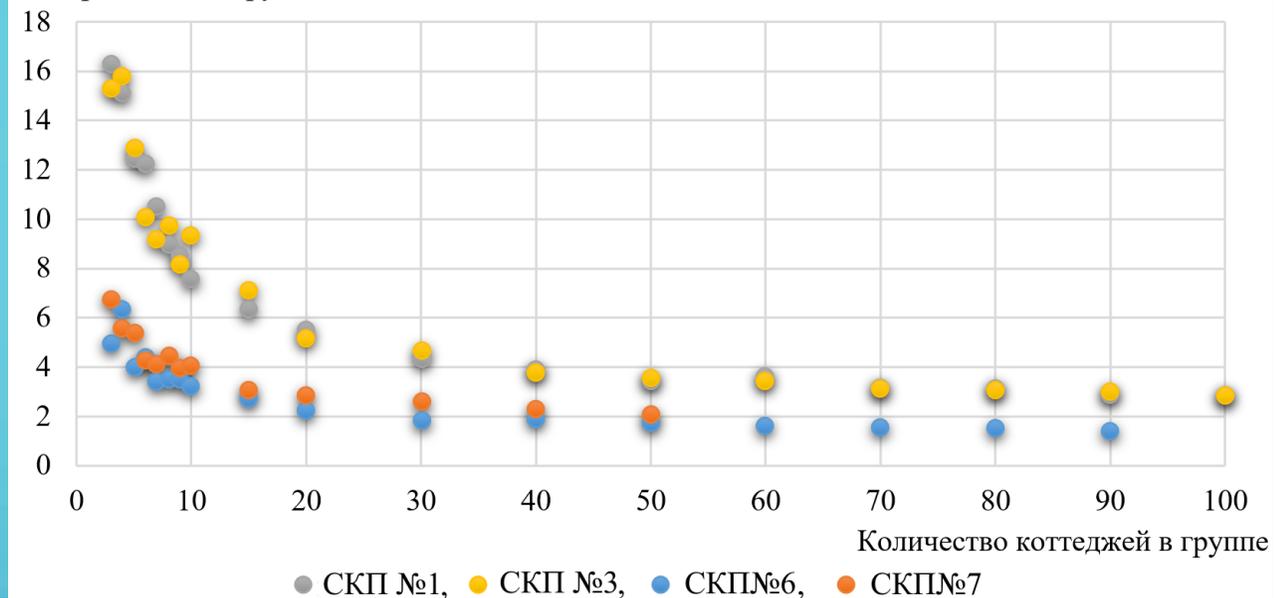


г – СКП №7

Максимальные удельные расчетные электрические нагрузки групп коттеджей за сутки максимального электропотребления

Рис. 1 - Точечные графики максимальных удельных расчетных электрических нагрузок групп коттеджей за сутки максимального электропотребления

