

Умная аналитика для умного дома

Исследование факторов, влияющих на уровень потребления электрической энергии жителями Великобритании.

Александр Павлов
27.2.2020

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | Выбор данных для анализа | 3 |
| 2. | Оценочное исследование зависимости энергопотребления от метеоусловий | 4 |
| 2.1. | Подготовительный этап | 4 |
| 2.2. | Коэффициенты корреляции и их интерпретация | 5 |
| 2.3. | Гистограммы распределения количественных признаков | 5 |
| 2.4. | Коэффициенты корреляции месяца высокого энергопотребления | 6 |
| 3. | Матрицы корреляции по периодам календарного и синодического месяцев | 7 |
| 3.1. | Сравнительная таблица матриц корреляции | 7 |
| 3.2. | Гистограммы коэффициентов, влияющих на энергопотребление | 13 |
| 4. | Исследование зависимости энергопотребления от метеоусловий | 14 |
| 5. | Исследование периода с высоким энергопотреблением | 14 |
| 5.1. | Гистограммы распределения количественных признаков | 15 |
| 5.2. | Графики зависимости энергопотребления от параметров | 16 |
| 5.3. | Взаимозависимость параметров метеоусловий | 22 |
| 5.3.1. | Температура | 22 |
| 5.3.2. | Направление ветра | 22 |
| 5.3.3. | Температура Точки росы | 23 |
| 5.3.4. | Видимость | 24 |
| 5.3.5. | Давление | 25 |
| 5.3.6. | Скорость ветра | 26 |
| 5.3.7. | Облачность | 27 |
| 6. | Исследование периода с низким энергопотреблением | 29 |
| 6.1. | Гистограммы распределения количественных признаков | 29 |
| 6.2. | Графики зависимости энергопотребления от параметров | 30 |
| 6.3. | Взаимозависимость параметров метеоусловий | 37 |
| 6.3.1. | Температура | 37 |
| 6.3.2. | День недели и продолжительность светового дня | 38 |
| 6.3.3. | Температура точки росы | 38 |
| 7. | Выводы исследований зависимости энергопотребления в разные периоды | 39 |
| 7.1. | Весенние месяцы | 39 |
| 7.2. | Осенние месяцы | 40 |
| 7.3. | Графики зависимости энергопотребления от метеоусловий весной и осенью | 40 |
| 8. | Энергопотребление по рабочим и выходным дням | 44 |
| 9. | Распределение энергопотребления по группам Acorn | 45 |
| 9.1. | Сравнение коэффициентов корреляции домов датасета с домами в подгруппах Acorn ... | 48 |
| 9.2. | Энергопотребление по рабочим и выходным дням в группах Acorn в разные периоды ... | 49 |

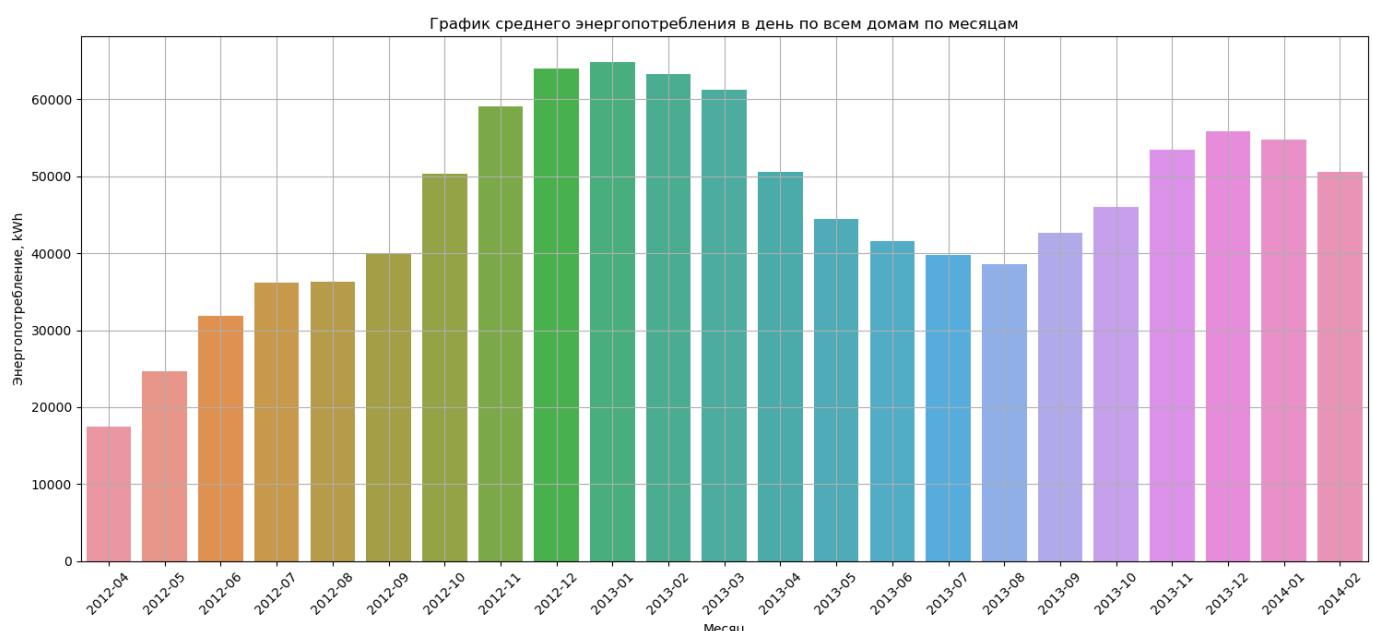
| | | |
|---------|--|-----|
| 9.3. | Распределение энергопотребления по дням недели в подгруппах Acorn | 51 |
| 9.4. | Распределение энергопотребления по дням недели в группах Acorn..... | 53 |
| 9.5. | Выводы распределения энергопотребления по дням недели для групп Acorn..... | 59 |
| 10. | Распределение домов по группам Acorn | 60 |
| 11. | Распределение энергопотребления по датчикам разной формы оплаты..... | 60 |
| 11.1. | Гистограммы распределения датчиков по типам оплаты..... | 60 |
| 11.2. | Выводы и выбор домов для исследования | 62 |
| 11.3. | Исследование энергопотребления по выбранным домам..... | 63 |
| 11.4. | Графики энергопотребления за год по каждому дому | 65 |
| 11.5. | Графики энергопотребления в разные периоды | 67 |
| 11.5.1. | Период максимального энергопотребления | 68 |
| 11.5.2. | Период минимального энергопотребления | 68 |
| 11.5.3. | Период максимального энергопотребления по датчикам..... | 69 |
| 11.5.4. | Период минимального энергопотребления по датчикам | 69 |
| 11.6. | Выводы по энергопотреблению с разными датчиками. | 70 |
| 12. | Суточное распределение энергопотребления. | 72 |
| 12.1. | Суточное распределение энергопотребления в разные периоды. | 73 |
| 12.2. | Выводы по суточному энергопотреблению. | 78 |
| 12.3. | Исследование энергопотребления по датчикам «ToU». | 79 |
| 12.4. | Распределение энергопотребления с датчиков «ToU» лидеров..... | 82 |
| 12.4.1. | Период максимального энергопотребления | 83 |
| 12.4.2. | Период минимального энергопотребления | 86 |
| 12.5. | Суточное энергопотребление по группам Acorn..... | 89 |
| 12.6. | Суточное энергопотребление по рабочим и выходным дням. | 94 |
| 12.7. | Энергопотребление в периоды максимального перепада температур в зимнее время. 100 | |
| 12.8. | Энергопотребление в периоды максимального перепада температур в летнее время.. 102 | |
| 12.9. | Выводы по энергопотреблению в периоды максимального перепада температур..... 105 | |
| 13. | Матрицы корреляции в зимние и летние периоды. | 106 |

1. Выбор данных для анализа.

Исследование файла **informations_households.csv** показало, что дома разбиты по группам и подгруппам. При проверке этих групп на наличие в файле **acorn_details.csv** выявило, что некоторые группы отсутствуют в списке групп потребителей согласно классификации ACORN, некоторые дома принадлежат к разным группам и подгруппам ACORN. Такие дома будут исключены из данных. Получение списка домов с привязкой к группам и подгруппам ACORN выполняется в функции `get_acorn()`.

Для анализа возьмем данные из файла **daily_dataset.zip** (Архив содержит 112 файлов, содержащих обобщённые данные об энергопотреблении за каждые сутки.) Получим датафрейм с данными суточного энергопотребления каждого дома (просуммирована колонка 'energy_sum' по всем датчикам за сутки), за исключением проблемных домов. Так же проверим полученные данные на полноту: есть ли данные по всем домам за текущий день? Добавим колонки "год" и "месяц" для облегчения группировки данных при анализе. Результат обработки файлов из архива **daily_dataset.zip** сохранен в файл **my_energy_sum.csv** (в каталог с остальными файлами датасета) как итоговый датафрейм.

Посмотрим на полученные данные, просуммируем энергопотребление за сутки по всем домам, сгруппируем помесечно средние значения за день и отобразим на графике:



Как видно из графика: энергопотребление по данным до сентября 2012 года гораздо ниже аналогичных данных за 2013 год (в исходных файлах информация по всем домам имеется за период 2012-04-12 - 2014-02-28). До 2012-04-12 информация передавалась не по всем датчикам, установленным в доме. Для дальнейших исследований возьмем период октябрь 2012 - январь 2014 (назовем его периодом корректных данных) и в этом периоде посмотрим на наибольшие и наименьшие значения энергопотребления. Наибольшее энергопотребление зафиксировано в месяцах декабрь 2012 и январь 2013. Наименьшее энергопотребление зафиксировано в месяцах июль и август 2013 года.

Ниже приведены фрагменты датафрейма с отсортированными значениями энергопотребления по убыванию максимальных значений и по возрастанию минимальных значений энергопотребления:

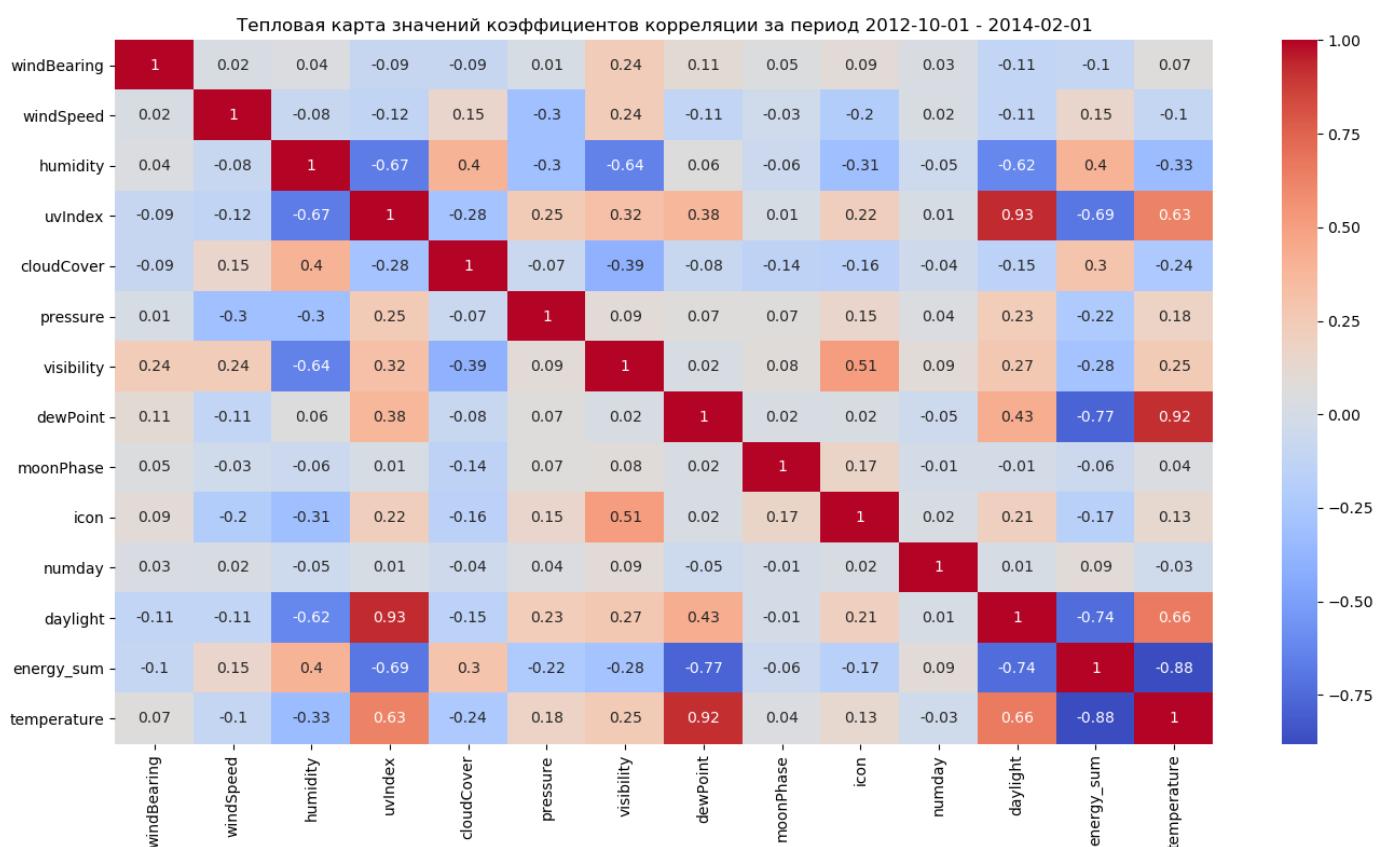
| | | energy_sum | year_month |
|------|-------|--------------|------------|
| year | month | | |
| 2013 | 1 | 64885.158707 | 2013-01 |
| 2012 | 12 | 64021.441128 | 2012-12 |
| 2013 | 2 | 63282.506964 | 2013-02 |

| | | energy_sum | year_month |
|------|-------|--------------|------------|
| year | month | | |
| 2013 | 8 | 38630.135806 | 2013-08 |
| 2013 | 7 | 39786.214032 | 2013-07 |
| 2012 | 9 | 39968.263667 | 2012-09 |

2. Оценочное исследование зависимости энергопотребления от метеоусловий.

2.1. Подготовительный этап

На этом этапе возьмем файл `weather_daily_darksky.csv` с обобщёнными данными о погоде за день. Выполним замену стандартизованного словесного описания погодных условий в столбце `icon` на числовой эквивалент в порядке возрастания погодных условий `['fog', 'wind', 'cloudy', 'partly-cloud-night', 'partly-cloud-day', 'clear-day']`. Так же добавим столбец с номером дня недели, средней температурой за сутки и продолжительностью светового дня в часах, как разницу между закатом и восходом. На основе этих данных построим матрицу корреляции между всеми элементами и посмотрим на результат:



2.2. Коэффициенты корреляции и их интерпретация.

Коэффициенты корреляции для метеоусловий, влияющих на энергопотребление за период октябрь 2012 - январь 2014:

| | energy_sum |
|-------------|------------|
| temperature | -0.88 |
| dewPoint | -0.77 |
| daylight | -0.74 |
| uvIndex | -0.69 |
| humidity | 0.40 |
| cloudCover | 0.30 |
| visibility | -0.28 |
| pressure | -0.22 |
| icon | -0.17 |
| windSpeed | 0.15 |
| windBearing | -0.10 |
| numday | 0.09 |
| moonPhase | -0.06 |

Интерпретация значений коэффициента корреляции:

| Значение | Интерпретация |
|-----------|--------------------------|
| до 0,2 | Очень слабая |
| до 0,5 | Слабая |
| до 0,7 | Средняя |
| до 0,9 | Высокая |
| свыше 0,9 | Очень высокая корреляция |

Чем ближе корреляция к -1 или 1, тем сильнее связь между переменными. При нулевом значении (или близким к 0) значимая связь между 2-мя переменными отсутствует или очень минимальна. Корреляция — степень связи между 2-мя или несколькими независимыми явлениями.

Корреляция бывает положительной и отрицательной.

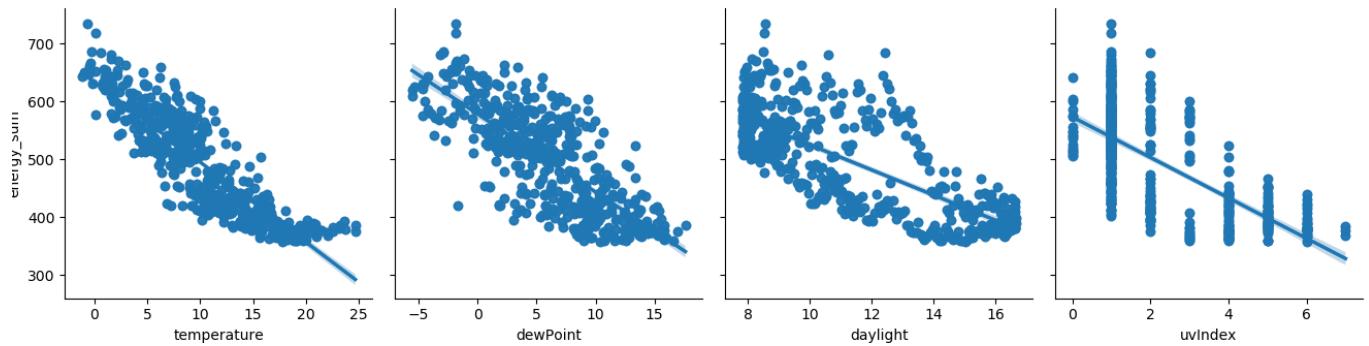
Положительная корреляция (прямая) возникает при одновременном изменении 2-х переменных величин в одинаковых направлениях (в положительном или отрицательном). На основе наших данных — это увеличение влажности, облачности и скорости ветра: чем выше эти значения - тем больше энергопотребление.

Корреляция отрицательна (обратная), если изменение одной величины приводит противоположному изменению другой. На основе наших данных — это означает, что с уменьшением температуры окружающей среды, точки росы, длительности светового дня, УФ-индекса, видимости и давления - увеличивается энергопотребление.

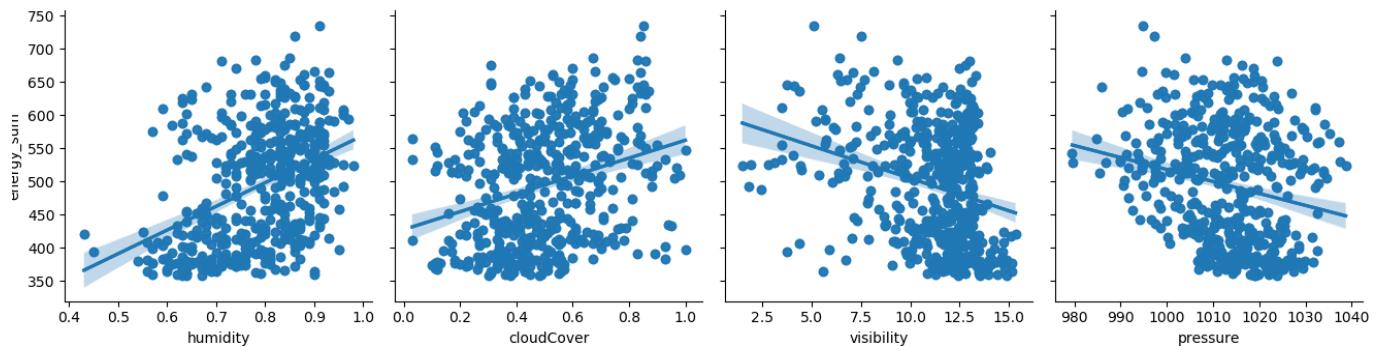
Некоторые метеоусловия связаны между собой, некоторые условия являются первичными, а некоторые вторичными, но это рассмотрим подробнее при анализе периодов максимального и минимального энергопотребления.

2.3. Гистограммы распределения количественных признаков.

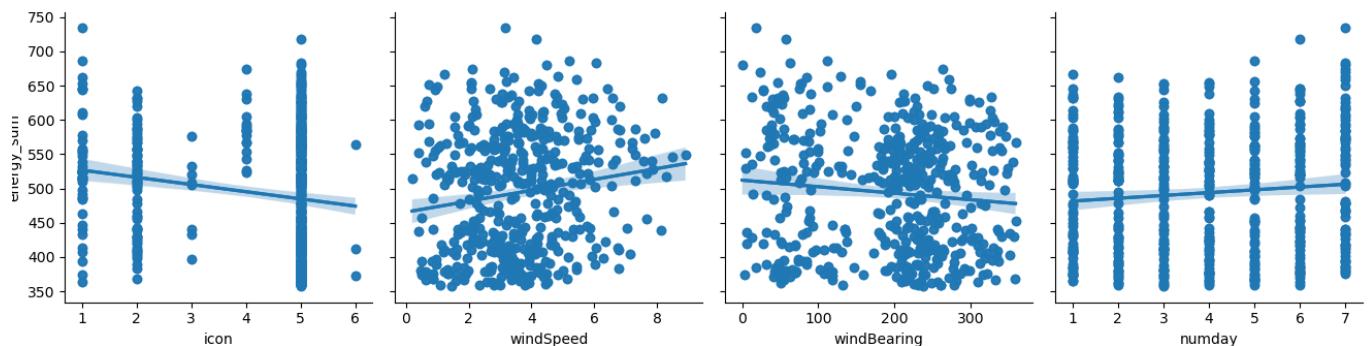
Посмотрим на взаимосвязи энергопотребления от значений коэффициентов корреляции на гистограммах распределения количественных признаков с линией регрессии, выражющую общий характер связи между двумя величинами:



Как видно из графиков метеоусловия: температура, точка росы и длительность светового дня имеют высокую отрицательную связь с энергопотреблением, УФ-индекс – среднюю.



Влажность и облачность имеет слабую положительную связь с энергопотреблением, а видимость и давление имеет слабую отрицательную связь с энергопотреблением.



Остальные параметры: погодные условия (туман, облачность, переменная облачность, ясный день), скорость и направление ветра имеют очень слабую связь с энергопотреблением за исследованный период.

2.4. Коэффициенты корреляции месяца высокого энергопотребления

Посмотрим на Коэффициенты корреляции для месяца (январь 2013) с самым высоким энергопотреблением:

| | energy_sum |
|-------------|------------|
| temperature | -0.85 |
| dewPoint | -0.84 |
| windBearing | -0.75 |
| moonPhase | -0.74 |
| pressure | -0.61 |
| visibility | -0.46 |
| numday | 0.32 |
| windSpeed | -0.25 |
| cloudCover | 0.22 |
| daylight | 0.21 |
| icon | -0.15 |
| humidity | -0.09 |
| uvIndex | 0.0 |

Неожиданно выяснилось, что фаза луны имеет высокий коэффициент корреляции с энергопотреблением в зимний период. Построим сравнительную таблицу влияния метеоусловий для календарного месяца и периода между двумя новолуниями (синодического месяца).

По файлу **weather_daily_darksky.csv** можно получить даты новолуний, сравнивая фазы луны по переходу от максимального значения к минимальному.

Для дальнейших исследований ограничимся периодом декабрь 2012 – январь 2014.

Список дат новолуний: ['2012-12-13', '2013-01-12', '2013-02-10', '2013-03-12', '2013-04-09', '2013-05-09', '2013-06-08', '2013-07-07', '2013-08-06', '2013-09-05', '2013-10-04', '2013-11-03', '2013-12-03', '2014-01-01', '2014-02-01']

3. Матрицы корреляции по периодам календарного и синодического месяцев.

3.1. Сравнительная таблица матриц корреляции.

Сформируем матрицы корреляции по периодам календарного и синодического месяцев и сравним их между собой. Результат попарного сравнения приведен в таблице:

| Календарный месяц, период | | Синодический месяц, период | |
|---------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Коэффициенты | 2012-12-01 - 2013-01-01 | Коэффициенты | 2012-12-13 - 2013-01-12 |
| | energy_sum | | energy_sum |
| temperature | -0.61 | moonPhase | -0.65 |
| dewPoint | -0.6 | windBearing | -0.62 |
| daylight | 0.54 | pressure | -0.58 |
| windSpeed | -0.42 | temperature | -0.47 |
| numday | 0.3 | dewPoint | -0.41 |
| uvIndex | 0.22 | icon | -0.38 |
| visibility | -0.22 | visibility | -0.36 |
| moonPhase | 0.19 | daylight | -0.36 |
| windBearing | -0.11 | numday | 0.24 |
| pressure | 0.11 | humidity | 0.22 |
| humidity | -0.08 | uvIndex | -0.17 |
| cloudCover | -0.06 | windSpeed | -0.14 |
| icon | 0.02 | cloudCover | -0.13 |
| Коэффициенты | 2013-01-01 - 2013-02-01 | Коэффициенты | 2013-01-12 - 2013-02-10 |
| | energy_sum | | energy_sum |

| Календарный месяц, период | | Синодический месяц, период | |
|---------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| temperature | -0.85 | temperature | -0.81 |
| dewPoint | -0.84 | windBearing | -0.71 |
| windBearing | -0.75 | dewPoint | -0.69 |
| moonPhase | -0.74 | visibility | -0.68 |
| pressure | -0.61 | cloudCover | 0.64 |
| visibility | -0.46 | daylight | -0.63 |
| numday | 0.32 | moonPhase | -0.61 |
| windSpeed | -0.25 | windSpeed | -0.53 |
| cloudCover | 0.22 | humidity | 0.5 |
| daylight | 0.21 | numday | 0.35 |
| icon | -0.15 | pressure | -0.22 |
| humidity | -0.09 | icon | 0.03 |
| uvIndex | 0.0 | uvIndex | 0.0 |
| | | | |
| Коэффициенты | 2013-02-01 - 2013-03-01 | Коэффициенты | 2013-02-10 - 2013-03-12 |
| | energy_sum | | energy_sum |
| cloudCover | 0.74 | temperature | -0.86 |
| temperature | -0.69 | dewPoint | -0.69 |
| icon | 0.44 | cloudCover | 0.63 |
| dewPoint | -0.41 | icon | 0.61 |
| numday | 0.33 | windSpeed | 0.6 |
| windBearing | -0.3 | uvIndex | -0.55 |
| uvIndex | -0.29 | moonPhase | -0.38 |
| windSpeed | 0.21 | daylight | -0.37 |
| moonPhase | -0.09 | visibility | 0.33 |
| pressure | -0.08 | windBearing | -0.32 |
| visibility | -0.08 | pressure | 0.26 |
| daylight | 0.07 | numday | 0.2 |
| humidity | 0.05 | humidity | -0.18 |
| | | | |
| Коэффициенты | 2013-03-01 - 2013-04-01 | Коэффициенты | 2013-03-12 - 2013-04-09 |
| | energy_sum | | energy_sum |
| temperature | -0.81 | temperature | -0.64 |
| dewPoint | -0.62 | uvIndex | -0.43 |
| windSpeed | 0.58 | cloudCover | 0.42 |
| cloudCover | 0.42 | moonPhase | -0.39 |
| visibility | 0.36 | windSpeed | 0.38 |
| pressure | 0.31 | daylight | -0.37 |
| icon | 0.31 | dewPoint | -0.3 |
| daylight | 0.28 | icon | -0.26 |
| humidity | -0.21 | numday | 0.13 |

| Календарный месяц, период | | Синодический месяц, период | |
|---------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| windBearing | -0.2 | windBearing | -0.08 |
| moonPhase | -0.2 | humidity | 0.07 |
| numday | 0.18 | pressure | 0.07 |
| uvIndex | -0.09 | visibility | -0.01 |
| | | | |
| Коэффициенты | 2013-04-01 - 2013-05-01 | Коэффициенты | 2013-04-09 - 2013-05-09 |
| | energy_sum | | energy_sum |
| daylight | -0.88 | daylight | -0.81 |
| uvIndex | -0.82 | moonPhase | -0.79 |
| temperature | -0.69 | uvIndex | -0.58 |
| dewPoint | -0.6 | cloudCover | 0.52 |
| windBearing | -0.55 | humidity | 0.51 |
| pressure | -0.35 | visibility | -0.48 |
| moonPhase | 0.35 | icon | -0.48 |
| cloudCover | 0.26 | pressure | -0.46 |
| windSpeed | 0.24 | temperature | -0.37 |
| visibility | -0.16 | numday | 0.26 |
| numday | 0.1 | windBearing | -0.08 |
| icon | -0.04 | windSpeed | 0.04 |
| humidity | -0.02 | dewPoint | 0.01 |
| | | | |
| Коэффициенты | 2013-05-01 - 2013-06-01 | Коэффициенты | 2013-05-09 - 2013-06-08 |
| | energy_sum | | energy_sum |
| moonPhase | -0.53 | moonPhase | -0.68 |
| numday | 0.27 | daylight | -0.62 |
| visibility | -0.25 | windBearing | 0.52 |
| cloudCover | 0.24 | visibility | -0.5 |
| daylight | 0.24 | pressure | -0.49 |
| windBearing | 0.18 | temperature | -0.4 |
| temperature | -0.16 | cloudCover | 0.38 |
| humidity | 0.15 | humidity | 0.27 |
| pressure | -0.15 | numday | 0.26 |
| uvIndex | 0.13 | icon | -0.22 |
| windSpeed | 0.07 | uvIndex | -0.2 |
| icon | -0.06 | dewPoint | -0.16 |
| dewPoint | -0.01 | windSpeed | -0.02 |
| | | | |
| Коэффициенты | 2013-06-01 - 2013-07-01 | Коэффициенты | 2013-06-08 - 2013-07-07 |
| | energy_sum | | energy_sum |
| numday | 0.49 | dewPoint | -0.57 |
| moonPhase | -0.46 | moonPhase | -0.57 |

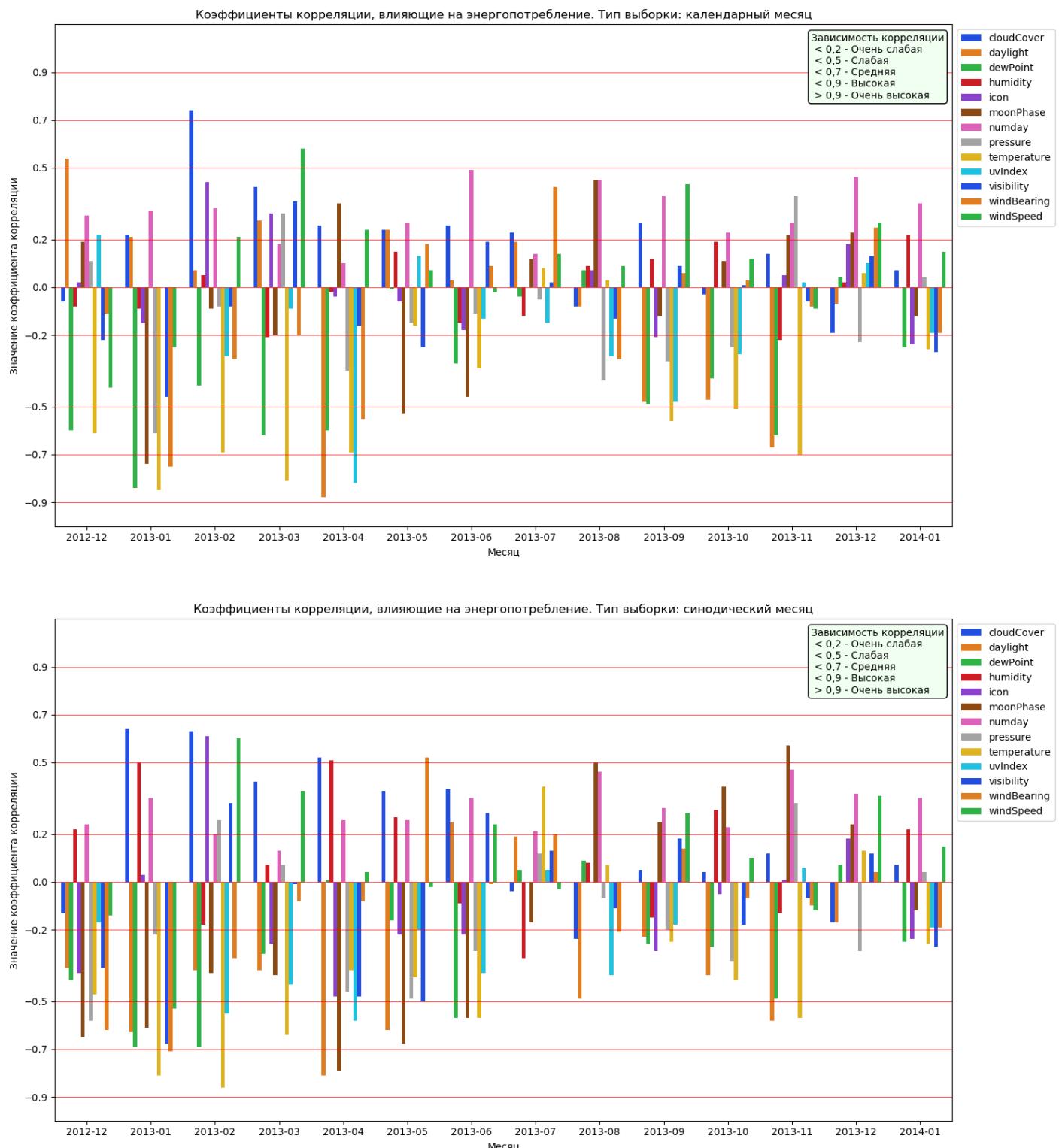
| Календарный месяц, период | | Синодический месяц, период | |
|---------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| temperature | -0.34 | temperature | -0.57 |
| dewPoint | -0.32 | cloudCover | 0.39 |
| cloudCover | 0.26 | uvIndex | -0.38 |
| visibility | 0.19 | numday | 0.35 |
| icon | -0.18 | pressure | -0.29 |
| humidity | -0.15 | visibility | 0.29 |
| uvIndex | -0.13 | daylight | 0.25 |
| pressure | -0.11 | windSpeed | 0.24 |
| windBearing | 0.09 | icon | -0.22 |
| daylight | 0.03 | humidity | -0.09 |
| windSpeed | -0.02 | windBearing | -0.01 |
| | | | |
| Коэффициенты | 2013-07-01 - 2013-08-01 | Коэффициенты | 2013-07-07 - 2013-08-06 |
| | energy_sum | | energy_sum |
| windBearing | 0.42 | temperature | 0.4 |
| cloudCover | 0.23 | humidity | -0.32 |
| daylight | 0.19 | numday | 0.21 |
| uvIndex | -0.15 | windBearing | 0.2 |
| windSpeed | 0.14 | daylight | 0.19 |
| numday | 0.14 | moonPhase | -0.17 |
| humidity | -0.12 | visibility | 0.13 |
| moonPhase | 0.12 | pressure | 0.12 |
| temperature | 0.08 | uvIndex | 0.05 |
| pressure | -0.05 | dewPoint | 0.05 |
| dewPoint | -0.04 | cloudCover | -0.04 |
| visibility | 0.02 | windSpeed | -0.03 |
| icon | 0.0 | icon | 0.0 |
| | | | |
| Коэффициенты | 2013-08-01 - 2013-09-01 | Коэффициенты | 2013-08-06 - 2013-09-05 |
| | energy_sum | | energy_sum |
| moonPhase | 0.45 | moonPhase | 0.5 |
| numday | 0.45 | daylight | -0.49 |
| pressure | -0.39 | numday | 0.46 |
| windBearing | -0.3 | uvIndex | -0.39 |
| uvIndex | -0.29 | cloudCover | -0.24 |
| visibility | -0.13 | windBearing | -0.21 |
| windSpeed | 0.09 | visibility | -0.11 |
| humidity | 0.09 | dewPoint | 0.09 |
| cloudCover | -0.08 | humidity | 0.08 |
| daylight | -0.08 | pressure | -0.07 |
| dewPoint | 0.07 | temperature | 0.07 |

| Календарный месяц, период | | Синодический месяц, период | |
|---------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| icon | 0.07 | windSpeed | -0.0 |
| temperature | 0.03 | icon | 0.0 |
| | | | |
| Коэффициенты | 2013-09-01 - 2013-10-01 | Коэффициенты | 2013-09-05 - 2013-10-04 |
| | energy_sum | | energy_sum |
| temperature | -0.56 | numday | 0.31 |
| dewPoint | -0.49 | windSpeed | 0.29 |
| uvIndex | -0.48 | icon | -0.29 |
| daylight | -0.48 | dewPoint | -0.26 |
| windSpeed | 0.43 | moonPhase | 0.25 |
| numday | 0.38 | temperature | -0.25 |
| pressure | -0.31 | daylight | -0.23 |
| cloudCover | 0.27 | pressure | -0.2 |
| icon | -0.21 | uvIndex | -0.18 |
| humidity | 0.12 | visibility | 0.18 |
| moonPhase | -0.12 | humidity | -0.15 |
| visibility | 0.09 | windBearing | 0.14 |
| windBearing | 0.06 | cloudCover | 0.05 |
| | | | |
| Коэффициенты | 2013-10-01 - 2013-11-01 | Коэффициенты | 2013-10-04 - 2013-11-03 |
| | energy_sum | | energy_sum |
| temperature | -0.51 | temperature | -0.41 |
| daylight | -0.47 | moonPhase | 0.4 |
| dewPoint | -0.38 | daylight | -0.39 |
| uvIndex | -0.28 | pressure | -0.33 |
| pressure | -0.25 | humidity | 0.3 |
| numday | 0.23 | dewPoint | -0.27 |
| humidity | 0.19 | numday | 0.23 |
| windSpeed | 0.12 | visibility | -0.18 |
| moonPhase | 0.11 | windSpeed | 0.1 |
| windBearing | 0.03 | windBearing | -0.07 |
| cloudCover | -0.03 | icon | -0.05 |
| visibility | 0.01 | cloudCover | 0.04 |
| icon | -0.0 | uvIndex | 0.0 |
| | | | |
| Коэффициенты | 2013-11-01 - 2013-12-01 | Коэффициенты | 2013-11-03 - 2013-12-03 |
| | energy_sum | | energy_sum |
| temperature | -0.7 | daylight | -0.58 |
| daylight | -0.67 | moonPhase | 0.57 |
| dewPoint | -0.62 | temperature | -0.57 |
| pressure | 0.38 | dewPoint | -0.49 |

| Календарный месяц, период | | Синодический месяц, период | |
|---------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| numday | 0.27 | numday | 0.47 |
| humidity | -0.22 | pressure | 0.33 |
| moonPhase | 0.22 | humidity | -0.13 |
| cloudCover | 0.14 | windSpeed | -0.12 |
| windSpeed | -0.09 | cloudCover | 0.12 |
| windBearing | -0.08 | windBearing | -0.1 |
| visibility | -0.06 | visibility | -0.07 |
| icon | 0.05 | uvIndex | 0.06 |
| uvIndex | 0.02 | icon | 0.01 |
| | | | |
| Коэффициенты | 2013-12-01 - 2014-01-01 | Коэффициенты | 2013-12-03 - 2014-01-01 |
| | energy_sum | | energy_sum |
| numday | 0.46 | numday | 0.37 |
| windSpeed | 0.27 | windSpeed | 0.36 |
| windBearing | 0.25 | pressure | -0.29 |
| pressure | -0.23 | moonPhase | 0.24 |
| moonPhase | 0.23 | icon | 0.18 |
| cloudCover | -0.19 | cloudCover | -0.17 |
| icon | 0.18 | daylight | -0.17 |
| visibility | 0.13 | temperature | 0.13 |
| uvIndex | 0.1 | visibility | 0.12 |
| daylight | -0.07 | dewPoint | 0.07 |
| temperature | 0.06 | windBearing | 0.04 |
| dewPoint | 0.04 | humidity | -0.0 |
| humidity | 0.02 | uvIndex | 0.0 |
| | | | |
| Коэффициенты | 2014-01-01 - 2014-02-01 | Коэффициенты | 2014-01-01 - 2014-02-01 |
| | energy_sum | | energy_sum |
| numday | 0.35 | numday | 0.35 |
| visibility | -0.27 | visibility | -0.27 |
| temperature | -0.26 | temperature | -0.26 |
| dewPoint | -0.25 | dewPoint | -0.25 |
| icon | -0.24 | icon | -0.24 |
| humidity | 0.22 | humidity | 0.22 |
| windBearing | -0.19 | windBearing | -0.19 |
| uvIndex | -0.19 | uvIndex | -0.19 |
| windSpeed | 0.15 | windSpeed | 0.15 |
| moonPhase | -0.12 | moonPhase | -0.12 |
| cloudCover | 0.07 | cloudCover | 0.07 |
| pressure | 0.04 | pressure | 0.04 |
| daylight | -0.0 | daylight | -0.0 |

3.2. Гистограммы коэффициентов, влияющих на энергопотребление.

Ниже на графиках приведены значения всех коэффициентов, влияющих на энергопотребление, для всего периода отбора данных для календарных и синодических месяцев.



Сравнение влияния фазы луны на энергопотребление показало, что для календарного месяца влияние фазы луны меньше, чем для синодического месяца (в декабре 2012 года новолуние приходится почти на середину месяца и к январю 2014 года эти периоды совпадают).

4. Исследование зависимости энергопотребления от метеоусловий.

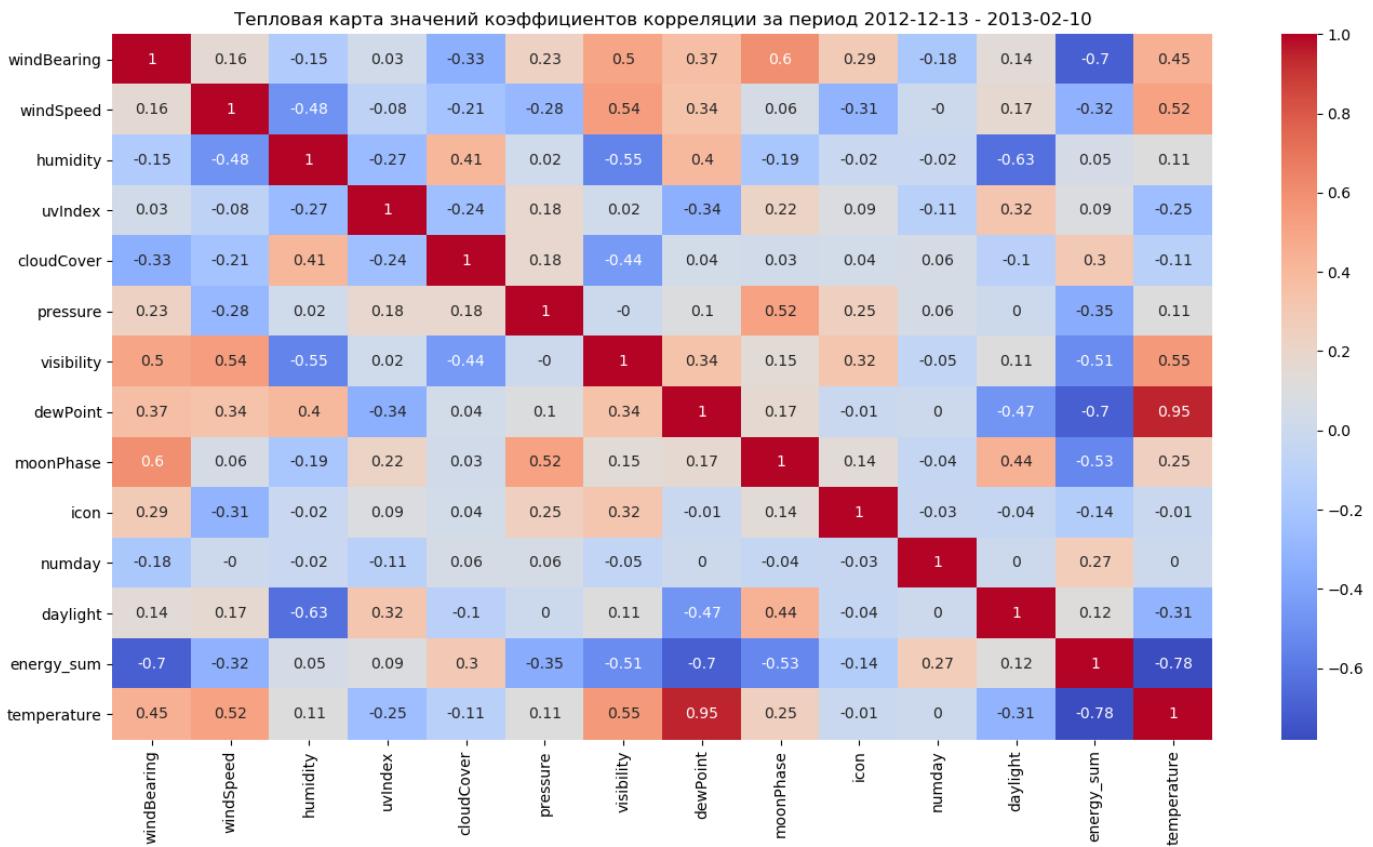
Для дальнейших исследований возьмем периоды по два синодических месяца из выборки с наибольшим и наименьшим энергопотреблением. Это периоды:

'2012-12-13 - 2013-01-12 - 2013-02-10' и '2013-07-07 - 2013-08-06 - 2013-09-05'.

Посмотрим на коэффициенты корреляции метеоусловий с энергопотреблением и графики зависимости энергопотребления от метеоусловий. Графики отображаются в порядке убывания коэффициентов корреляции, влияющих на энергопотребление. Выходные дни и праздники на графиках выделены красным цветом – для проверки гипотезы о влияния дня недели на энергопотребление, т.к. в некоторых периодах коэффициент «numday» имеет значение до 0,5: означающее связь с энергопотреблением – уровень «Слабая корреляция».

Колонка «Направление ветра» в датафрейме была преобразована таким образом, чтобы направление на север было вверху графика (значение приведенных градусов = 180), направление на юг – внизу графика (значение приведенных градусов = 0), промежуточные направления пересчитаны в значения диапазона от 0 до 180.

5. Исследование периода с высоким энергопотреблением.



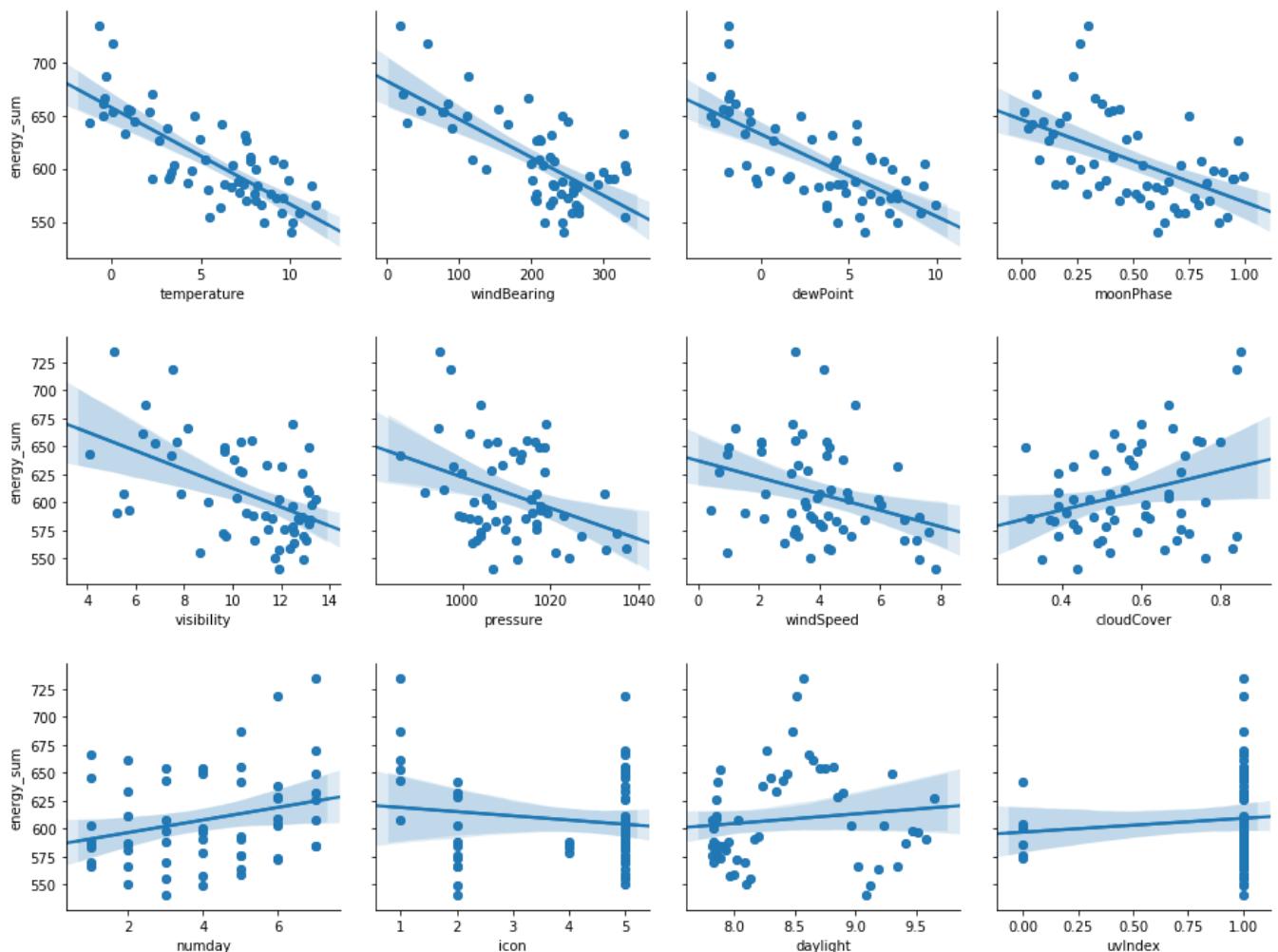
Коэффициенты корреляции для метеоусловий, влияющих на энергопотребление

| Энерго-потребление | temperature | windBearing | dewPoint | moonPhase | visibility | pressure |
|--------------------|-------------|-------------|----------|-----------|------------|----------|
| | -0,78 | -0,70 | -0,70 | -0,53 | -0,51 | -0,35 |
| windSpeed | cloudCover | numday | icon | daylight | uvIndex | humidity |
| -0,32 | 0,30 | 0,27 | -0,14 | 0,12 | 0,09 | 0,05 |

Исследования показали высокую отрицательную зависимость энергопотребления от температуры (при уменьшении температуры возрастает энергопотребление), среднюю отрицательную степень (граничную с высокой) зависимости от направления ветра и точки росы (при северном ветре возрастает энергопотребление), среднюю отрицательную зависимость от фазы луны и видимости. Слабую отрицательную зависимость от давления и скорости ветра. Слабую положительную зависимость от облачности и дня недели. Остальные параметры метеоусловий имеют очень слабое влияние на энергопотребление.

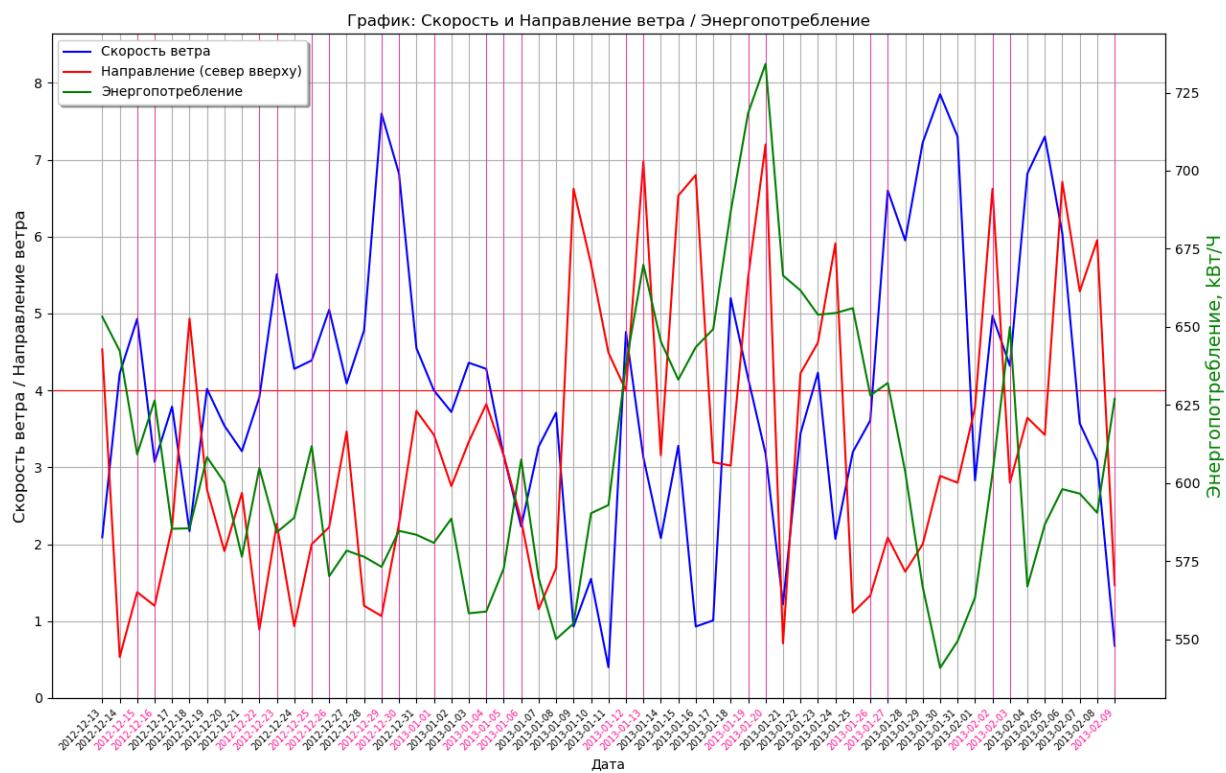
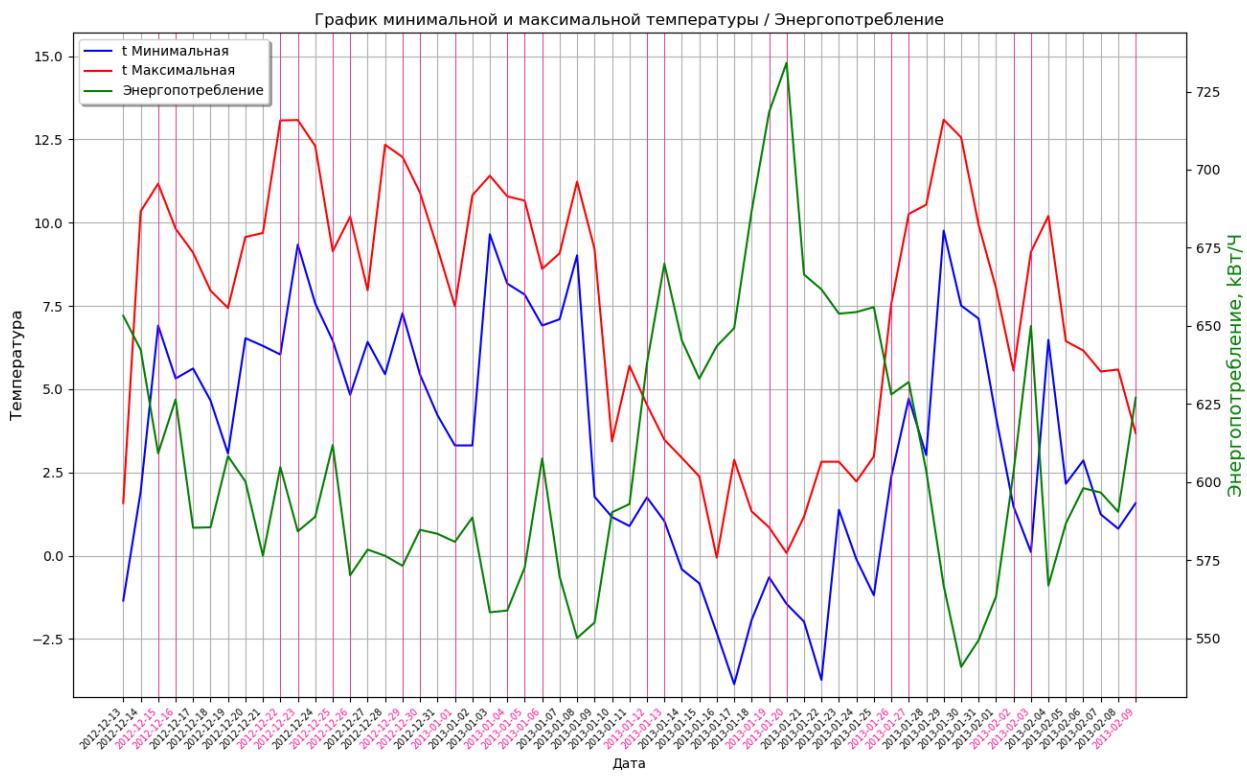
5.1. Гистограммы распределения количественных признаков.