Максимальная удельная расчетная электрическая нагрузка, кВт/коттедж



Средняя удельная расчетная электрическая нагрузка, кВт/коттедж

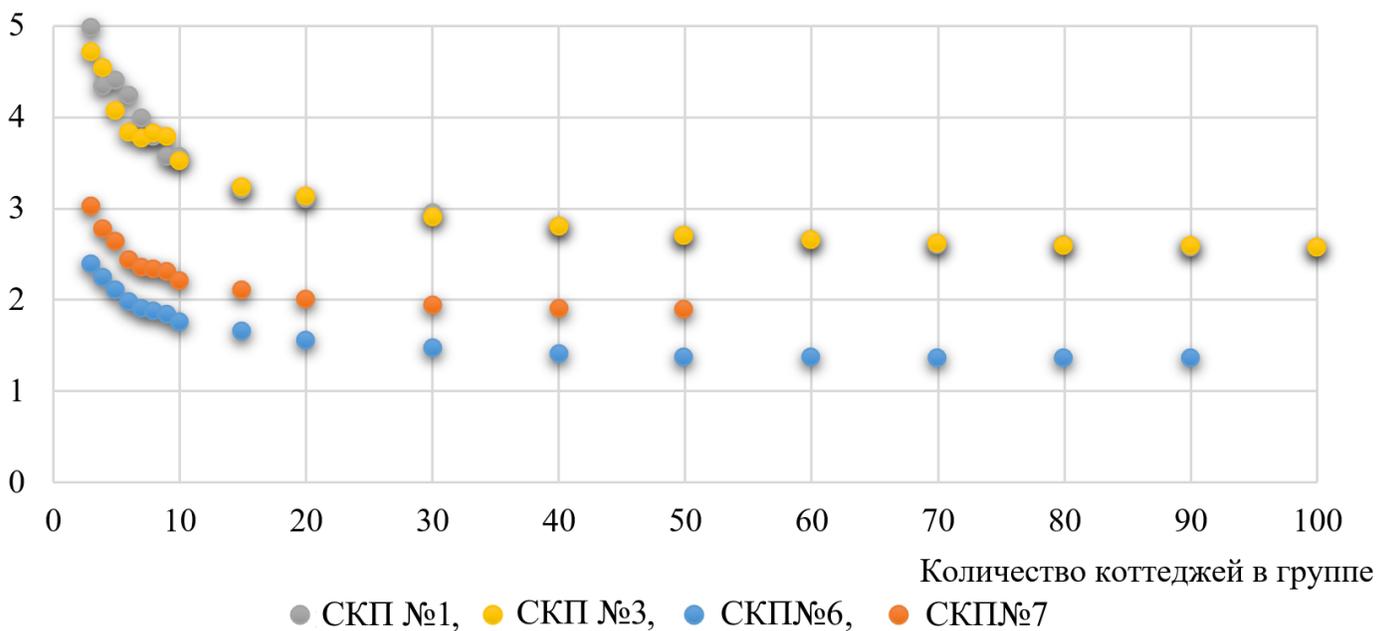
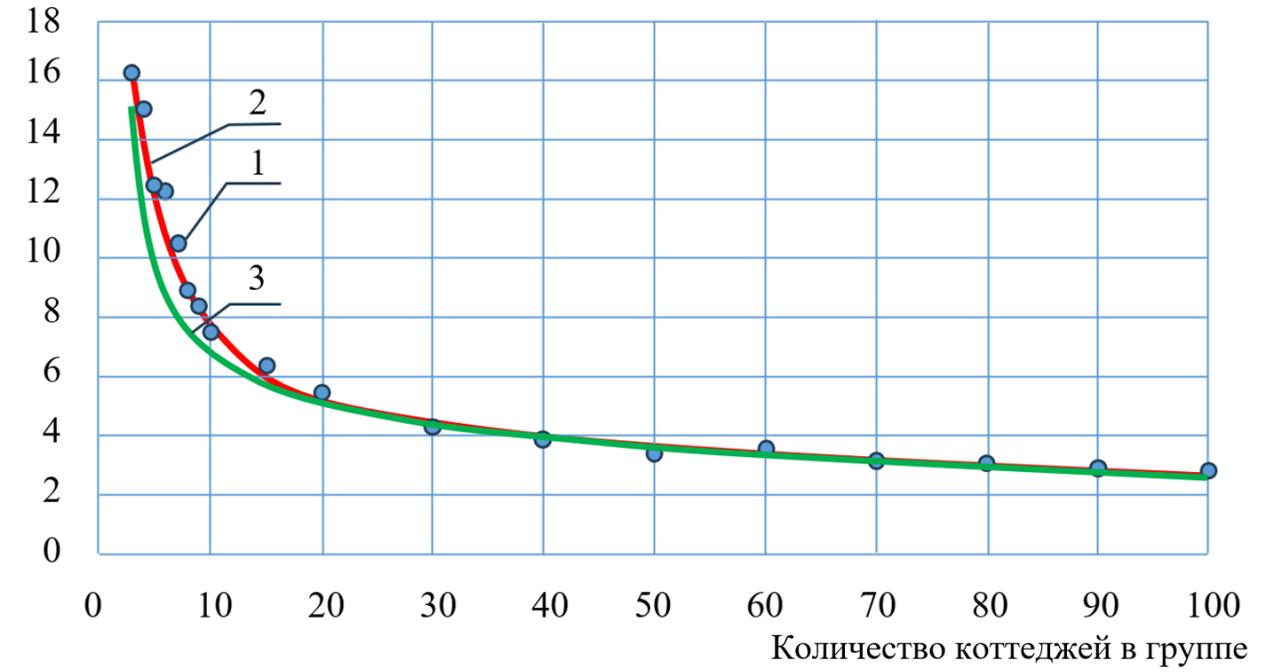