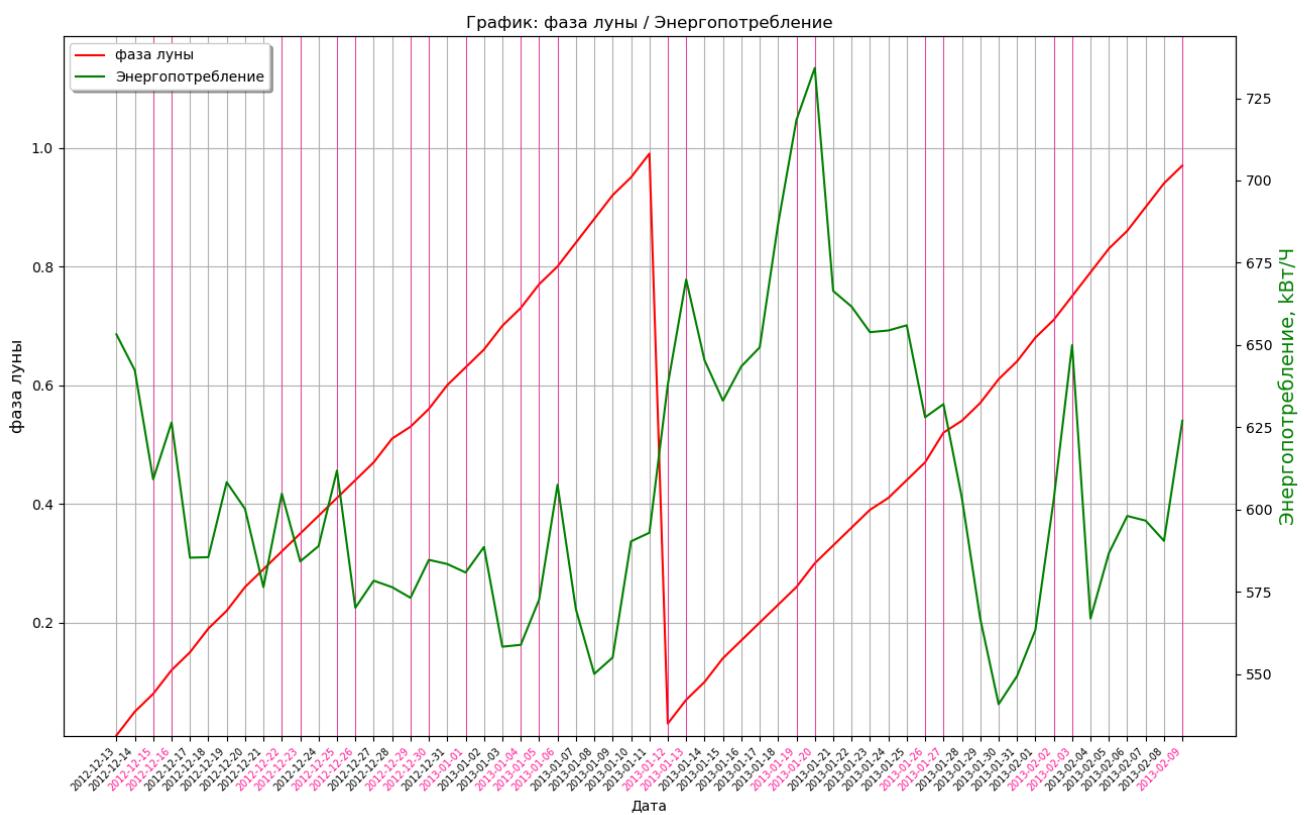
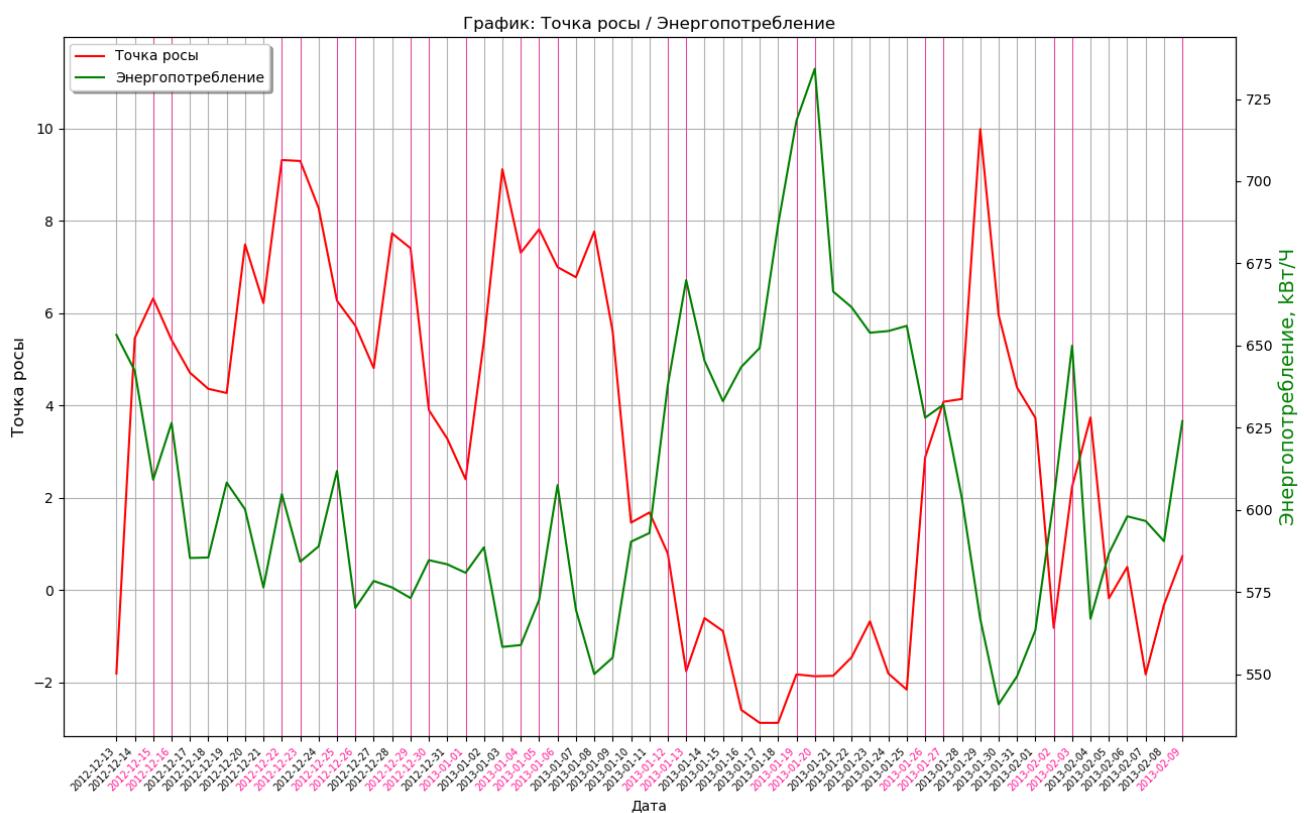
Рассмотрим корреляцию энергопотребления с параметрами метеоусловий на гистограммах распределения количественных признаков с линией регрессии, выражающей общий характер связи между двумя величинами.



5.2. Графики зависимости энергопотребления от параметров.

Рассмотрим подробнее на графиках зависимости энергопотребления от конкретного параметра.





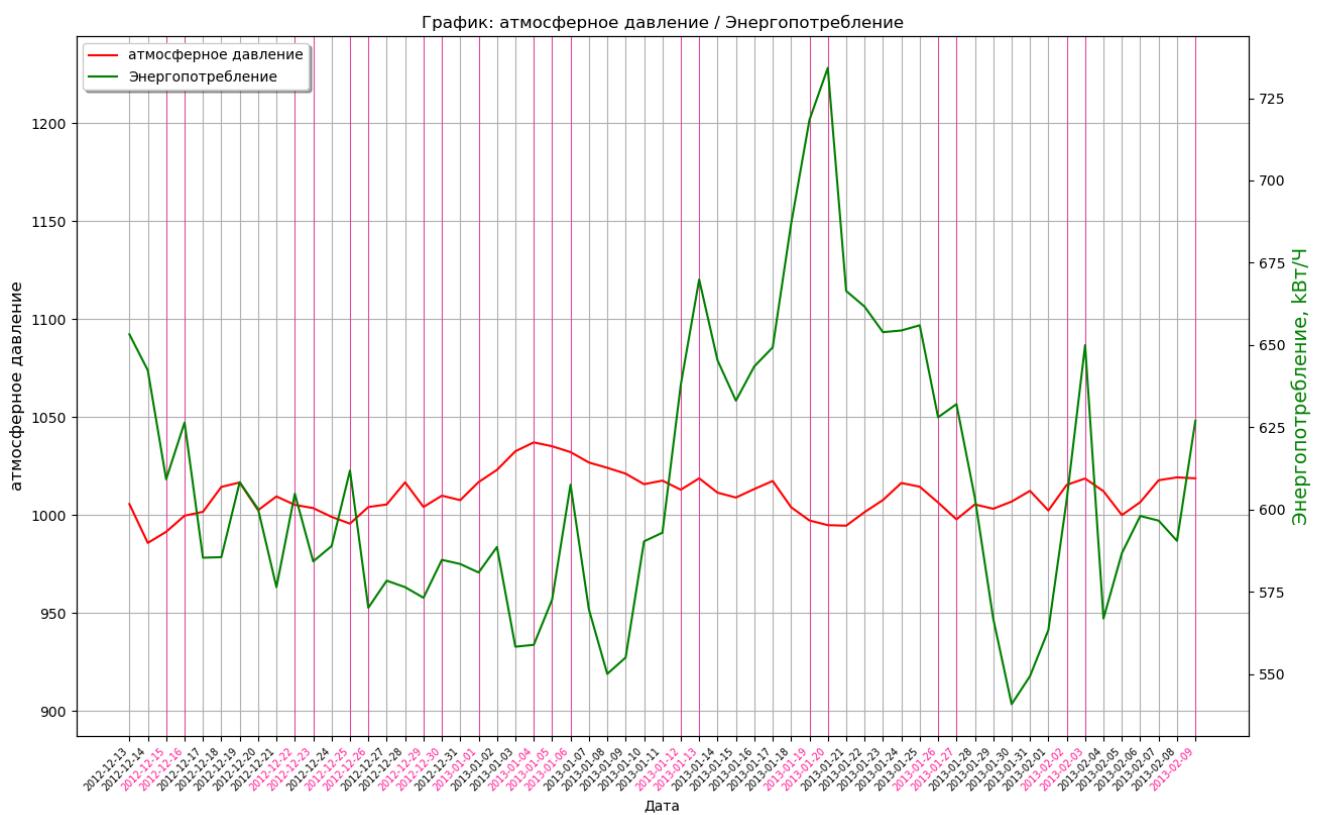


График: Облачность / Энергопотребление

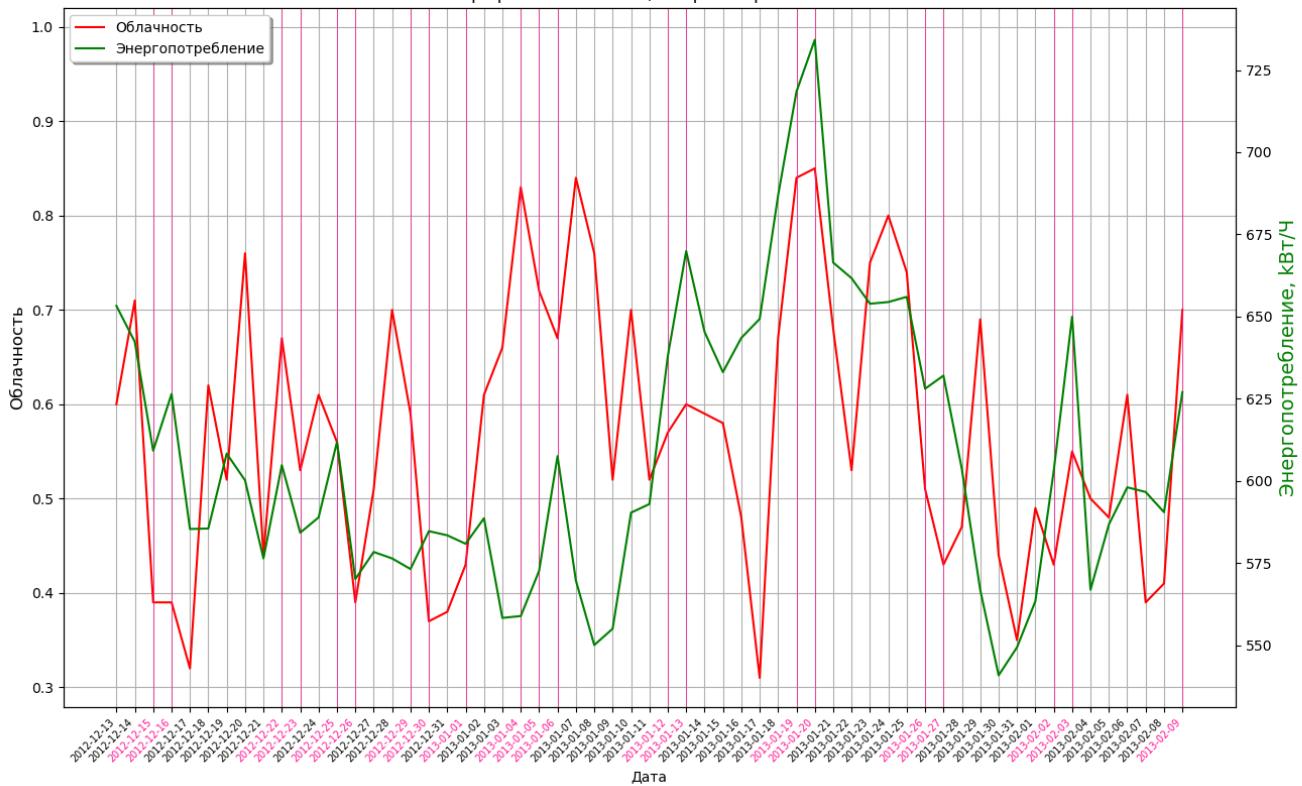
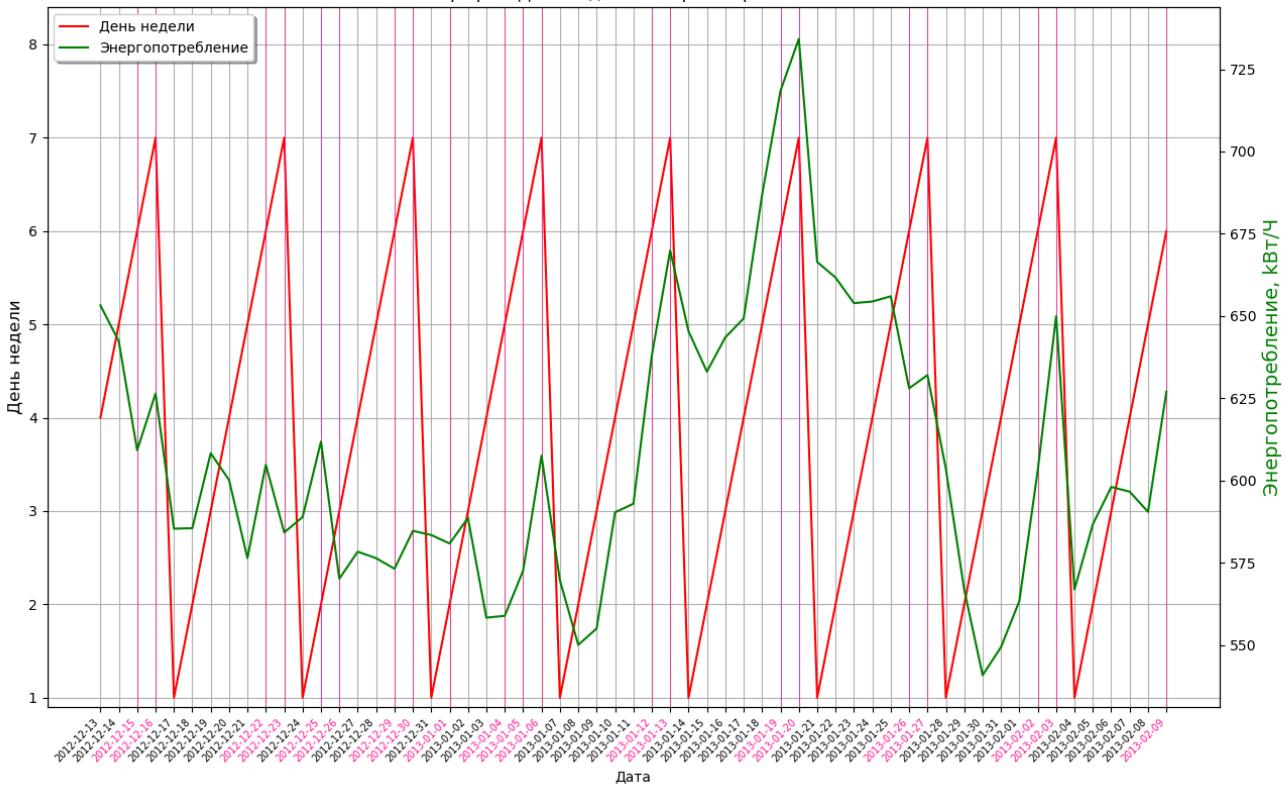
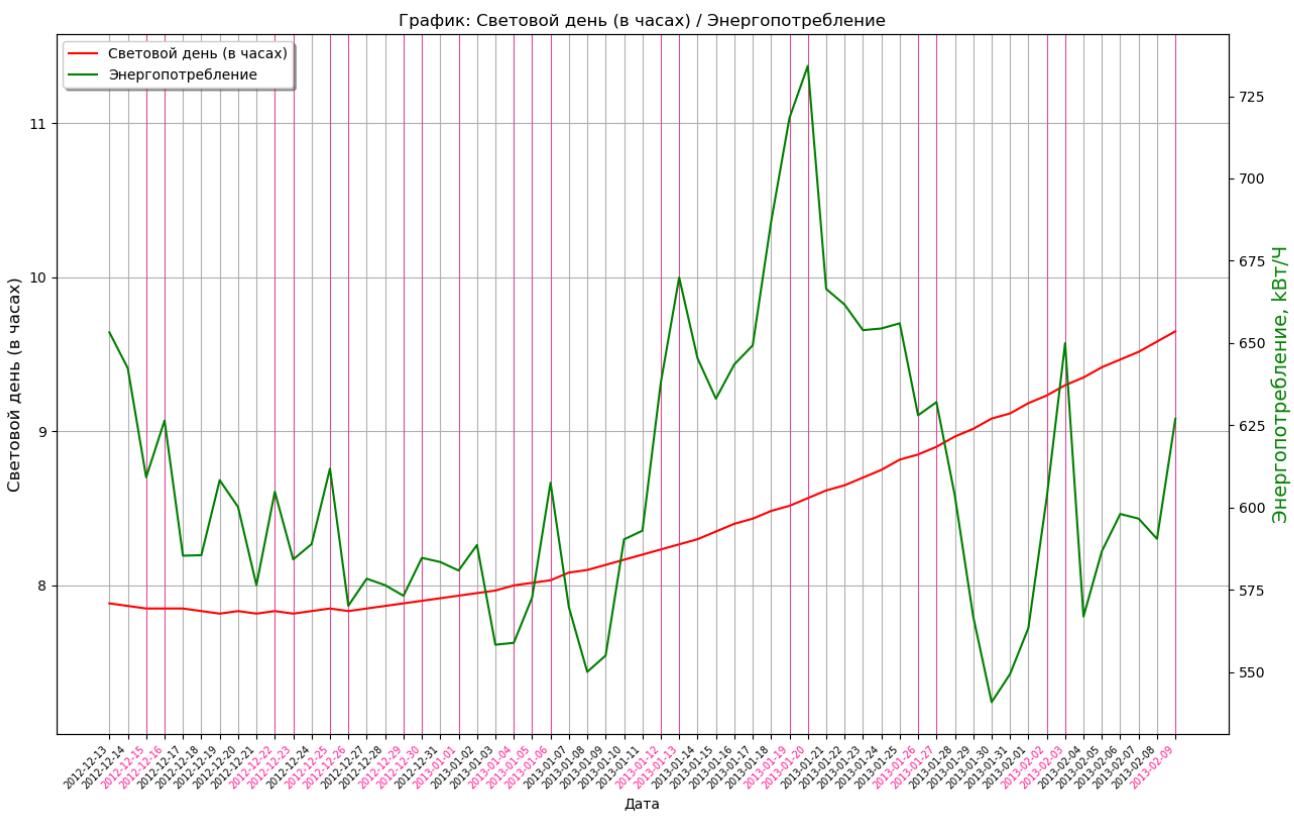
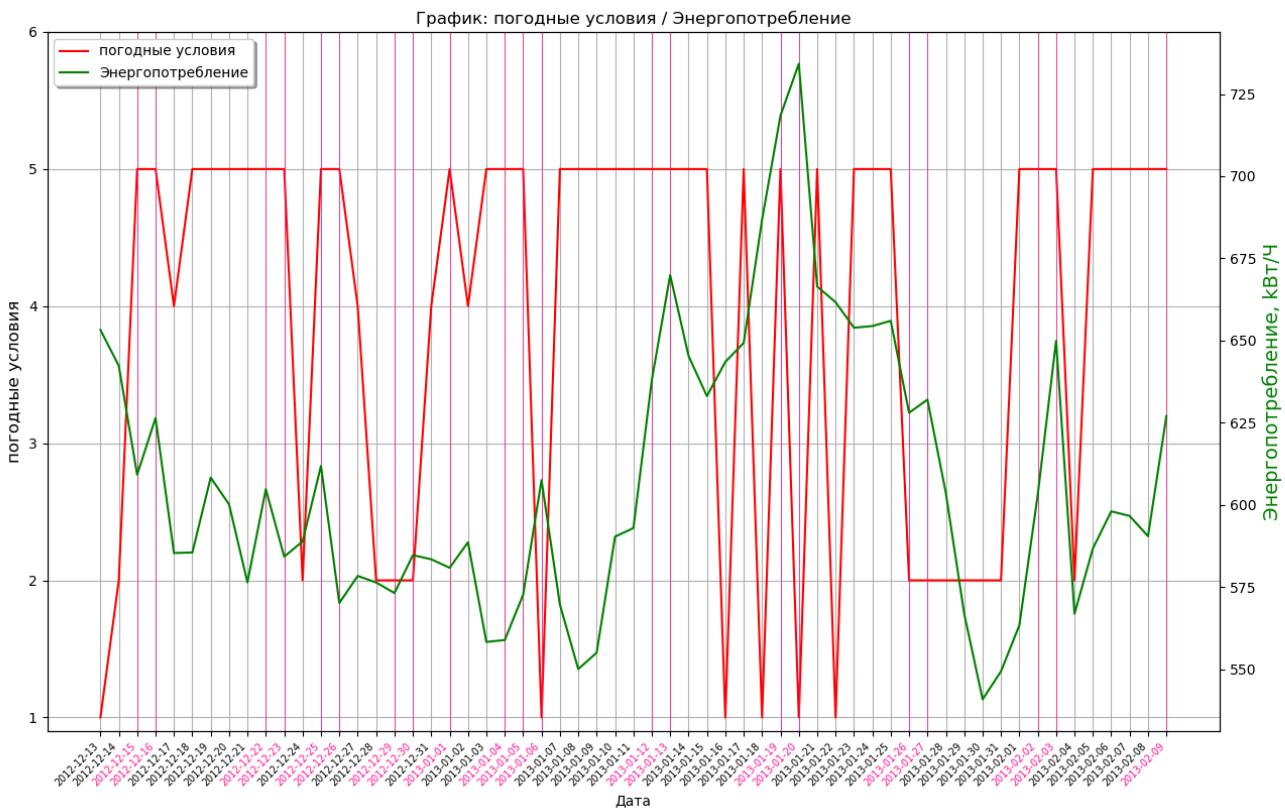
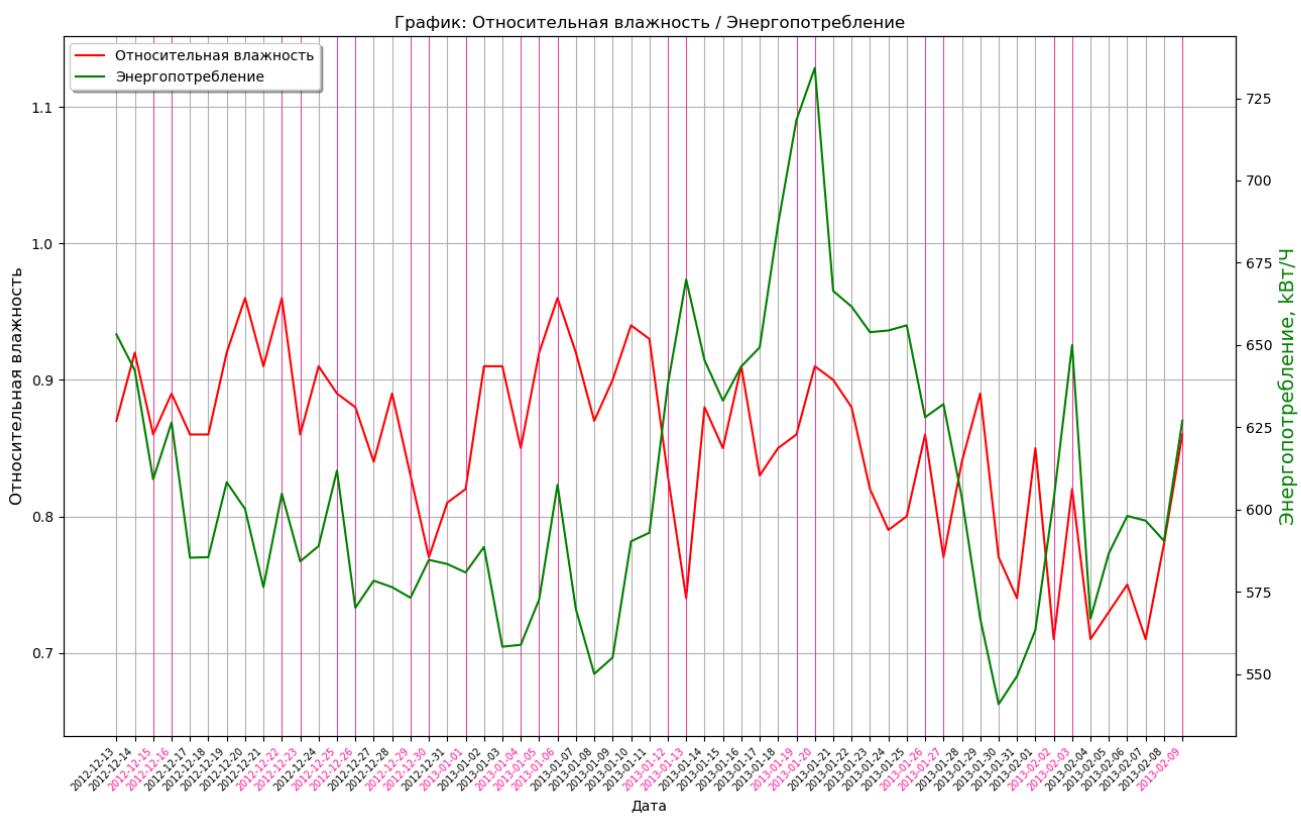
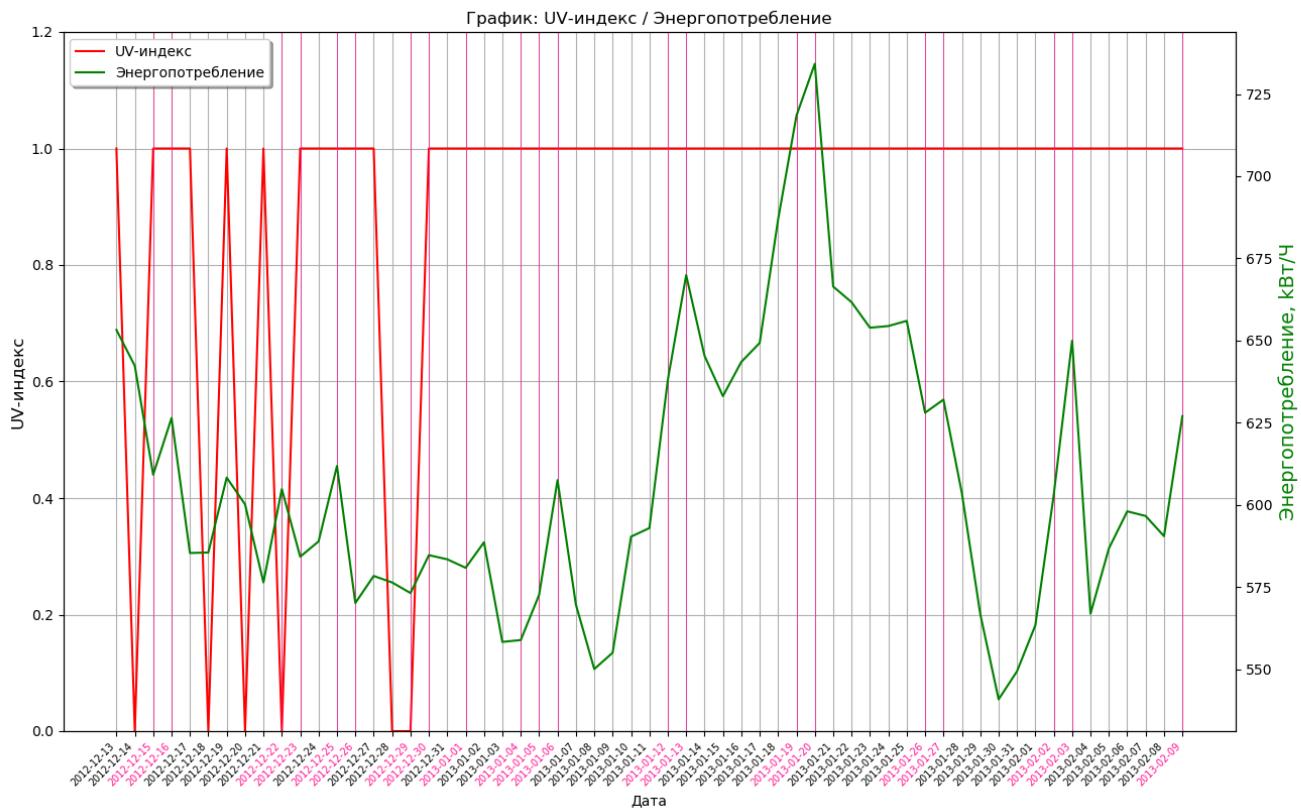


График: День недели / Энергопотребление







5.3. Взаимозависимость параметров метеоусловий.

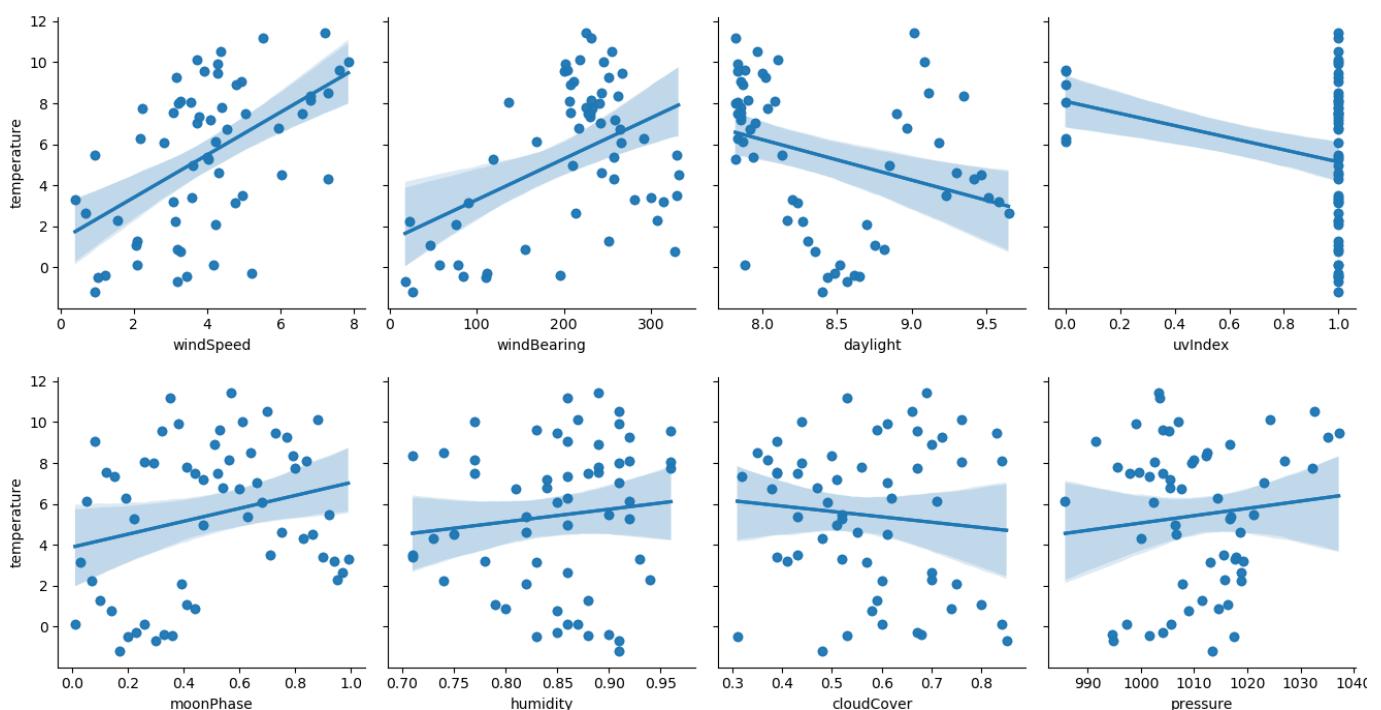
Рассмотрим зависимости параметров метеоусловий между собой.

5.3.1. Температура

| Температура | dewPoint | visibility | windSpeed | windBearing | daylight | uvIndex |
|-------------|----------|------------|-----------|-------------|----------|---------|
| | 0,95 | 0,55 | 0,52 | 0,45 | -0,31 | -0,25 |

| moonPhase | humidity | cloudCover | pressure | icon | numday |
|-----------|----------|------------|----------|-------|--------|
| 0,25 | 0,11 | -0,11 | 0,11 | -0,01 | 0,00 |

Температура имеет очень высокую корреляцию с точкой росы, но это точка росы зависит от температуры, а не наоборот. Видимость так же зависит от температуры. Рассмотрим корреляцию остальных параметров на гистограммах распределения количественных признаков с линией регрессии, выражающей общий характер связи между двумя величинами.



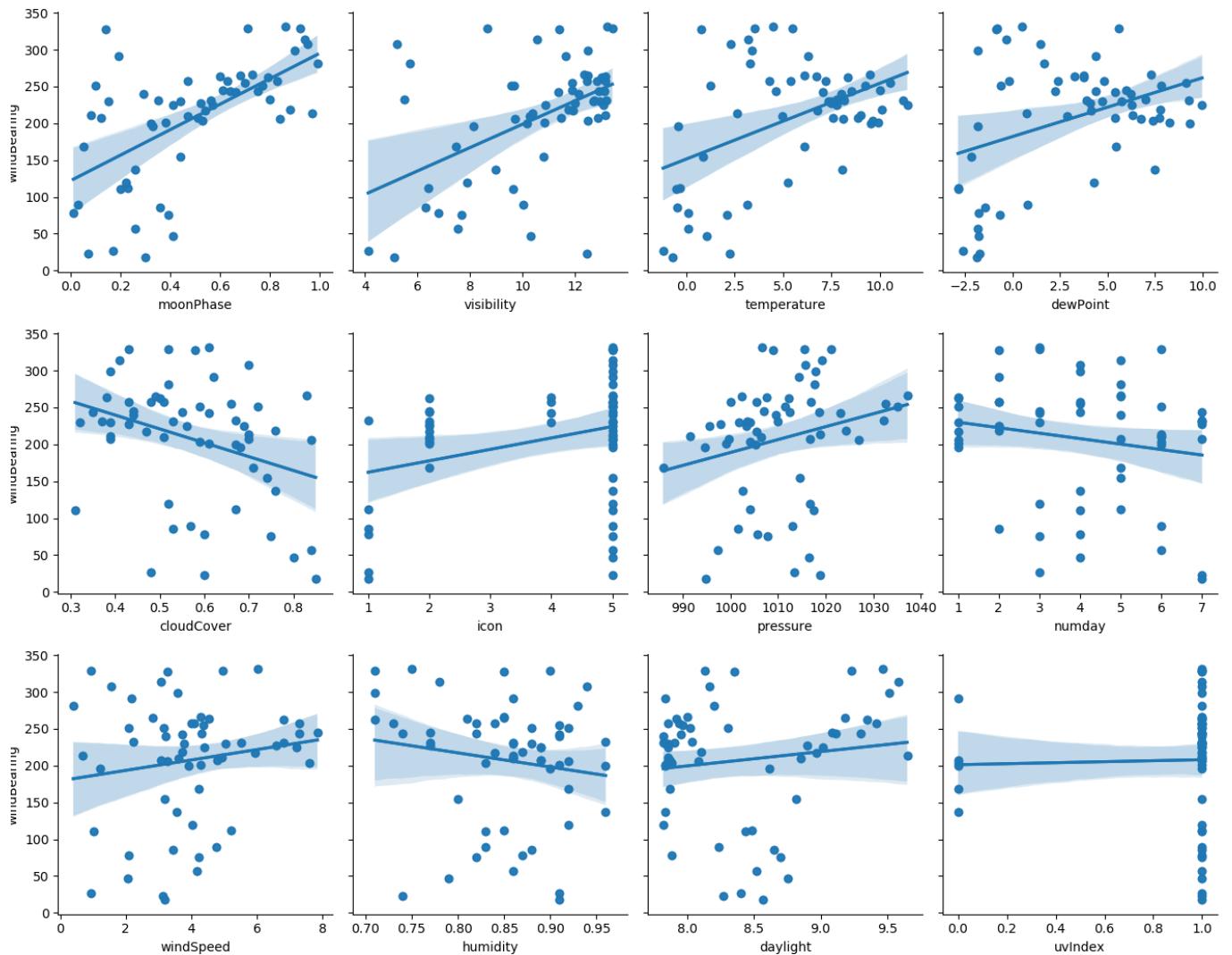
Температура имеет слабые корреляции: положительную со скоростью ветра чуть выше верхней границы, положительную с направлением ветра и фазой луны, отрицательную корреляцию с продолжительностью светового дня и УФ-индексом. С остальными параметрами температура имеет очень слабую связь.

5.3.2. Направление ветра

| Направление ветра | moonPhase | visibility | temperature | dewPoint | cloudCover | icon |
|-------------------|-----------|------------|-------------|----------|------------|------|
| | 0,60 | 0,50 | 0,45 | 0,37 | -0,33 | 0,29 |

| pressure | numday | windSpeed | humidity | daylight | uvIndex |
|----------|--------|-----------|----------|----------|---------|
| 0,23 | -0,18 | 0,16 | -0,15 | 0,14 | 0,03 |

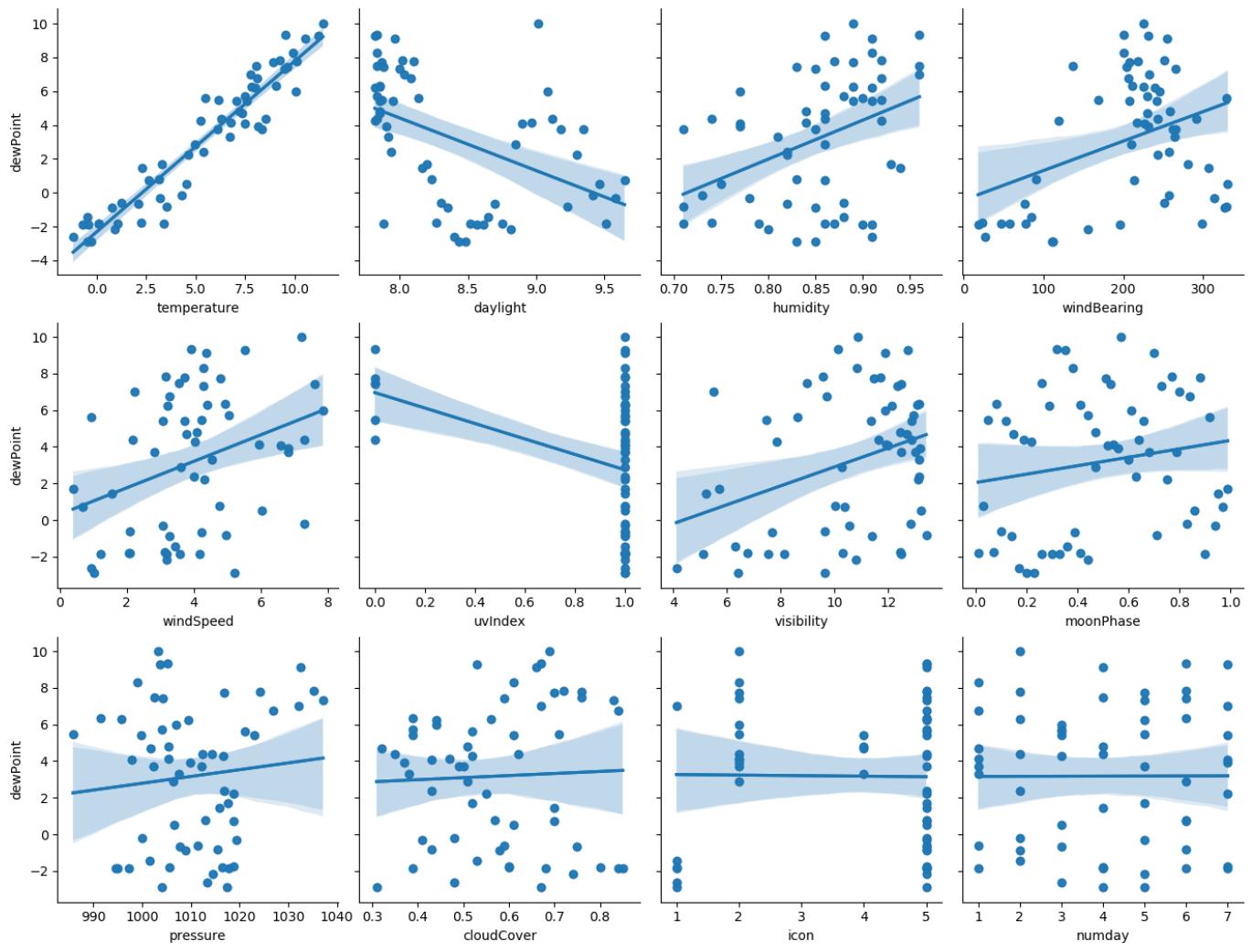
Направление ветра имеет слабые положительные корреляции с фазой луны, видимостью, температурой, точкой росы, погодными условиями и давлением, а также слабую отрицательную связь с облачностью. С остальными параметрами направление ветра имеют очень слабую связь, что видно на нижеприведенных гистограммах:



5.3.3. Температура Точки росы

| Температура Точки росы | temperature | daylight | humidity | windBearing | windSpeed | uvIndex |
|---------------------------|-------------|-----------|----------|-------------|-----------|---------|
| | 0,95 | -0,47 | 0,40 | 0,37 | 0,34 | -0,34 |
| | visibility | moonPhase | pressure | cloudCover | icon | numday |
| | 0,34 | 0,17 | 0,10 | 0,04 | -0,01 | 0,00 |

Температура Точки росы имеет очень высокий положительный коэффициент корреляции с температурой, слабую отрицательную корреляцию с продолжительностью светового дня и УФ-индексом, слабую положительную связь с влажностью, направлением ветра и видимостью. С остальными параметрами Температура Точки росы имеет очень слабую связь или вообще никакой связи, что видно на нижеприведенных гистограммах:



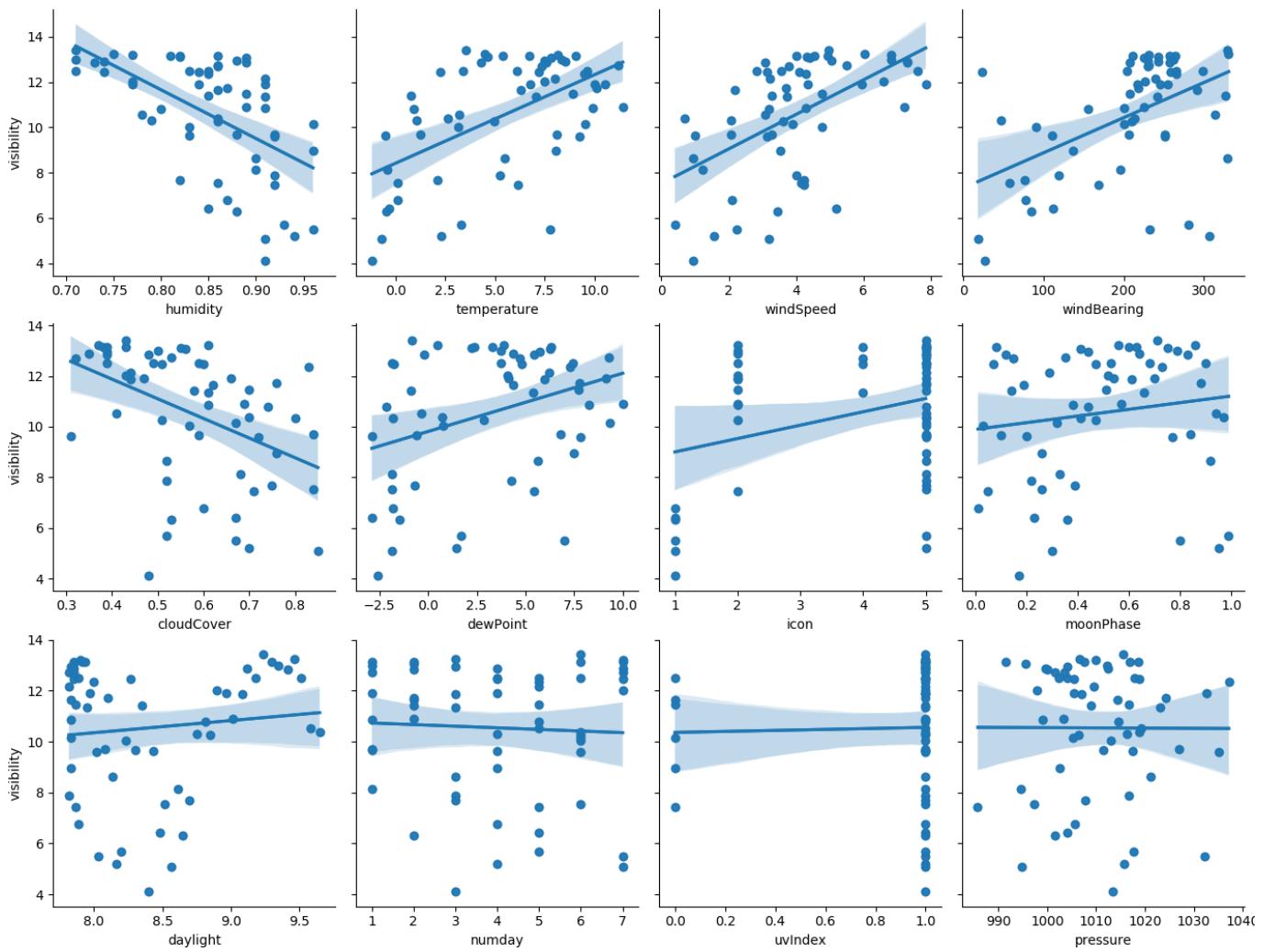
Фаза луны не зависит ни от каких параметров метеоусловий – этот коэффициент рассматривать не имеет смысла.

5.3.4. Видимость

| Видимость | humidity | temperature | windSpeed | windBearings | cloudCover | dewPoint |
|-----------|----------|-------------|-----------|--------------|------------|----------|
| | -0,55 | 0,55 | 0,54 | 0,50 | -0,44 | 0,34 |

| icon | moonPhase | daylight | numday | uvIndex | pressure |
|------|-----------|----------|--------|---------|----------|
| 0,32 | 0,15 | 0,11 | -0,05 | 0,02 | 0,00 |

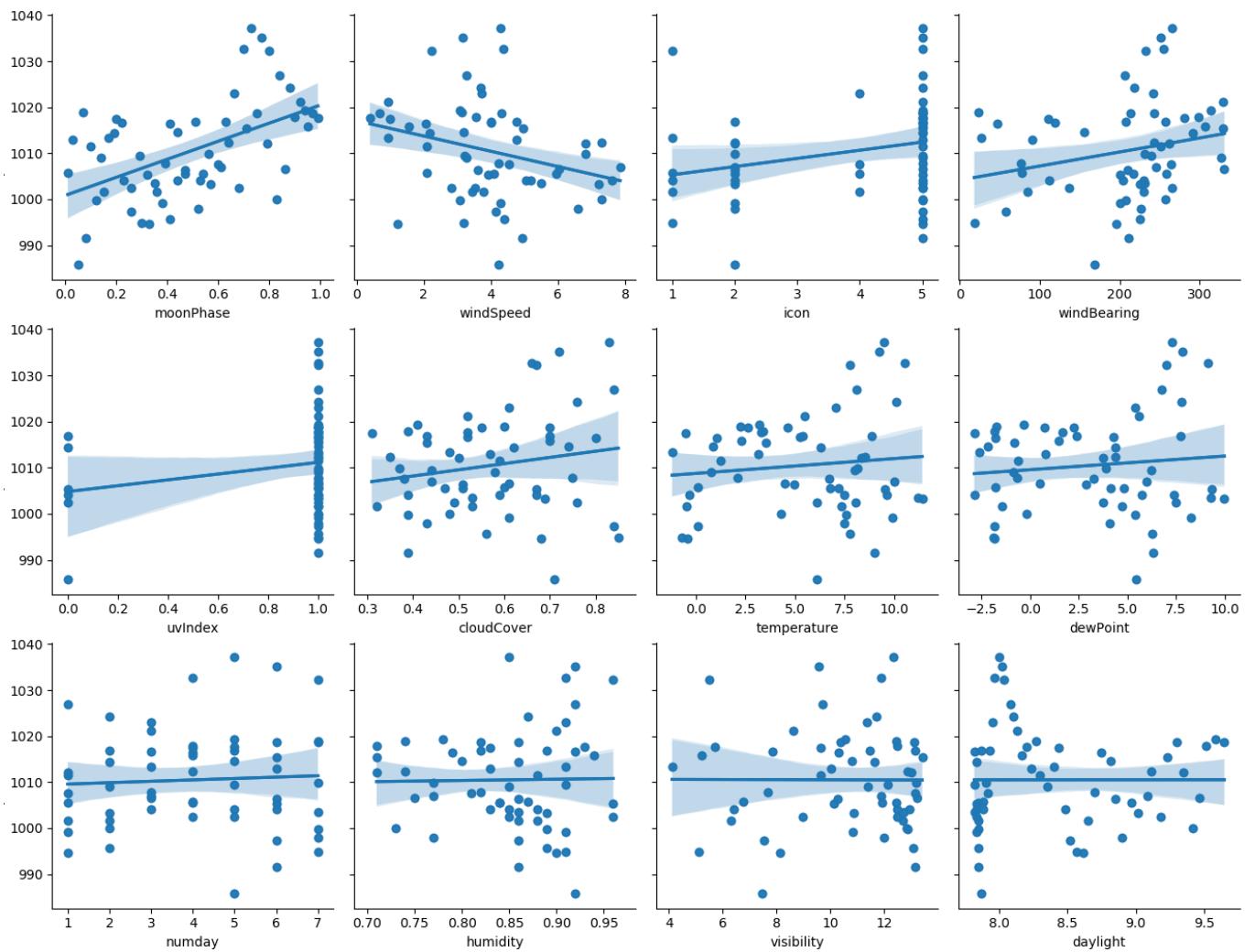
Видимость имеет среднюю отрицательную корреляцию с влажностью, среднюю положительную корреляцию с температурой, скоростью и направлением ветра. Слабую отрицательную корреляцию с облачностью, слабую положительную корреляцию с точкой росы и погодными условиями. С остальными параметрами Видимость имеет очень слабую связь или вообще никакой связи, что видно на нижеприведенных гистограммах:



5.3.5. Давление

| Давление | moonPhase | windSpeed | icon | windBearings | uvIndex | cloudCover |
|----------|-------------|-----------|--------|--------------|------------|------------|
| | 0,52 | -0,28 | 0,25 | 0,23 | 0,18 | 0,18 |
| | temperature | dewPoint | numday | humidity | visibility | daylight |
| | 0,11 | 0,10 | 0,06 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |

Давление имеет среднюю положительную корреляцию с фазой луны, слабую связь со скоростью и направлением ветра и погодными условиями. С остальными параметрами давление имеет очень слабую связь или вообще никакой связи, что видно на нижеприведенных гистограммах:

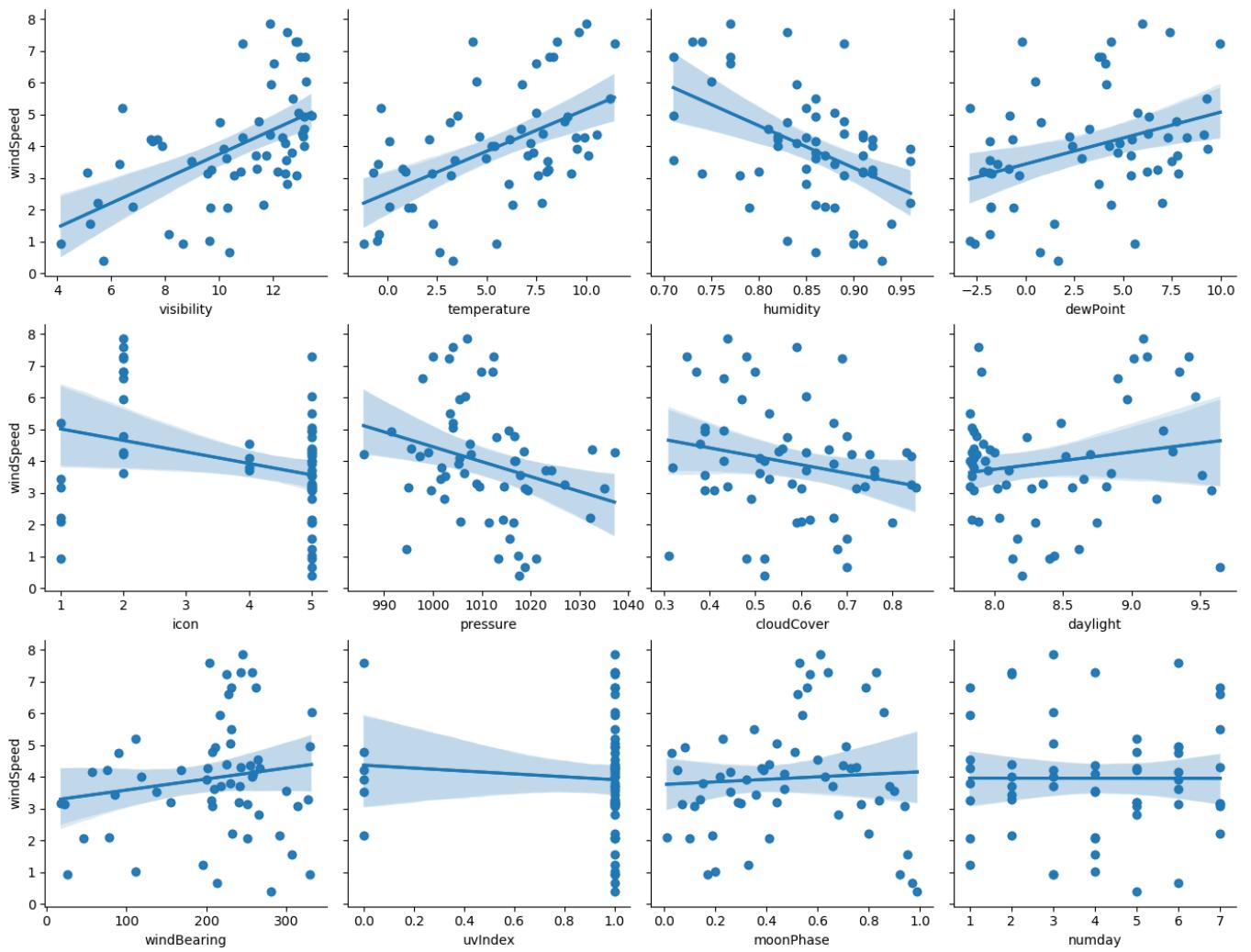


5.3.6. Скорость ветра

| Скорость ветра | visibility | temperature | humidity | dewPoint | icon | pressure |
|----------------|------------|-------------|----------|----------|-------|----------|
| | 0,54 | 0,52 | -0,48 | 0,34 | -0,31 | -0,28 |

| cloudCover | daylight | windBearing | uvIndex | moonPhase | numday |
|------------|----------|-------------|---------|-----------|--------|
| -0,21 | 0,17 | 0,16 | -0,08 | 0,06 | 0,00 |