Рис. 2 - Точечные графики средних значений максимальных удельных расчетных электрических нагрузок групп коттеджей

Рис. 1 - Значения удельных расчетных электрических нагрузок:
 1 – результаты измерений;
 2 – огибающая натуральных измерений;
 3 – непрерывная аппроксимация значений по РД 34.20.185-94

Удельная расчетная электрическая нагрузка, кВт/коттедж



Коэффициенты одновременности максимальных электрических нагрузок, о.е.

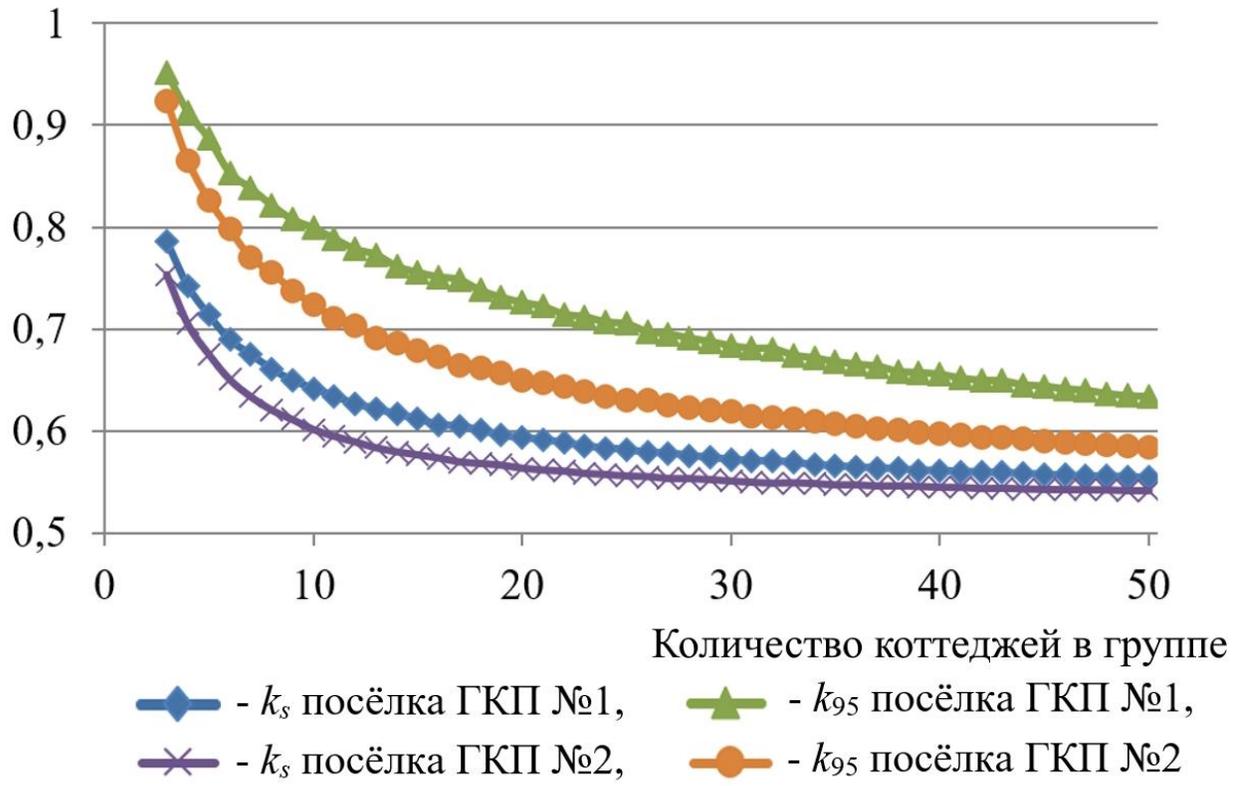
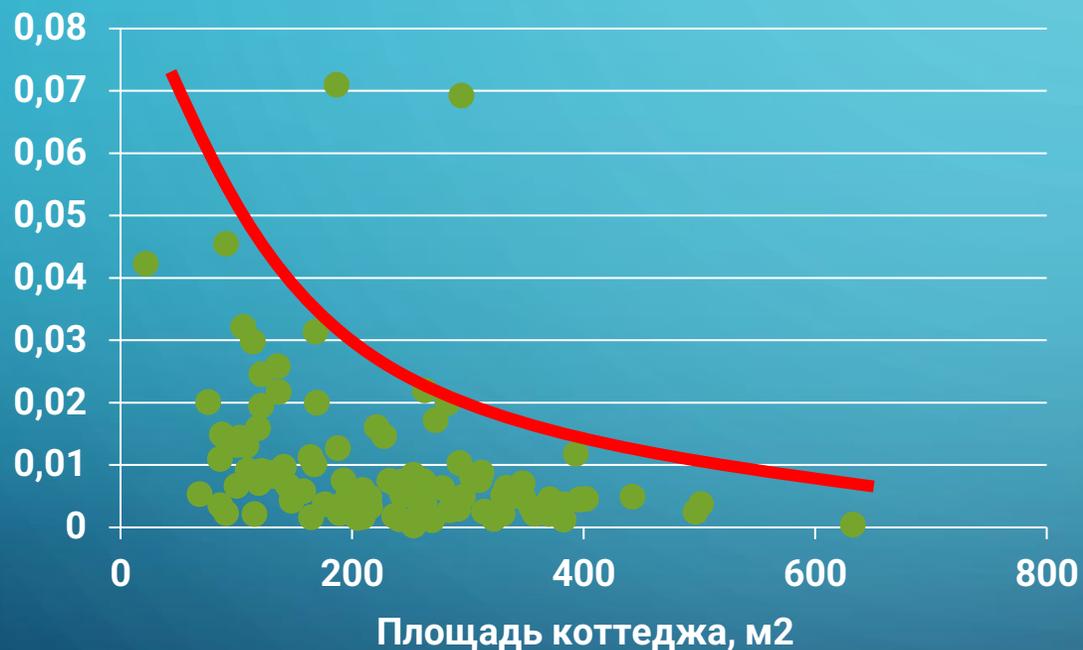