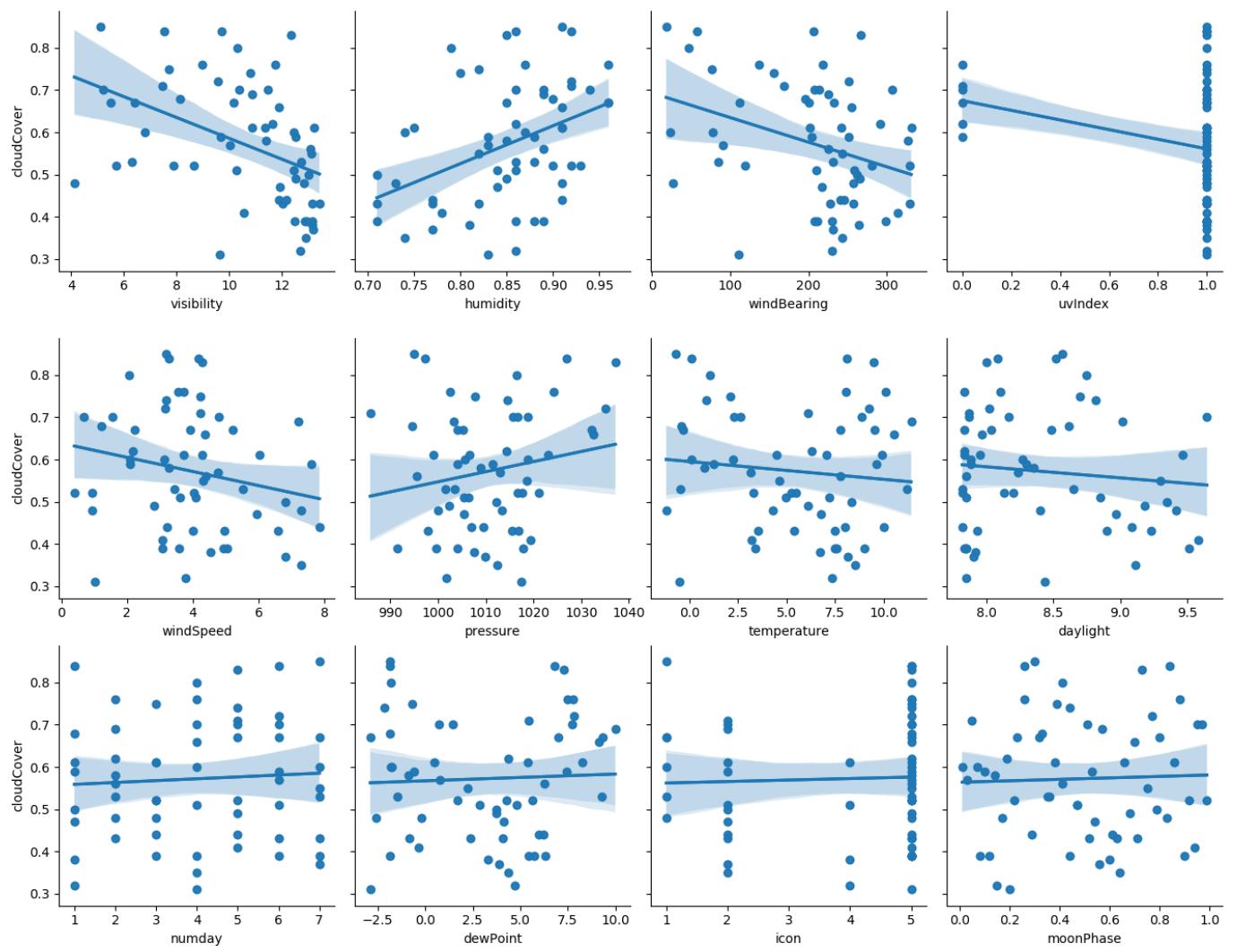
Скорость ветра имеет среднюю положительную корреляцию с температурой (скорость ветра не зависит от видимости, тут наоборот видимость зависит от скорости ветра), слабую связь с влажностью, точкой росы, погодными условиями, давлением и облачностью. С остальными параметрами Скорость ветра имеет очень слабую связь или вообще никакой связи, что видно на нижеприведенных гистограммах:



5.3.7. Облачность

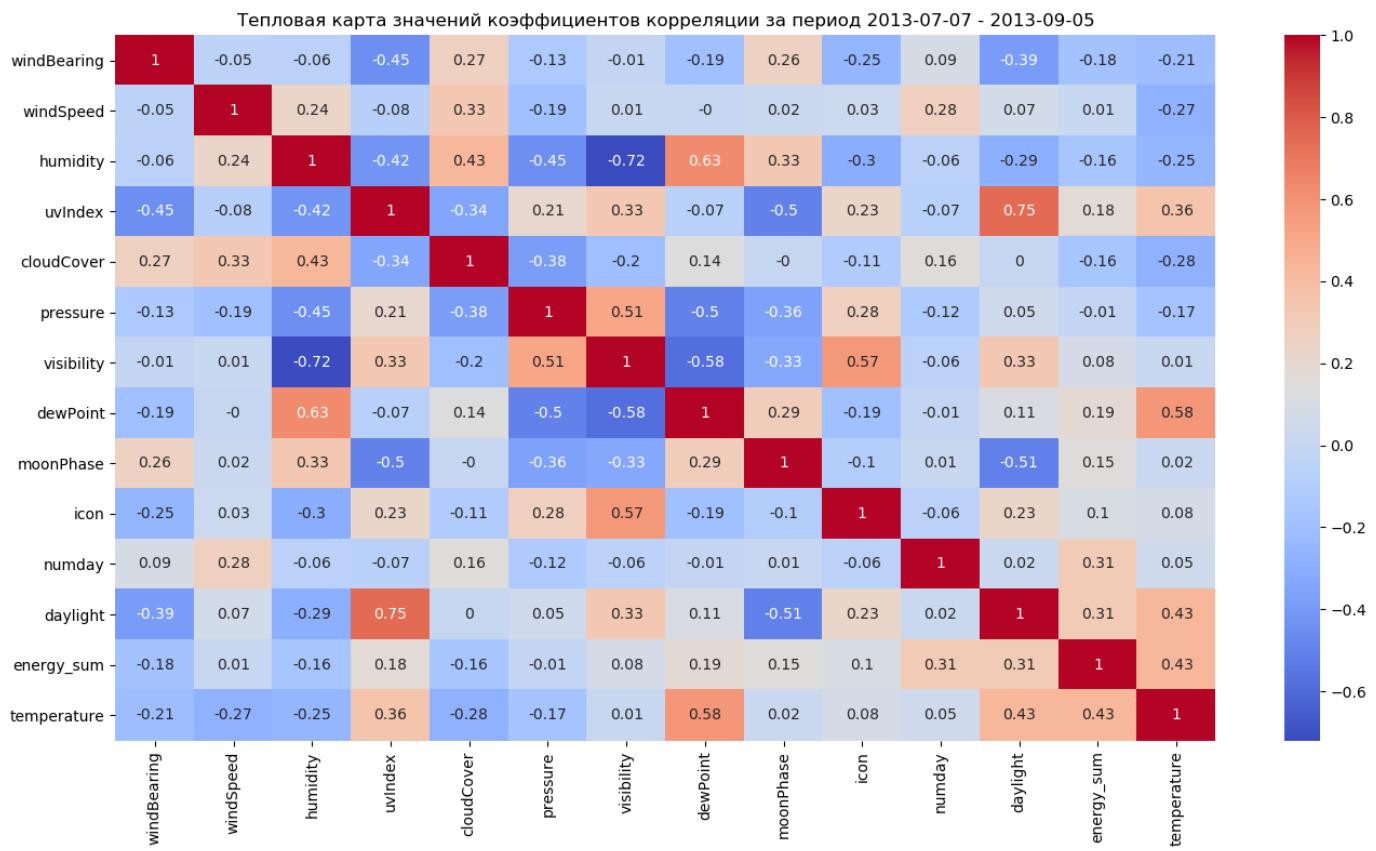
| Облачность | visibility | humidity | windBearing | uvIndex | windSpeed | pressure |
|-------------|------------|----------|-------------|---------|-----------|----------|
| | -0,44 | 0,41 | -0,33 | -0,24 | -0,21 | 0,18 |
| temperature | daylight | numday | dewPoint | icon | moonPhase | |
| -0,11 | -0,10 | 0,06 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | |

Облачность имеет среднюю положительную корреляцию с влажностью (Облачность не зависит от видимости, тут наоборот видимость зависит от облачности), слабую связь с направлением и скоростью ветра, УФ-индексом и давлением. С остальными параметрами Облачность имеет очень слабую связь или вообще никакой связи, что видно на нижеприведенных гистограммах:



Остальные параметры имеют очень слабую связь с энергопотреблением их взаимосвязь между собой рассматривать не имеет смысла.

6. Исследование периода с низким энергопотреблением.



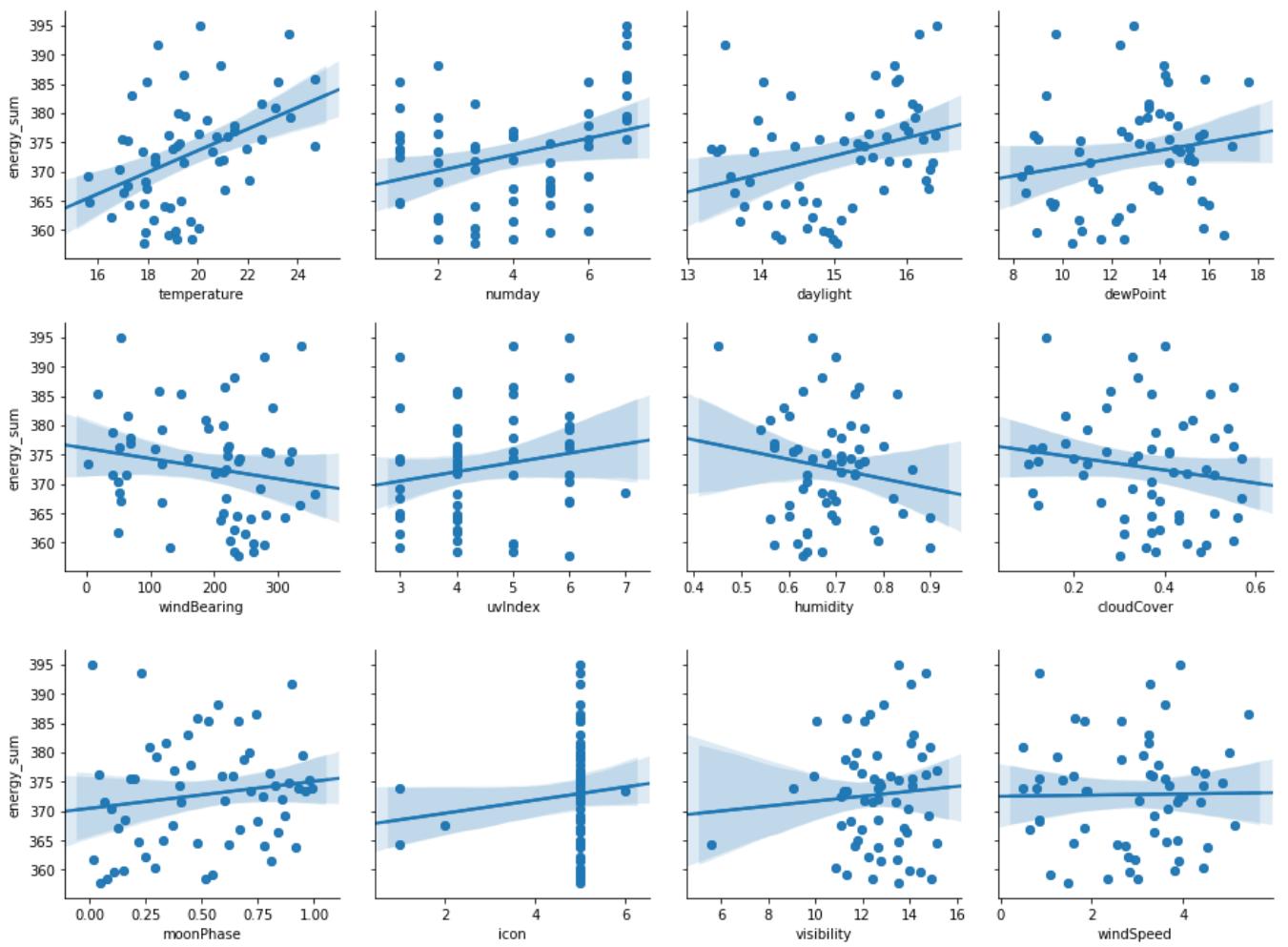
Коэффициенты корреляции для метеоусловий, влияющих на энергопотребление

| Энерго-потребление | temperature | numday | daylight | dewPoint | windBear | uvIndex |
|--------------------|-------------|-----------|----------|------------|-----------|----------|
| | 0.43 | 0.31 | 0.31 | 0.19 | -0.18 | 0.18 |
| humidity | cloudCover | moonPhase | icon | visibility | windSpeed | pressure |
| -0.16 | -0.16 | 0.15 | 0.10 | 0.08 | 0.01 | -0.01 |

Исследования показали слабую положительную зависимость энергопотребления от температуры (при увеличении температуры в теплый период возрастает энергопотребление), дня недели и длительности светового дня. Остальные параметры метеоусловий имеют очень слабое влияние на энергопотребление.

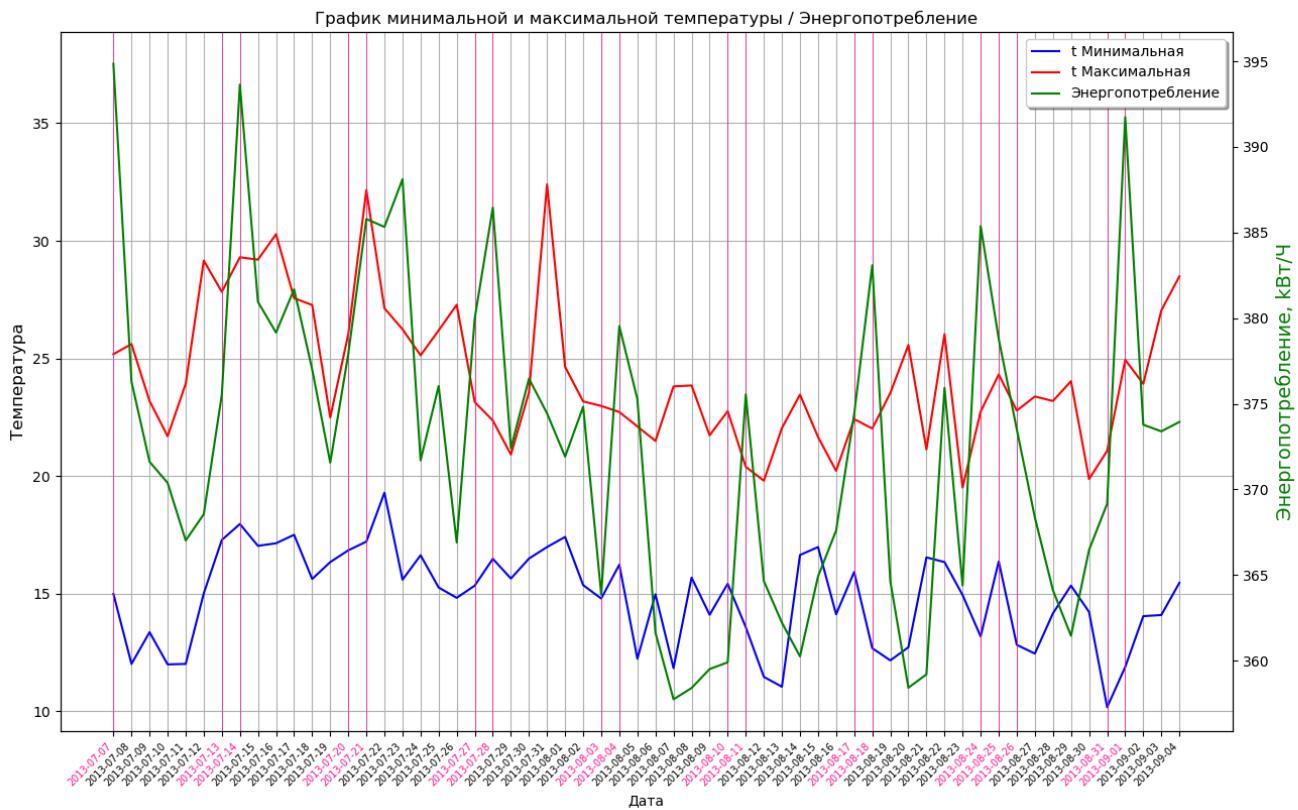
6.1. Гистограммы распределения количественных признаков.

Рассмотрим корреляцию энергопотребления с параметрами метеоусловий на гистограммах распределения количественных признаков с линией регрессии, выражающей общий характер связи между двумя величинами.



6.2. Графики зависимости энергопотребления от параметров

Рассмотрим подробнее на графиках зависимости энергопотребления от конкретного параметра.



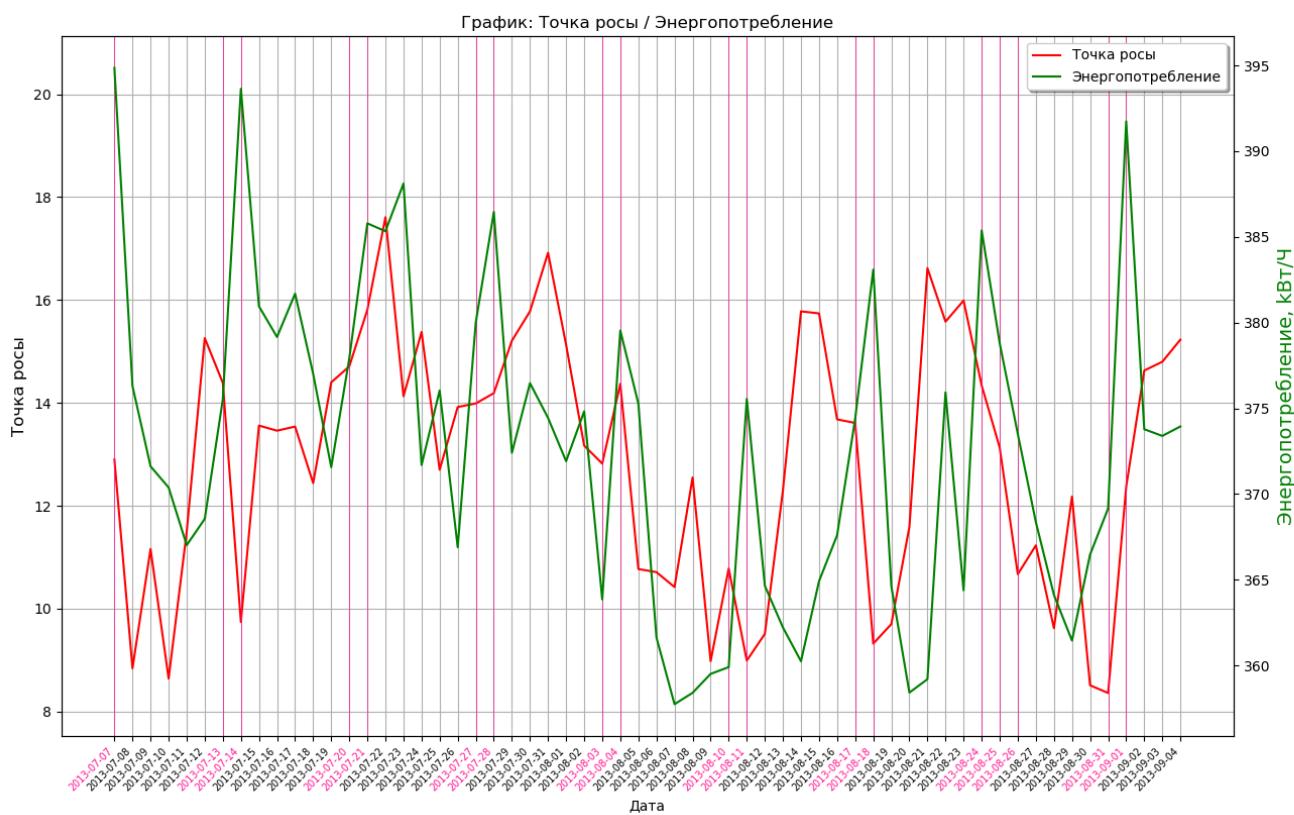
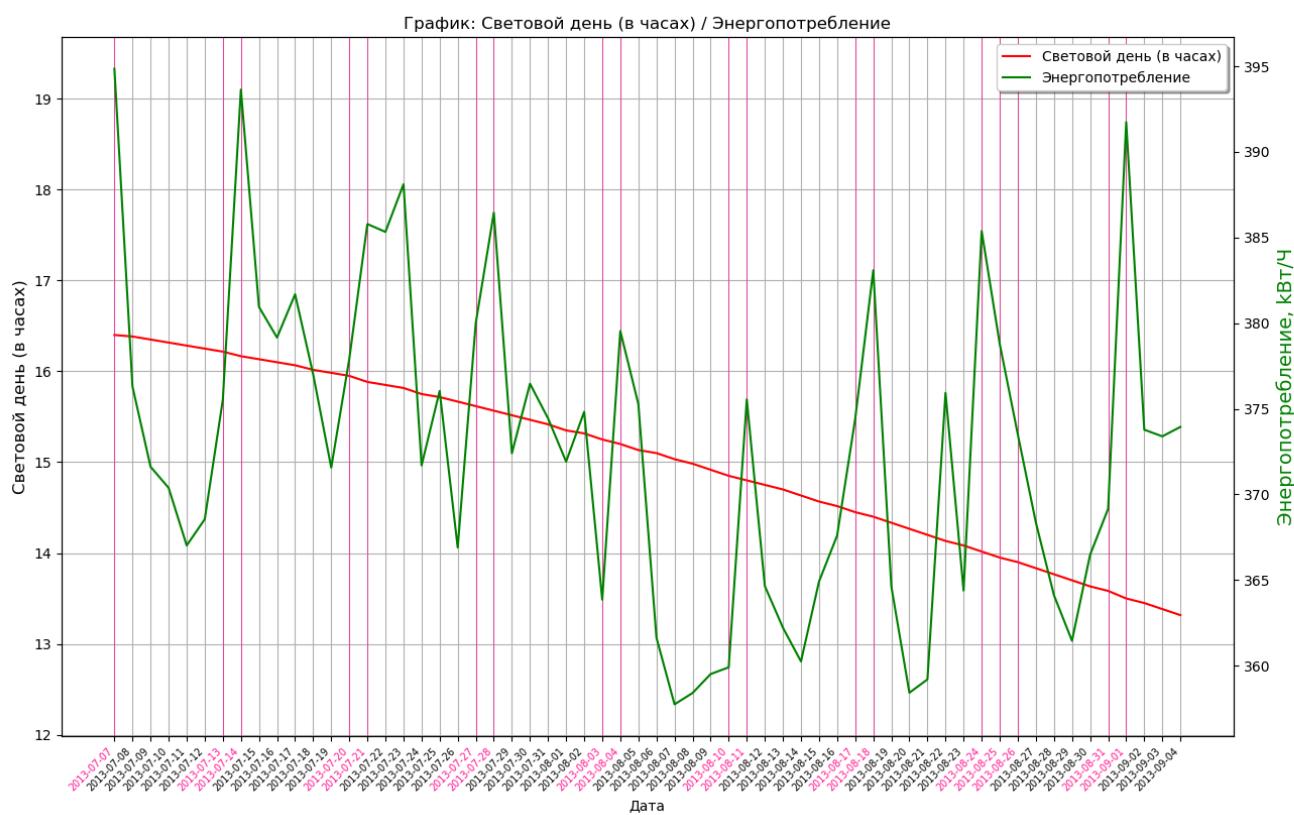


График: Скорость и Направление ветра / Энергопотребление

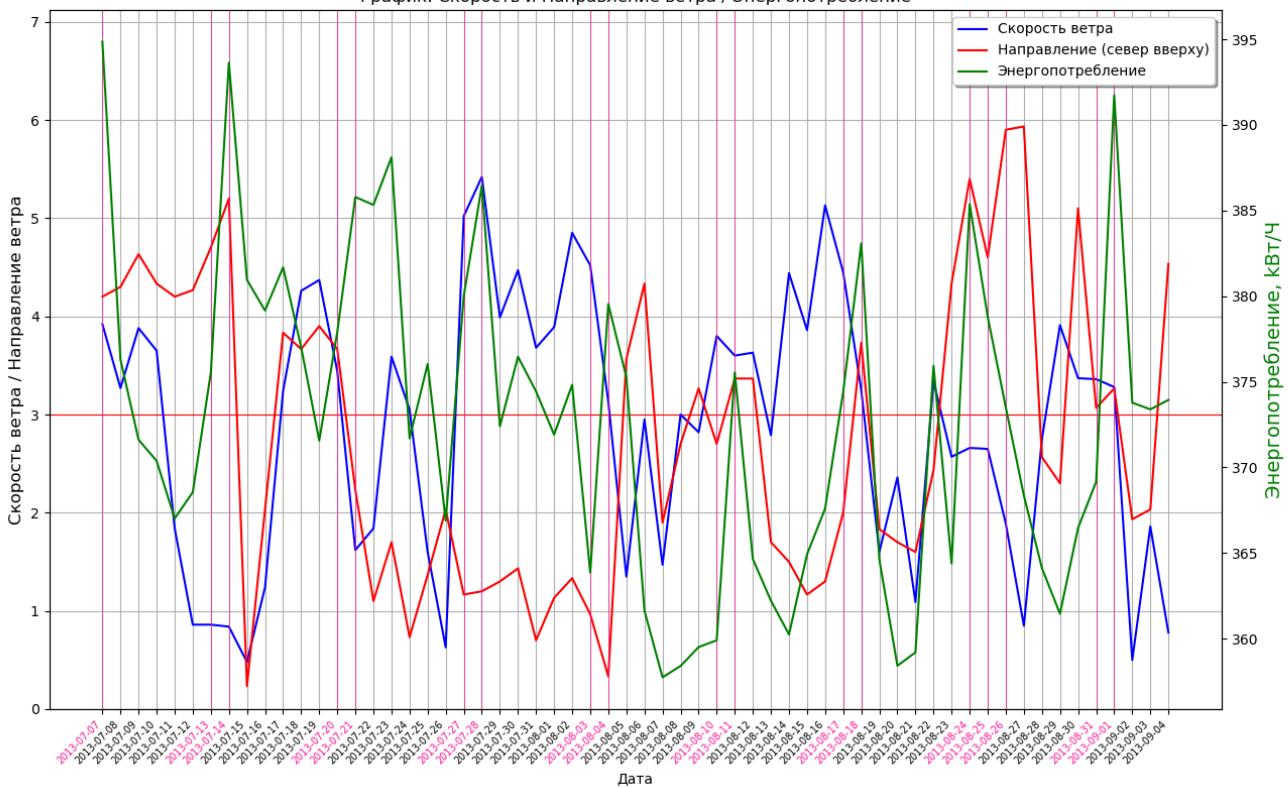
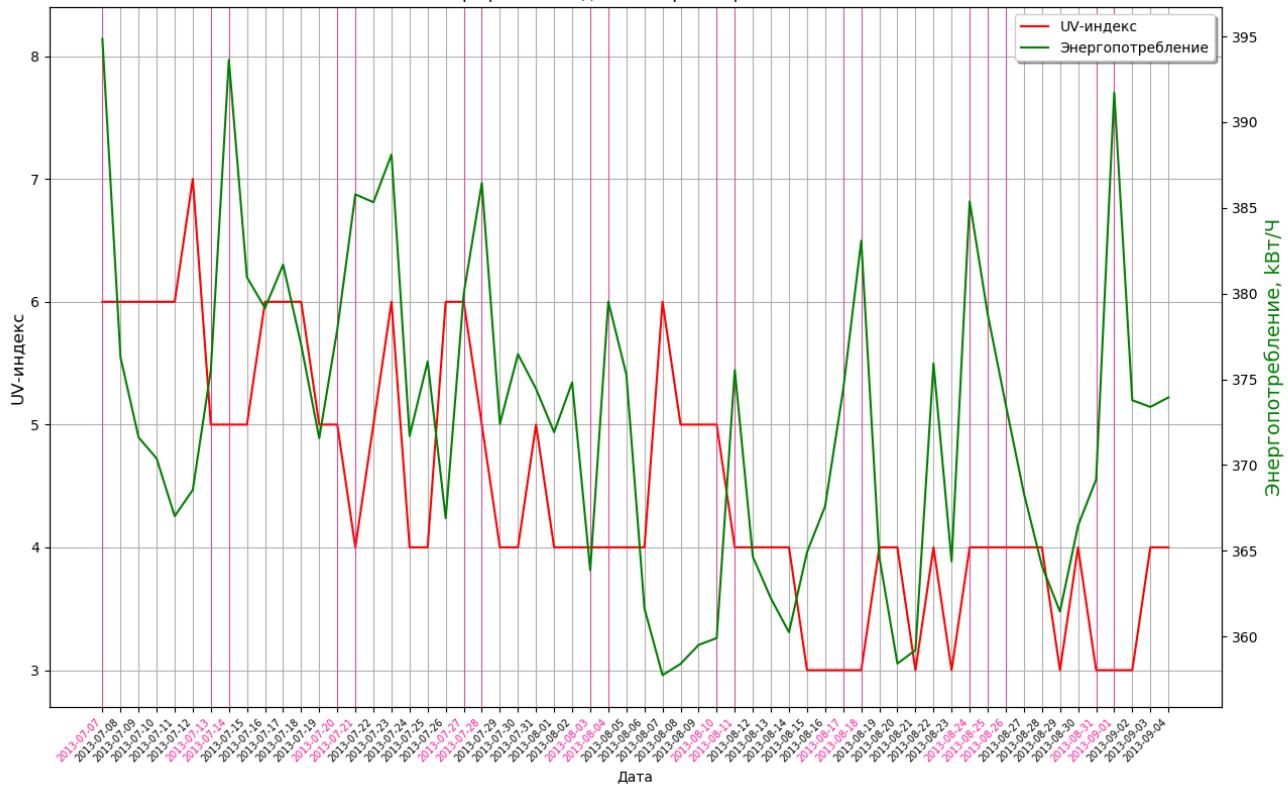


График: UV-индекс / Энергопотребление



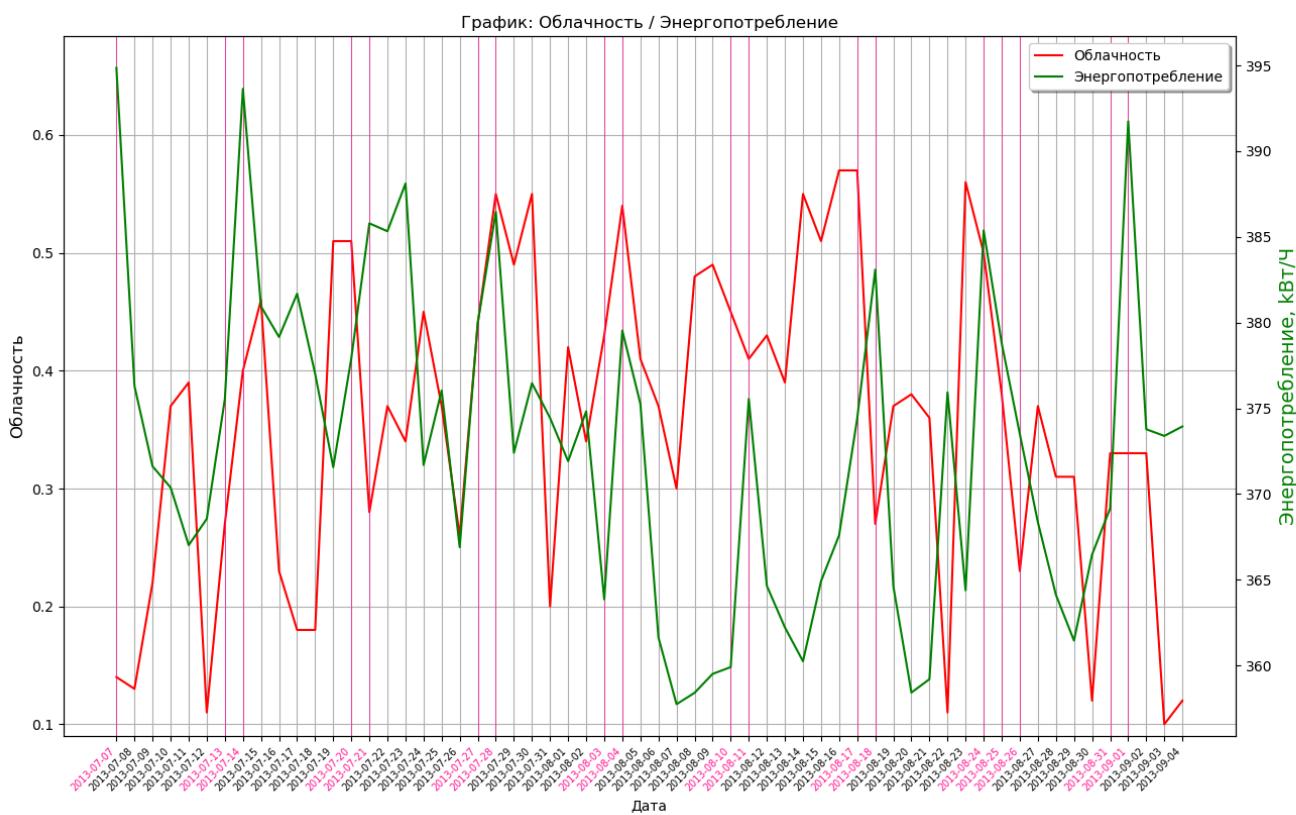
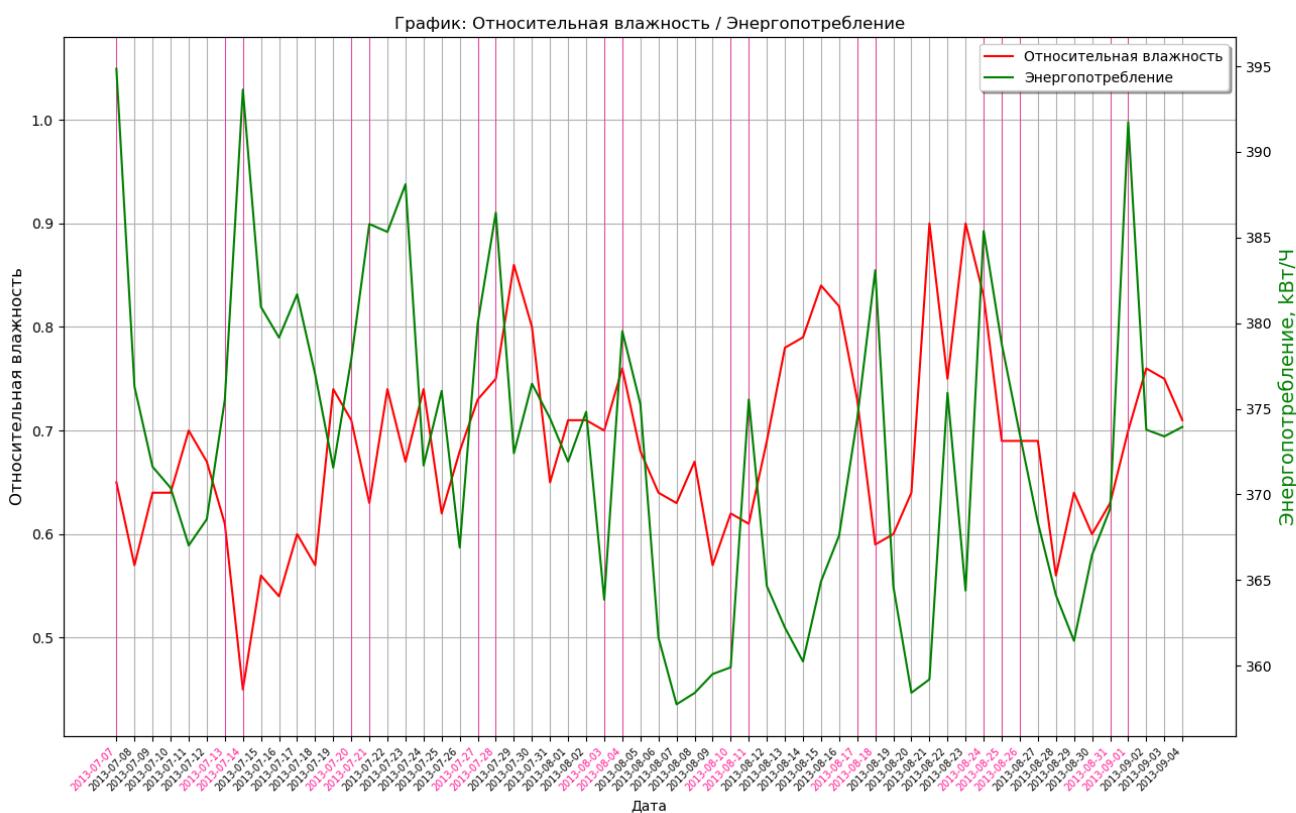


График: фаза луны / Энергопотребление

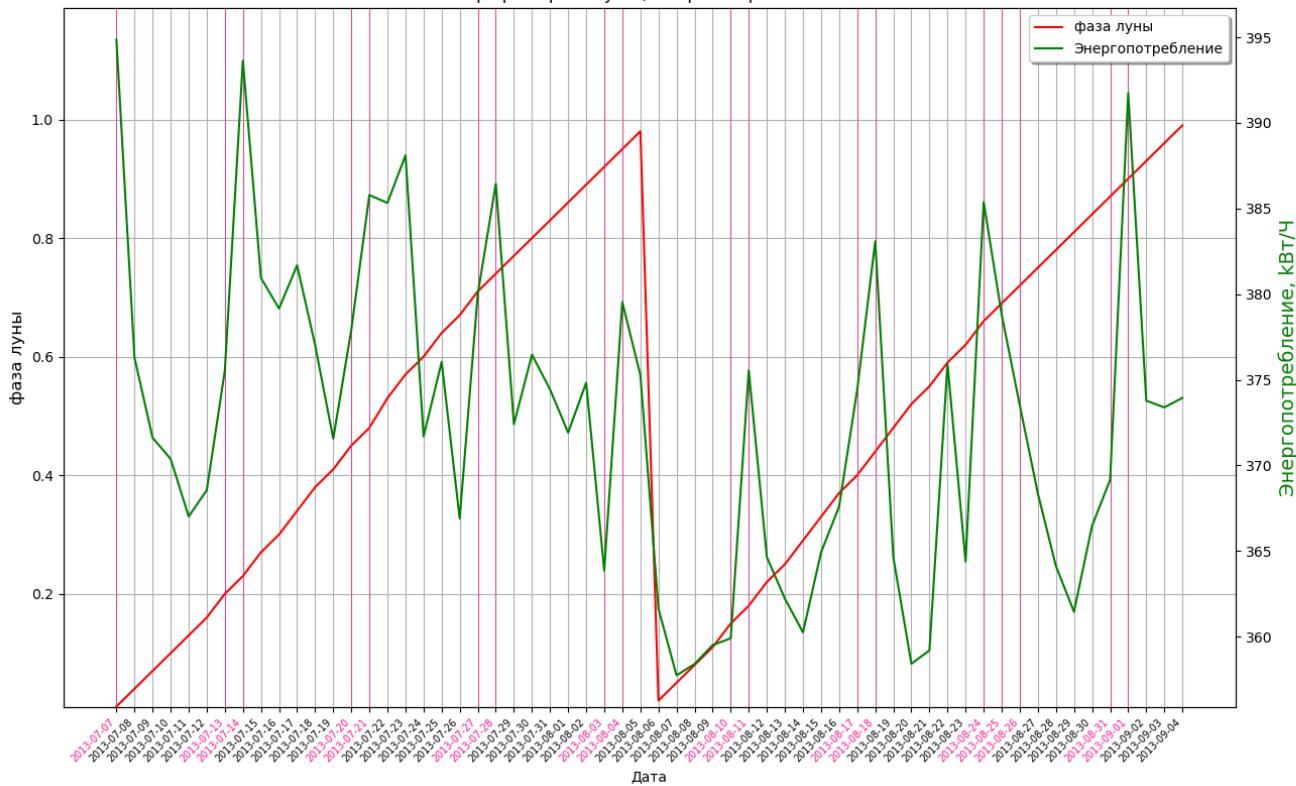
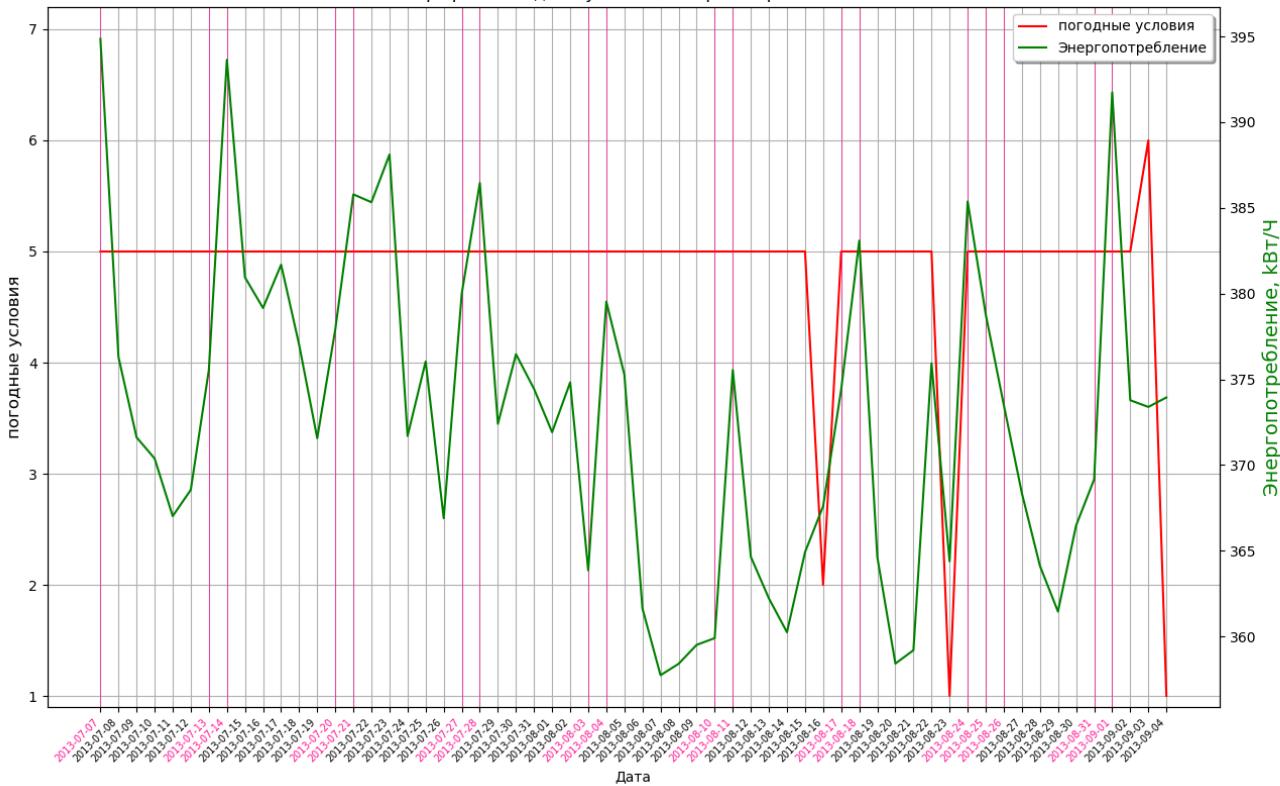
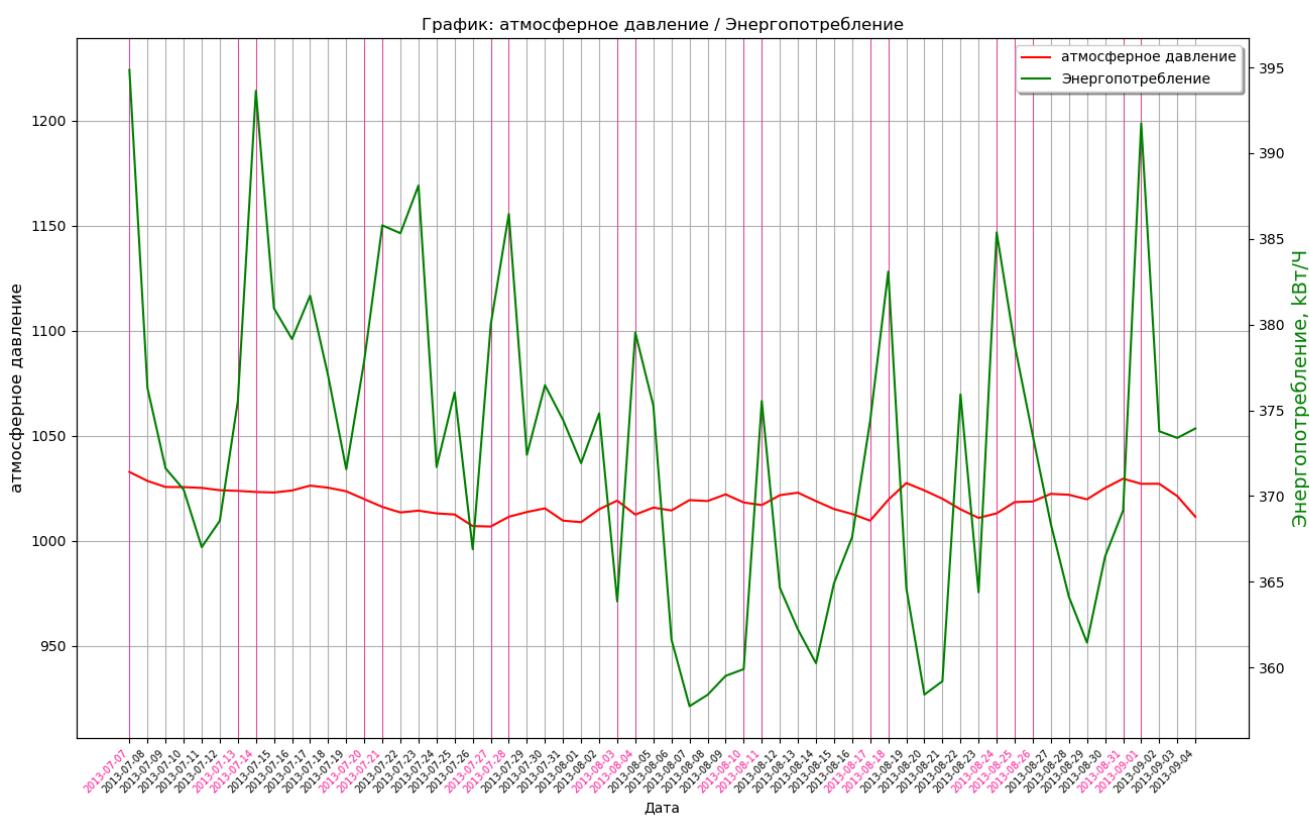
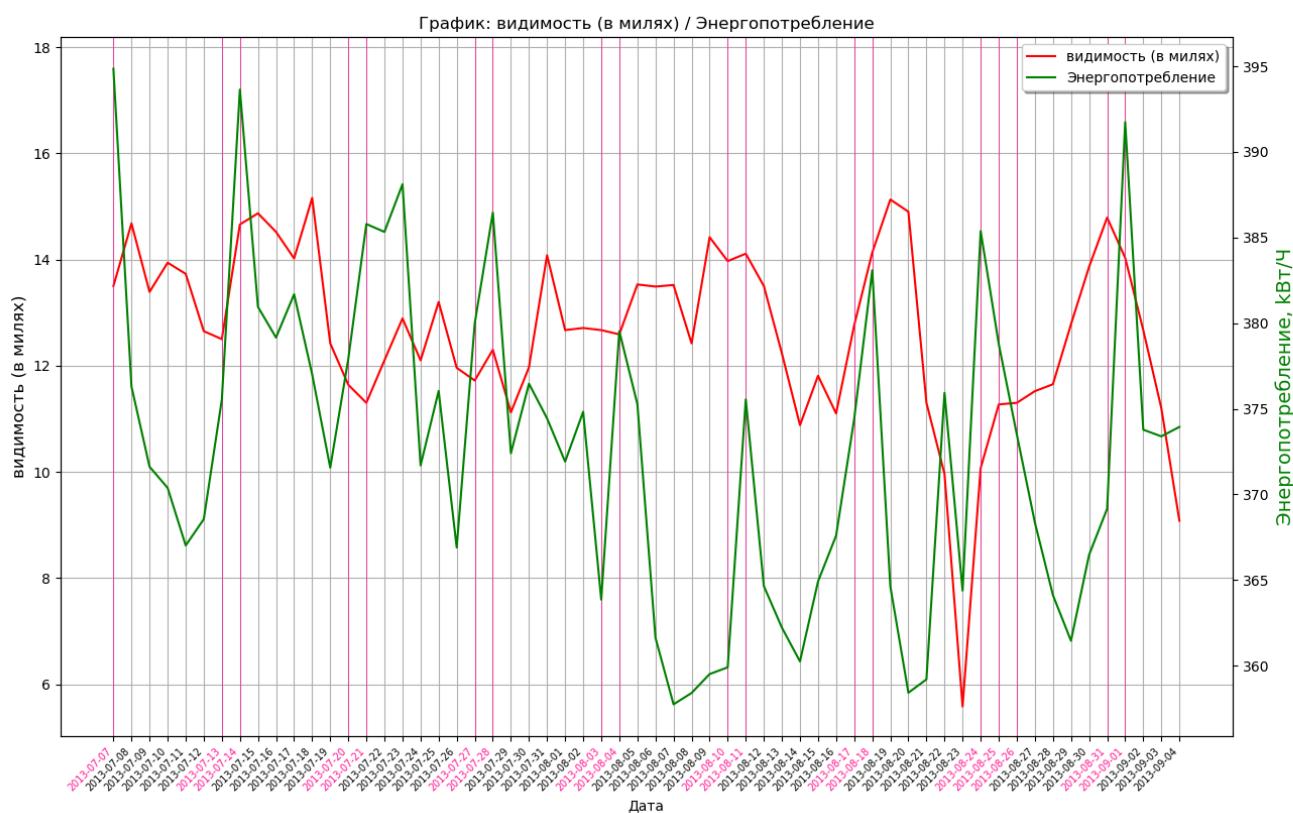


График: погодные условия / Энергопотребление





6.3. Взаимозависимость параметров метеоусловий.

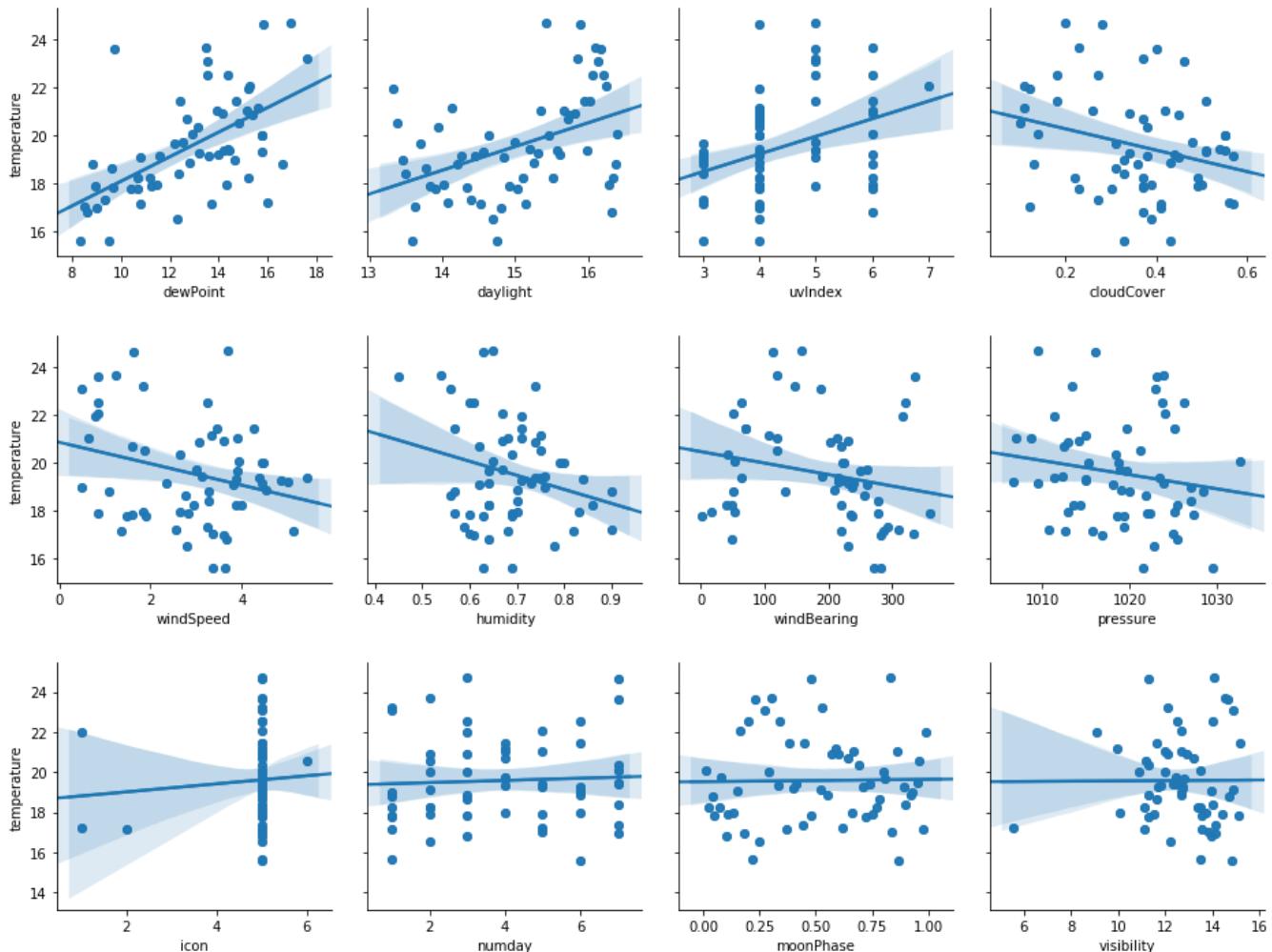
Рассмотрим зависимости параметров метеоусловий между собой:

6.3.1. Температура

| Температура | dewPoint | daylight | uvIndex | cloudCover | windSpeed | humidity |
|-------------|-------------|----------|---------|------------|-----------|------------|
| | 0.58 | 0.43 | 0.36 | -0.28 | -0.27 | -0.25 |
| | windBearing | pressure | icon | numday | moonPhase | visibility |
| | -0.21 | -0.17 | 0.08 | 0.05 | 0.02 | 0.01 |

Температура имеет среднюю корреляцию с точкой росы, но это точка росы зависит от температуры, а не наоборот. Длительность светового дня и УФ-индекс имеют слабую положительную корреляцию с температурой. Облачность, скорость / направление ветра и влажность имеют слабую отрицательную корреляцию с температурой. Остальные параметры имеют очень слабое влияние на температуру.

Рассмотрим корреляцию этих параметров на гистограммах распределения количественных признаков с линией регрессии, выражающей общий характер связи между двумя величинами.



6.3.2. День недели и продолжительность светового дня

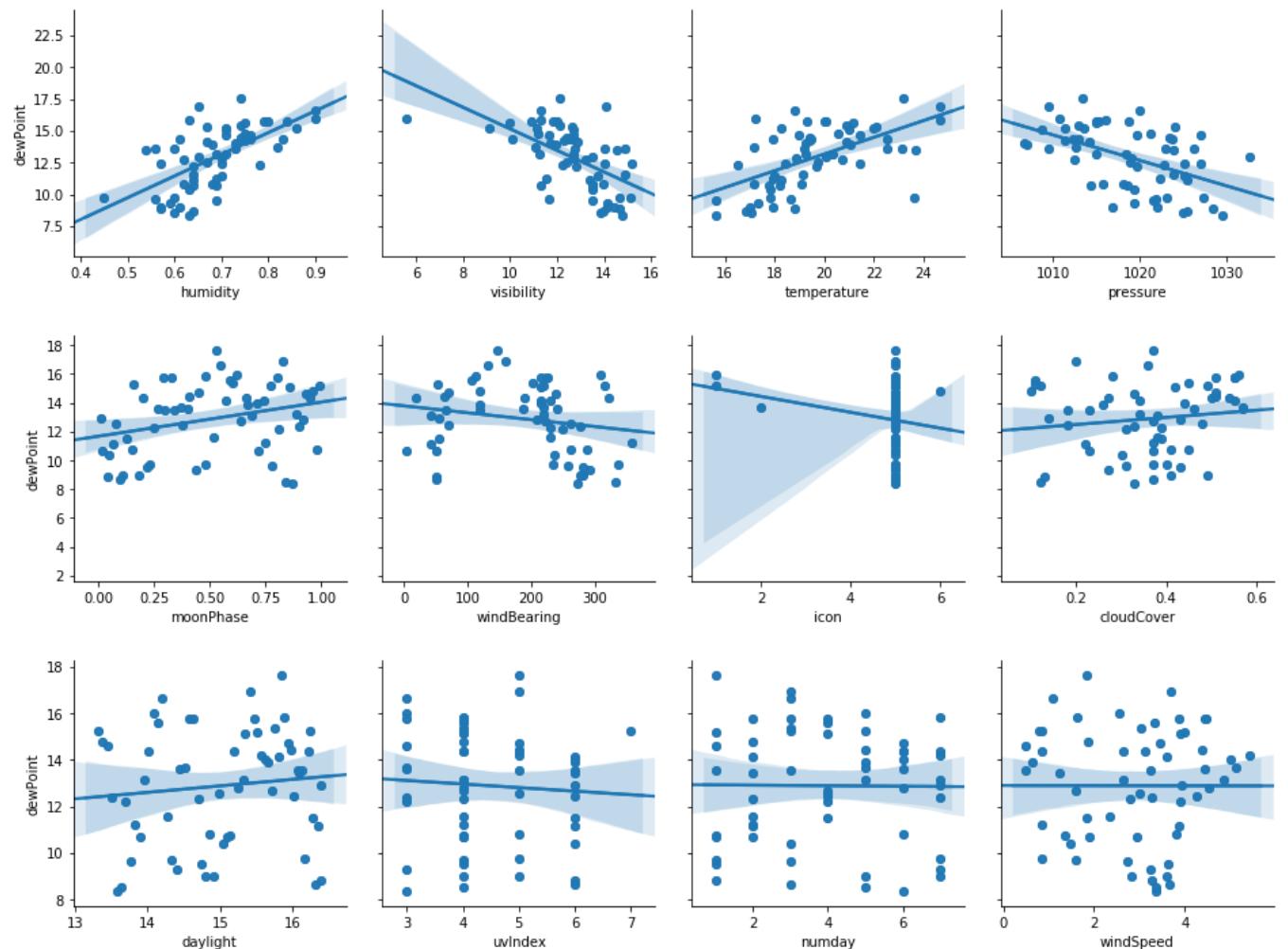
День недели и продолжительность светового дня не зависят от метеоусловий – корреляции этих параметров рассматривать не будем.