Рис. 2 - Коэффициенты одновременности максимальных электрических нагрузок

Диаграмма максимальных удельная нагрузок коттеджей за наиболее загруженные сутки в зависимости от площади

Максимальная удельная нагрузка коттеджа за наиболее загруженные сутки (01.07.18), кВт/м²

Максимальная удельная нагрузка, кВт/м²



ГКП №1

Максимальная удельная нагрузка коттеджа за наиболее загруженные сутки (03.07.18), кВт/м²

Максимальная удельная нагрузка, кВт/м²



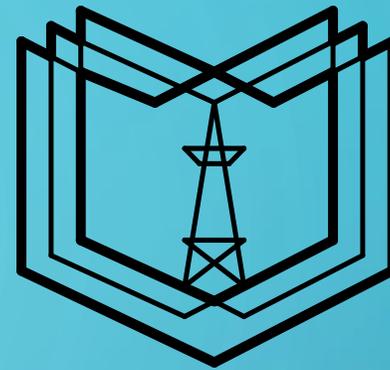
ГКП №2

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

- в 2019 г. в Республике Татарстан впервые в Российской Федерации на региональном уровне утверждены новые нормы удельных электрических нагрузок жилых зданий;
- в 2021 г. введено Изм. № 4 к СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа», поправочный коэффициент для снижения электрических нагрузок жилых зданий;
- в 2024 г. введено Изм. № 6 к СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа», новые расчетные удельные электрические нагрузки жилых зданий для Агломерации «г. Москва - Московская область».



**АССОЦИАЦИЯ
«РОСЭЛЕКТРОМОНТАЖ»**



**КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Благодарю Вас за внимание!

Ахметшин Азат Ринатович
кандидат технических наук,
доцент кафедры «Энергетическое машиностроение», КГЭУ
Тел. +7 (919) 684-57-20, e-mail: ahmetshin.ar@mail.ru

Солуянов Владимир Иванович
начальник КМУ № 1 АО «Татэлектромонтаж»
Тел. +7(925) 157-39-43, e-mail: vs@tatem.ru