Оставшиеся параметры имеют очень слабое влияние на энергопотребление – их взаимосвязи также рассматривать не имеет смысла. Можно посмотреть на температуру точки росы, т.к. этот коэффициент находится на верхней границе диапазона слабого влияния на энергопотребление.

6.3.3. Температура точки росы

| | | | | | | |
|-------------------------------|----------|------------|-------------|----------|-----------|-------------|
| Температура точки росы | humidity | visibility | temperature | pressure | moonPhase | windBearing |
| | 0.63 | -0.58 | 0.58 | -0.50 | 0.29 | -0.19 |
| | icon | cloudCover | daylight | uvIndex | numday | windSpeed |
| | -0.19 | 0.14 | 0.11 | -0.07 | -0.01 | -0.00 |

Температура Точки росы имеет очень средний положительный коэффициент корреляции с влажностью и температурой, средний отрицательную корреляцию с видимостью и давлением. Слабую связь с фазой луны. С остальными параметрами Температура Точки росы имеет очень слабую связь или вообще никакой связи, что видно на нижеприведенных гистограммах:



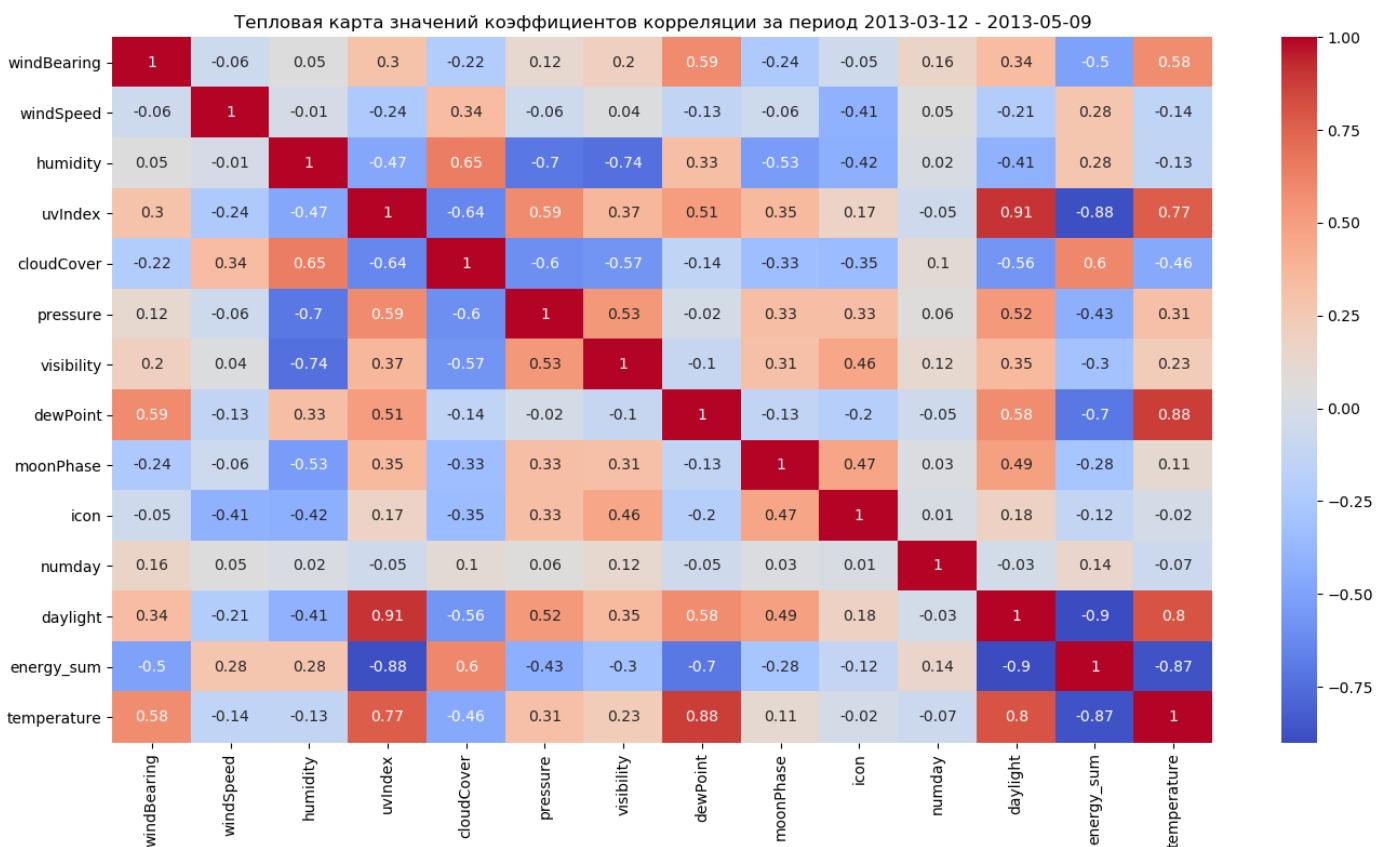
7. Выводы исследований зависимости энергопотребления в разные периоды

Из графиков видны всплески энергопотребления в выходные дни.

В зимние месяцы так же в эти дни есть высокая зависимость энергопотребления от температуры, средняя степень зависимости (граничащая с высокой) от направления ветра. В летние месяцы от погодных условий есть только слабая зависимость от температуры и очень слабая зависимость от направления ветра и облачности.

Ради любопытства посмотрим от каких факторов зависит энергопотребление весной и осенью в периоды ['2013-03-12 - 2013-05-09', '2013-09-05 - 2013-11-03'].

7.1. Весенние месяцы.

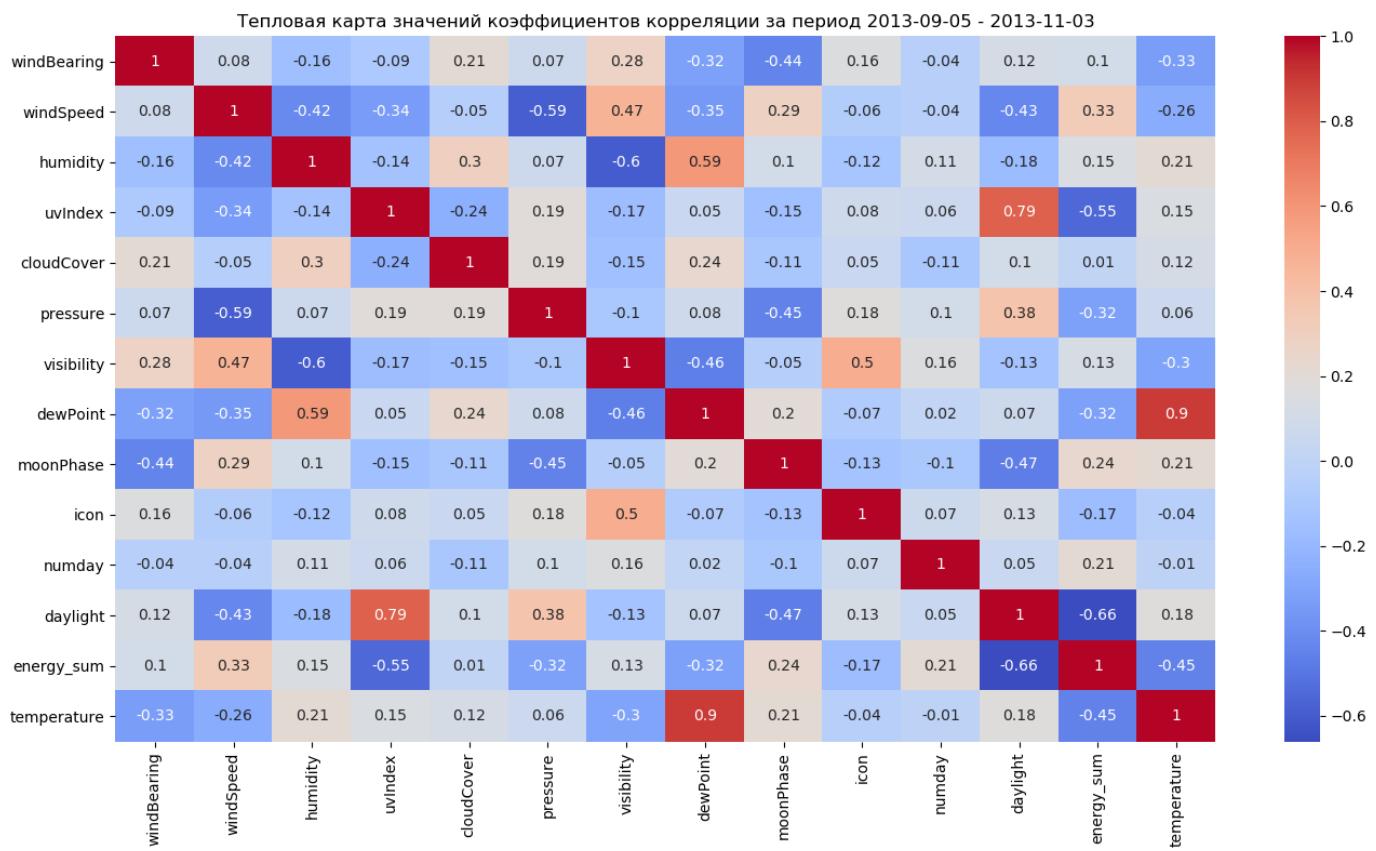


| energy_sum | daylight | uvIndex | temperature | dewPoint | cloudCover | windBearing |
|------------|----------|---------|-------------|----------|------------|-------------|
| | -0.9 | -0.88 | -0.87 | -0.7 | 0.6 | -0.5 |

| pressure | visibility | windSpeed | humidity | moonPhase | numday | icon |
|----------|------------|-----------|----------|-----------|--------|-------|
| -0.43 | -0.3 | 0.28 | 0.28 | -0.28 | 0.14 | -0.12 |

Исследования показали высокую отрицательную зависимость энергопотребления от длительности светового дня, УФ-индекса и температуры (при уменьшении температуры возрастает энергопотребление), среднюю степень зависимости от облачности и направления ветра (при северном ветре возрастает энергопотребление). Слабую зависимость от давления, скорости ветра, влажности и фазы луны. Остальные параметры метеоусловий имеют очень слабое влияние на энергопотребление.

7.2. Осенние месяцы.



| | | | | | | |
|------------|----------|---------|-------------|-----------|----------|----------|
| energy_sum | daylight | uvIndex | temperature | windSpeed | pressure | dewPoint |
| | -0.66 | -0.55 | -0.45 | 0.33 | -0.32 | -0.32 |

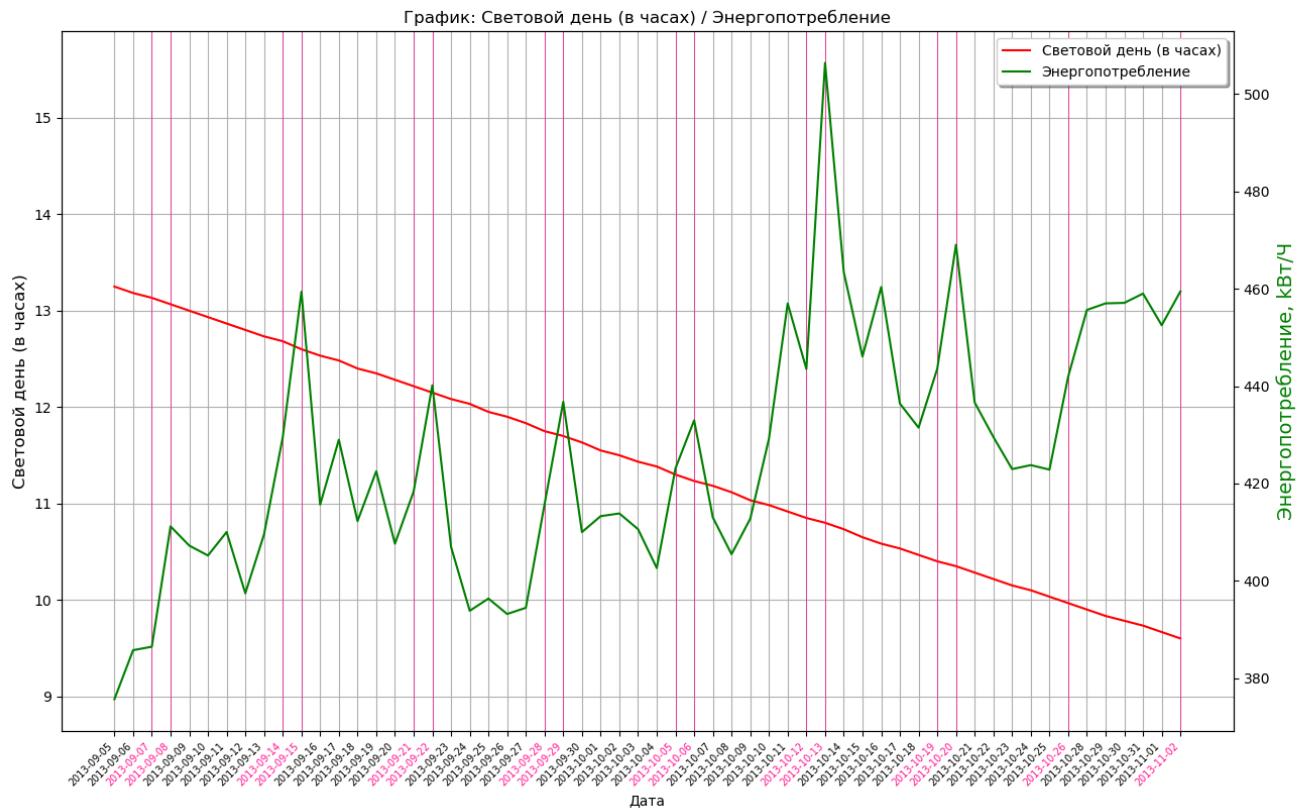
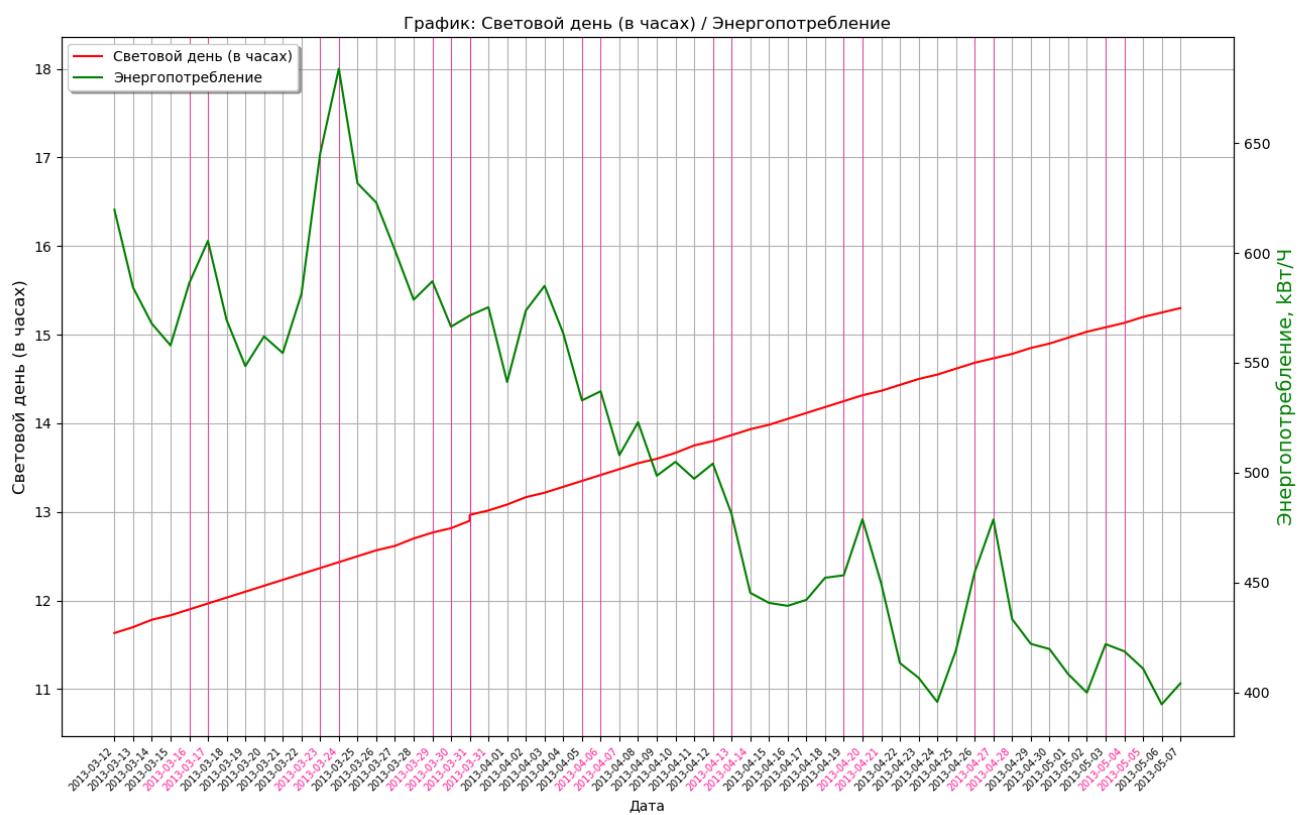
| | | | | | | |
|-----------|--------|-------|----------|------------|-------------|------------|
| moonPhase | numday | icon | humidity | visibility | windBearing | cloudCover |
| 0.24 | 0.21 | -0.17 | 0.15 | 0.13 | 0.1 | 0.01 |

Исследования показали среднюю отрицательную зависимость энергопотребления от длительности светового дня, УФ-индекса и слабую от температуры (при уменьшении температуры возрастает энергопотребление). Слабую степень зависимости от скорости ветра, давления, фазы луны и дня недели. Остальные параметры метеоусловий имеют очень слабое влияние на энергопотребление.

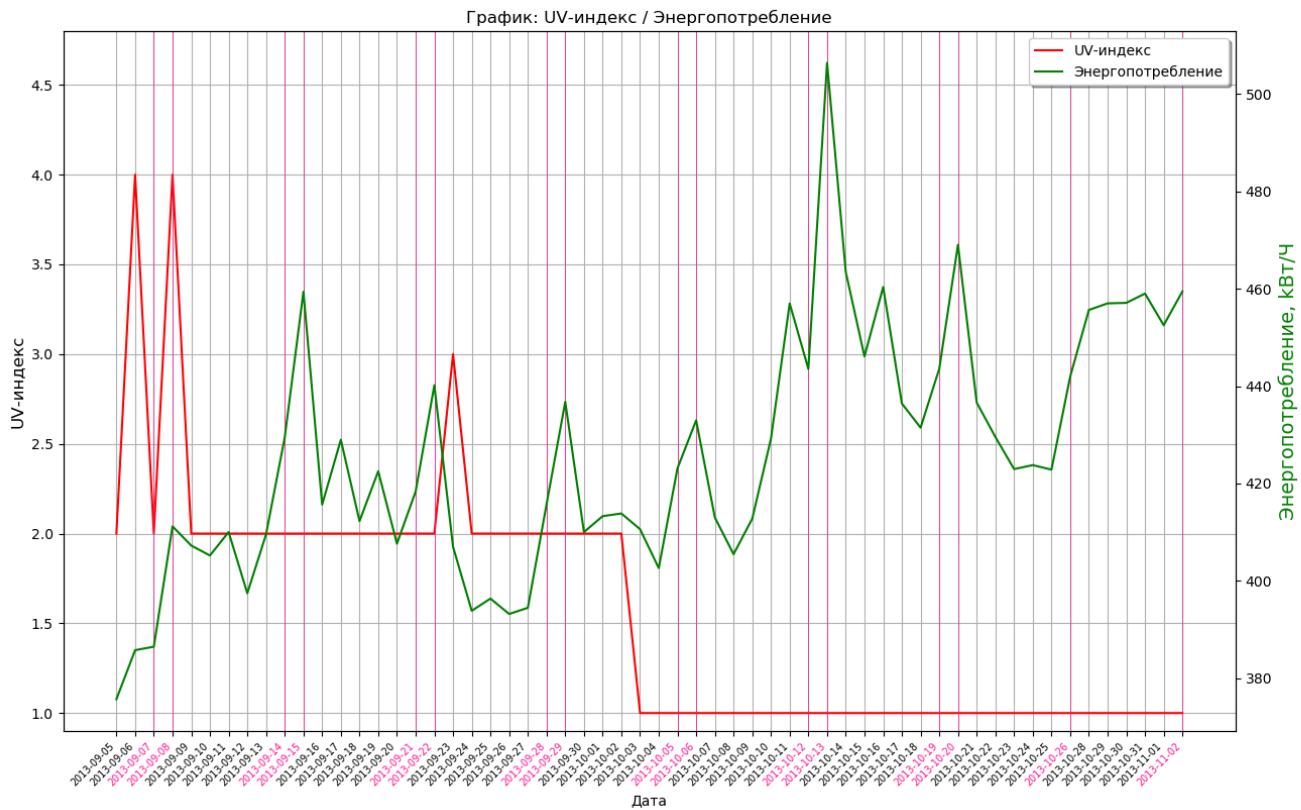
Весной и осенью зависимость энергопотребления от метеоусловий примерно одинаковая и зависит в большей степени от трех параметров: длительности светового дня, УФ-индекса и температуры. Весенние значения коэффициентов корреляции больше аналогичных осенних коэффициентов.

7.3. Графики зависимости энергопотребления от метеоусловий весной и осенью

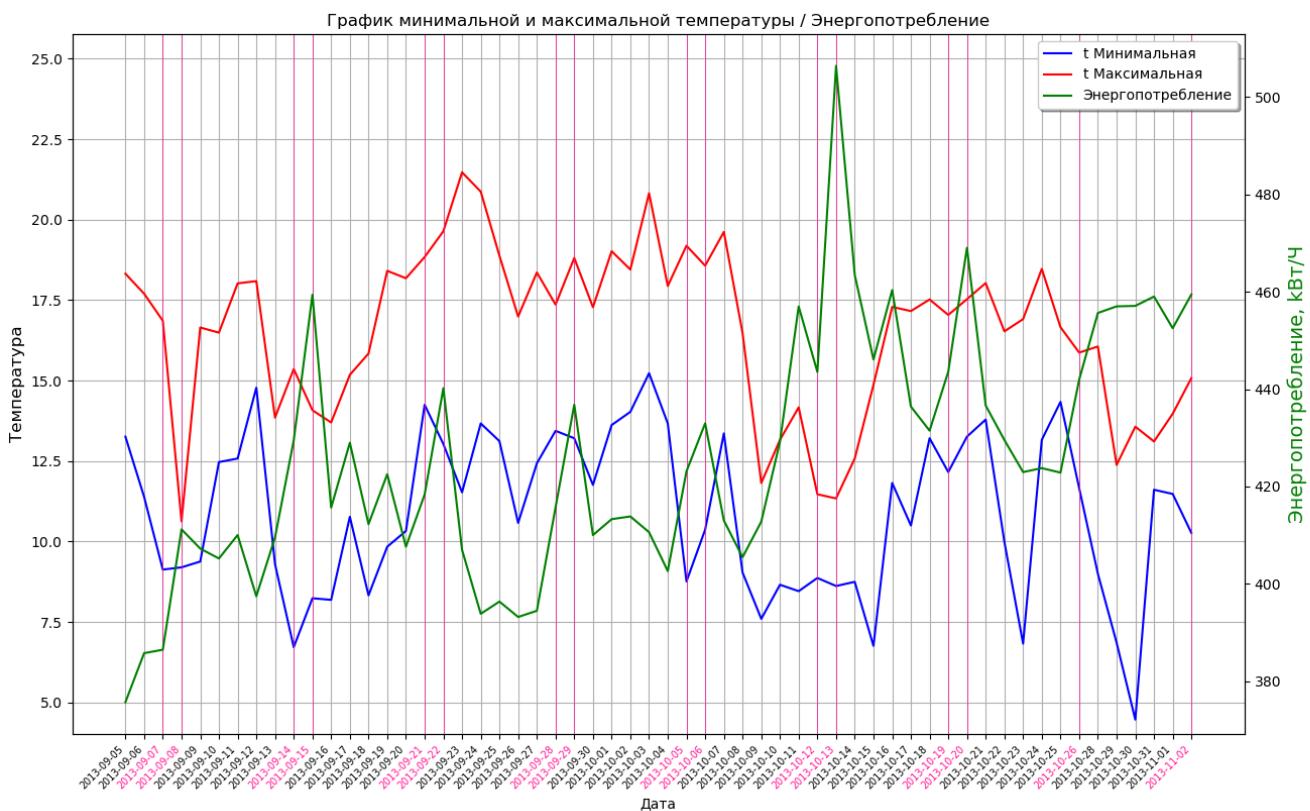
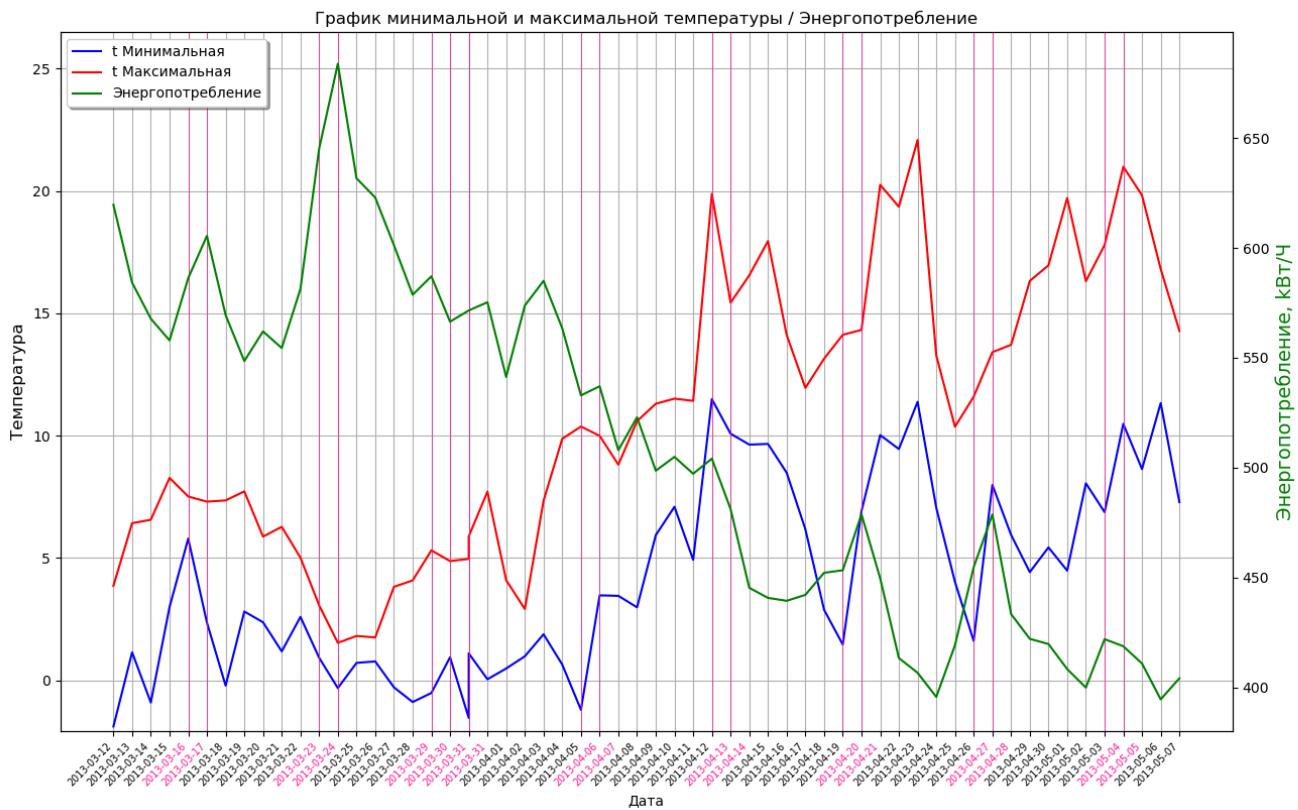
Для сравнения приведу графики этих трех параметров, на которых наглядно прослеживается зависимость энергопотребления от параметров.



Длительность светового дня увеличивается – энергопотребление уменьшается и наоборот: световой день уменьшается – энергопотребление возрастает.



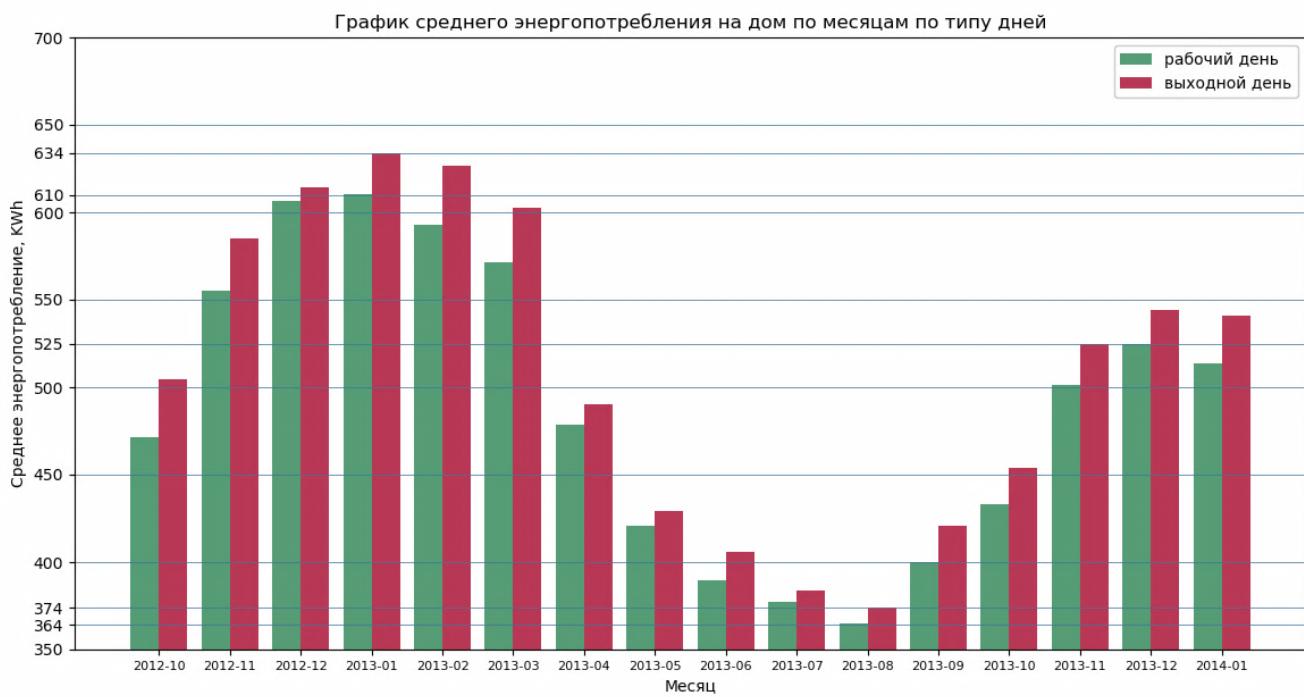
Коэффициент УФ-индекса увеличивается – энергопотребление уменьшается и наоборот: УФ-индекс уменьшается – энергопотребление возрастает.



Температура увеличивается – энергопотребление уменьшается и наоборот: температура уменьшается – энергопотребление возрастает.

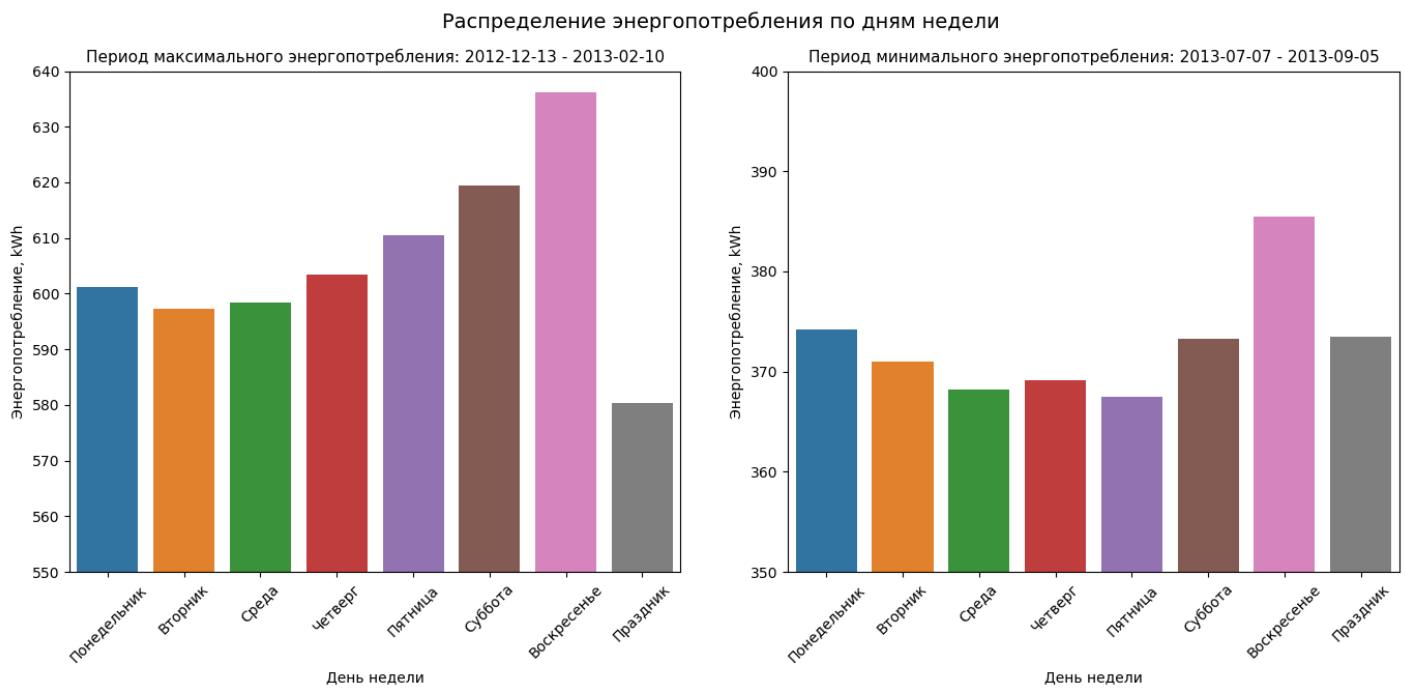
8. Энергопотребление по рабочим и выходным дням

Рассмотрим энергопотребление по рабочим и выходным дням за весь период корректных данных.



На гистограмме по всем месяцам прослеживается повышение энергопотребления по выходным дням.

Исследуем распределение энергопотребления по дням недели более подробно в периоды максимального и минимального энергопотребления.

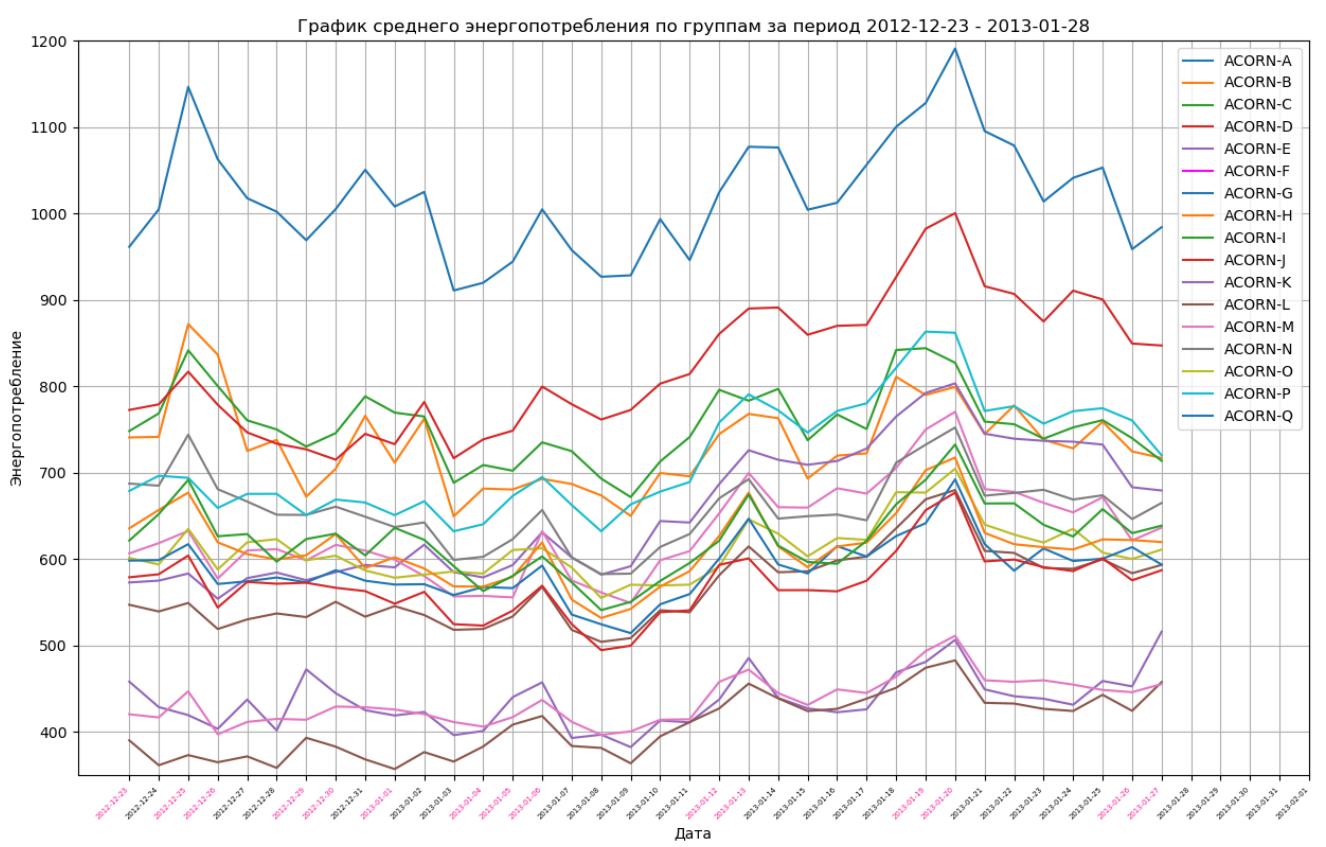
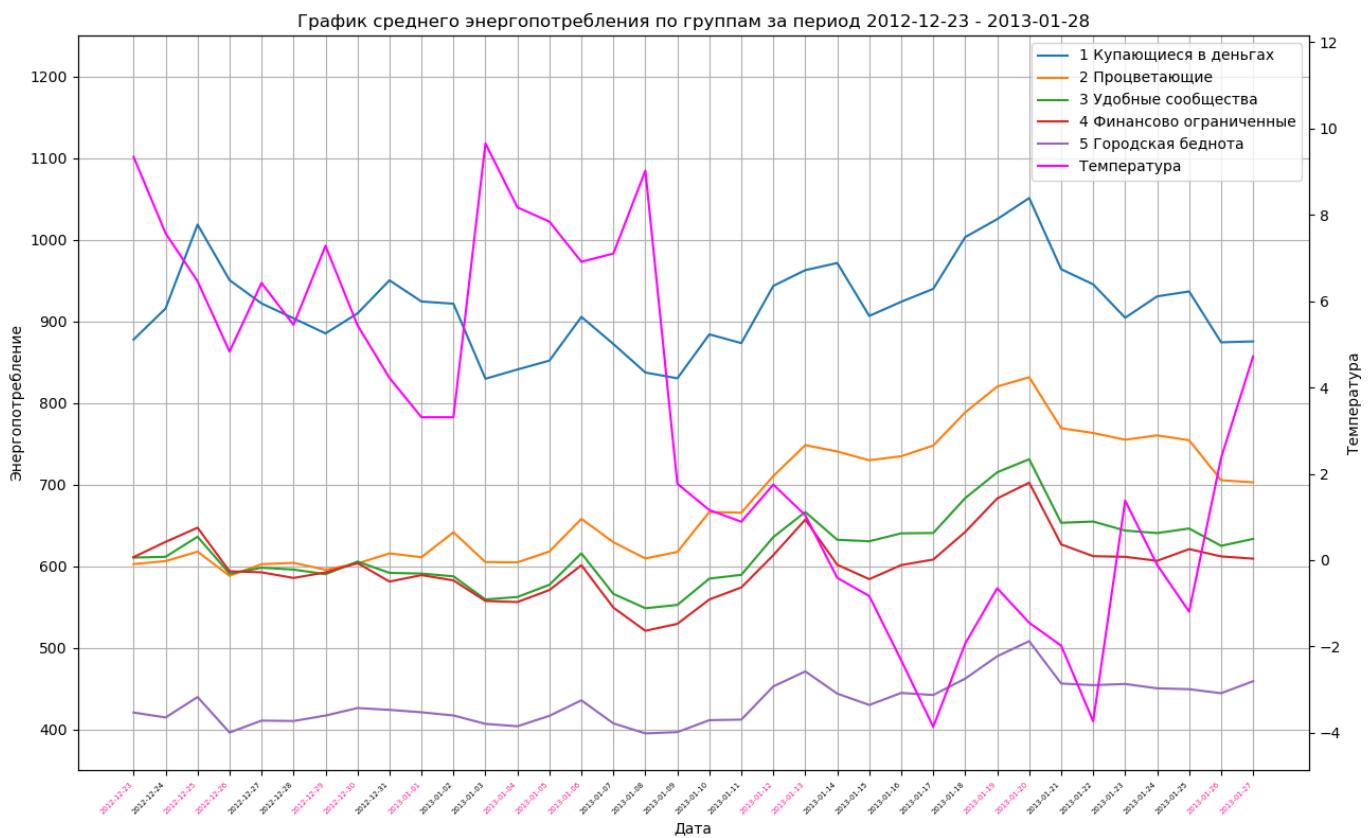


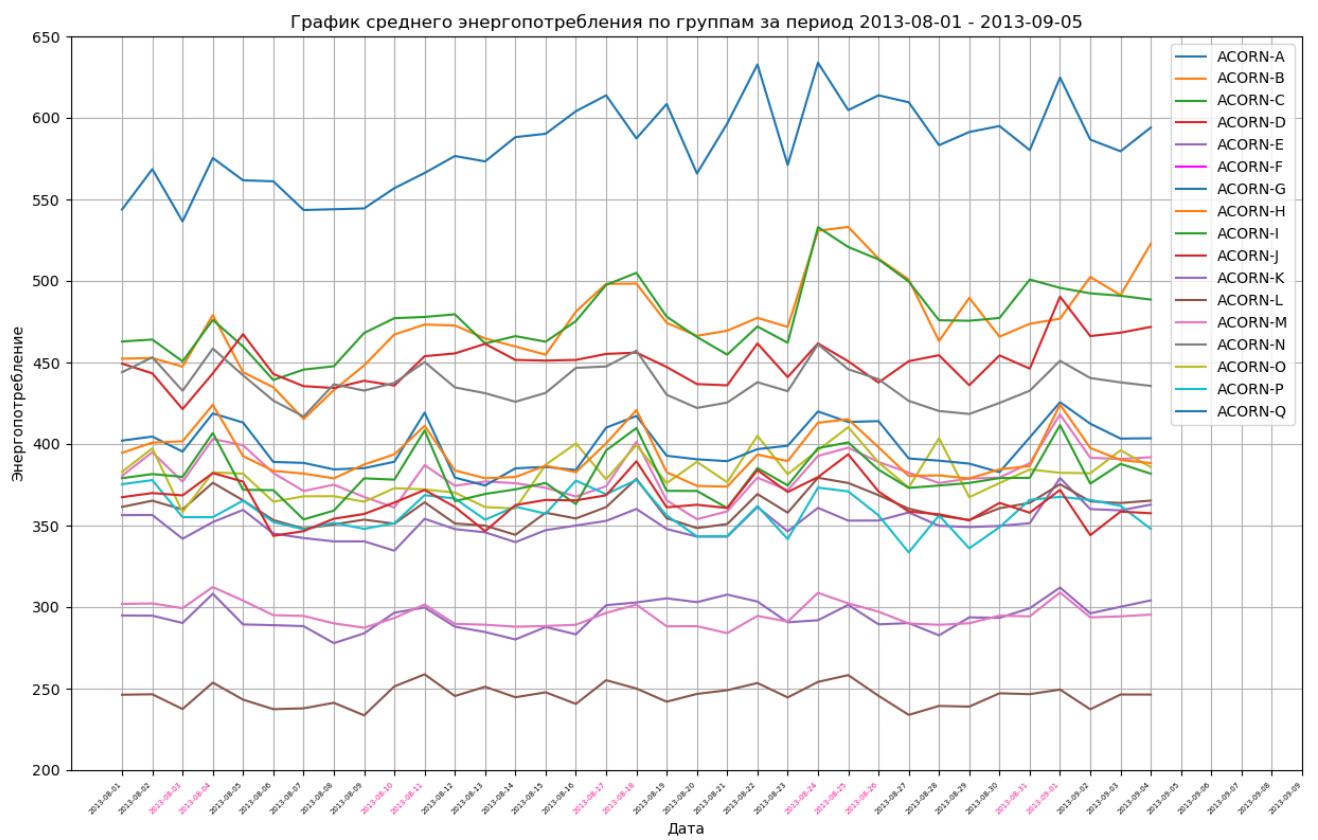
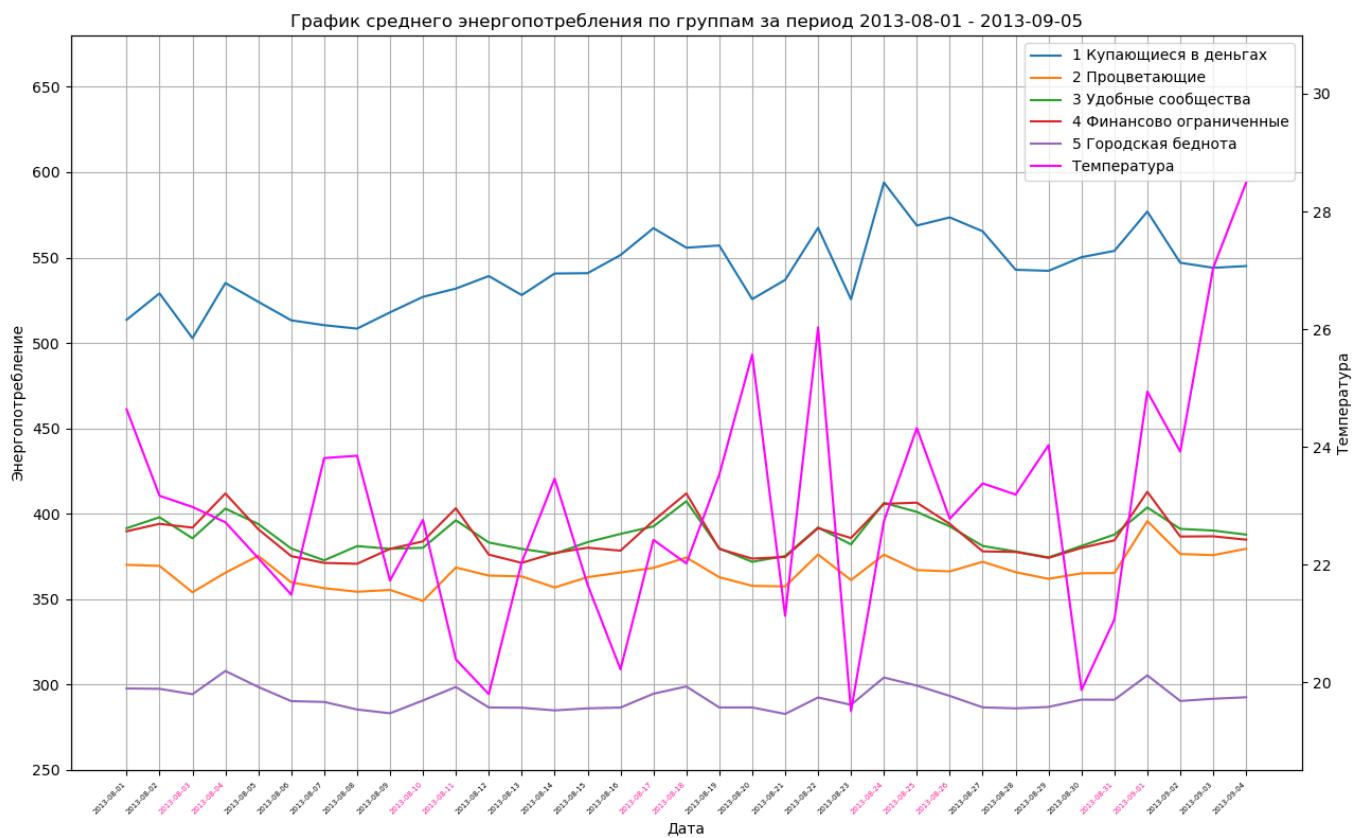
Из анализа этих гистограмм получается, что среднее энергопотребление по выходным дням недели выше, чем в остальные дни. В холодные периоды года прослеживается прямая зависимость энергопотребления от дня недели, в теплые периоды – в середине недели энергопотребление уменьшается. Отдельно выделены праздничные дни – для них среднее энергопотребление минимально в холодный период и меньше, чем в выходные дни теплого периода года. Но это средние показатели по всем домам и усредненные по дням недели за 2 месяца в периоды максимального и минимального энергопотребления.

9. Распределение энергопотребления по группам Acorn.

Исследуем распределение энергопотребления по группам Acorn в периоды максимального и минимального энергопотребления. Дома разделены по (под)группам:

| Acorn_grouped (подгруппа) | Acorn (группа) | Acorn_Name | Перевод |
|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 Affluent Achievers | ACORN-A | Lavish Lifestyles | Олигархи |
| 1 Affluent Achievers | ACORN-B | Executive Wealth | Значительное богатство |
| 1 Affluent Achievers | ACORN-C | Mature Money | Зрелые деньги |
| 2 Rising Prosperity | ACORN-D | City Sophisticates | Закалённые городом |
| 2 Rising Prosperity | ACORN-E | Career Climbers | Карьеристы |
| 3 Comfortable Communities | ACORN-F | Countryside Communities | Сельские Сообщества |
| 3 Comfortable Communities | ACORN-G | Successful Suburbs | Успешные пригороды |
| 3 Comfortable Communities | ACORN-H | Steady Neighbourhoods | Стабильные соседства |
| 3 Comfortable Communities | ACORN-I | Comfortable Seniors | Обеспеченные пенсионеры |
| 3 Comfortable Communities | ACORN-J | Starting Out | Начинающие с нуля |
| 4 Financially Stretched | ACORN-K | Student Life | Студенты |
| 4 Financially Stretched | ACORN-L | Modest Means | Скромные средства |
| 4 Financially Stretched | ACORN-M | Striving Families | Малоимущие семьи |
| 4 Financially Stretched | ACORN-N | Poorer Pensioners | Бедные пенсионеры |
| 5 Urban Adversity | ACORN-O | Young Hardship | Молодежь без денег |
| 5 Urban Adversity | ACORN-P | Struggling Estates | Еле хватает на жизнь |
| 5 Urban Adversity | ACORN-Q | Difficult Circumstances | Сложные обстоятельства |





Как видно из графиков: в период максимального энергопотребления прослеживается четкое разделение объема энергопотребления в среднем на дом в подгруппах Acorn – чем выше благосостояние владельца дома – тем выше энергопотребление. При более дробном распределении домов по группам Acorn так же прослеживается такое разделение, только разница между группами ACORN-A и ACORN-P / ACORN-Q возрастает в 3 раза.

В период минимального энергопотребления уже нет такого четкого разделения в подгруппах – только есть разница между первой и пятой подгруппами (разница примерно в 2 раза), как ни странно энергопотребление во второй подгруппе ниже, чем в третьей и четвертой, графики которых практически совпадают. Возможно, представители второй подгруппы покидают свои дома на лето, но это уже предмет другого исследования.

Самое низкое энергопотребление во все периоды в пятой подгруппе «5 Городская беднота», особенно в группе ACORN-P «Struggling Estates» «С трудом наскребающие на жизнь».

9.1. Сравнение коэффициентов корреляции домов датасета с домами в подгруппах Acorn.

Интересно сравнить коэффициенты корреляции всех домов из датасета с домами в подгруппах Acorn.

Коэффициенты корреляции в период Максимального энергопотребления:

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------|----------|----------------------|--------------|--------------------|------------------------|-------------------|
| Параметр | все дома | Купающиеся в деньгах | Процветающие | Удобные сообщества | Финансово ограниченные | Городская беднота |
| temperature | -0,83 | -0,58 | -0,90 | -0,73 | -0,48 | -0,70 |
| windBearing | -0,75 | -0,56 | -0,70 | -0,75 | -0,67 | -0,76 |
| daylight | 0,74 | 0,23 | 0,84 | 0,61 | 0,38 | 0,69 |
| moonPhase | -0,69 | -0,65 | -0,59 | -0,73 | -0,70 | -0,65 |
| pressure | -0,52 | -0,63 | -0,37 | -0,63 | -0,67 | -0,51 |
| visibility | -0,49 | -0,20 | -0,59 | -0,40 | -0,20 | -0,40 |
| icon | -0,23 | -0,18 | -0,14 | -0,31 | -0,32 | -0,28 |
| humidity | -0,22 | -0,14 | -0,17 | -0,24 | -0,24 | -0,29 |
| cloudCover | 0,22 | 0,03 | 0,28 | 0,15 | 0,08 | 0,20 |
| uvIndex | 0,21 | 0,11 | 0,26 | 0,14 | 0,08 | 0,18 |
| numday | 0,20 | -0,03 | 0,12 | 0,26 | 0,32 | 0,32 |
| windSpeed | -0,18 | 0,00 | -0,34 | -0,04 | 0,14 | -0,04 |

Как видно из таблицы для каждой группы свои коэффициенты корреляции, влияющие на энергопотребление, и они не совпадают с коэффициентами данных всего датасета. Максимально соответствуют «средней температуре по больнице» коэффициенты подгрупп 2 и 3, это логично, т.к. в датасете дома этих двух подгрупп составляют 62% выборки (ниже будет приведена гистограмма распределения домов по группам).

В основном коэффициенты со значением больше 0.7 (высокая степень корреляции) влияют на энергопотребление всех групп, только немного отличаются порядком сортировки в таблице. Например, для групп «Купающиеся в деньгах» и «Финансово ограниченные» максимальное влияние на энергопотребление оказывает фаза луны. Первая группа «Купающиеся в деньгах» вообще выделяется: коэффициенты, которые для остальных групп имеют степень влияния «Высокая» - в этой группе всего лишь «Средняя», т.е. энергопотребление в домах этой группы меньше зависит от метеоусловий, что в остальных группах.

Коэффициенты корреляции в период Минимального энергопотребления:

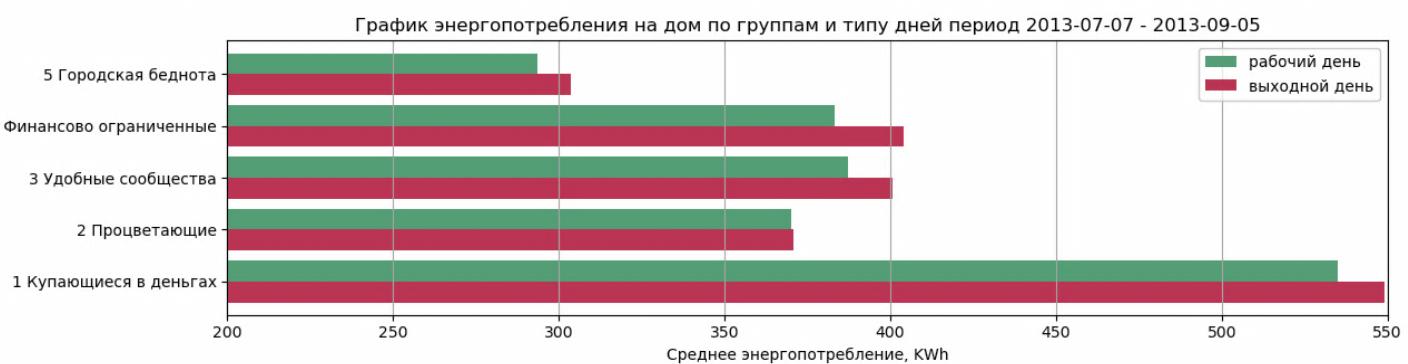
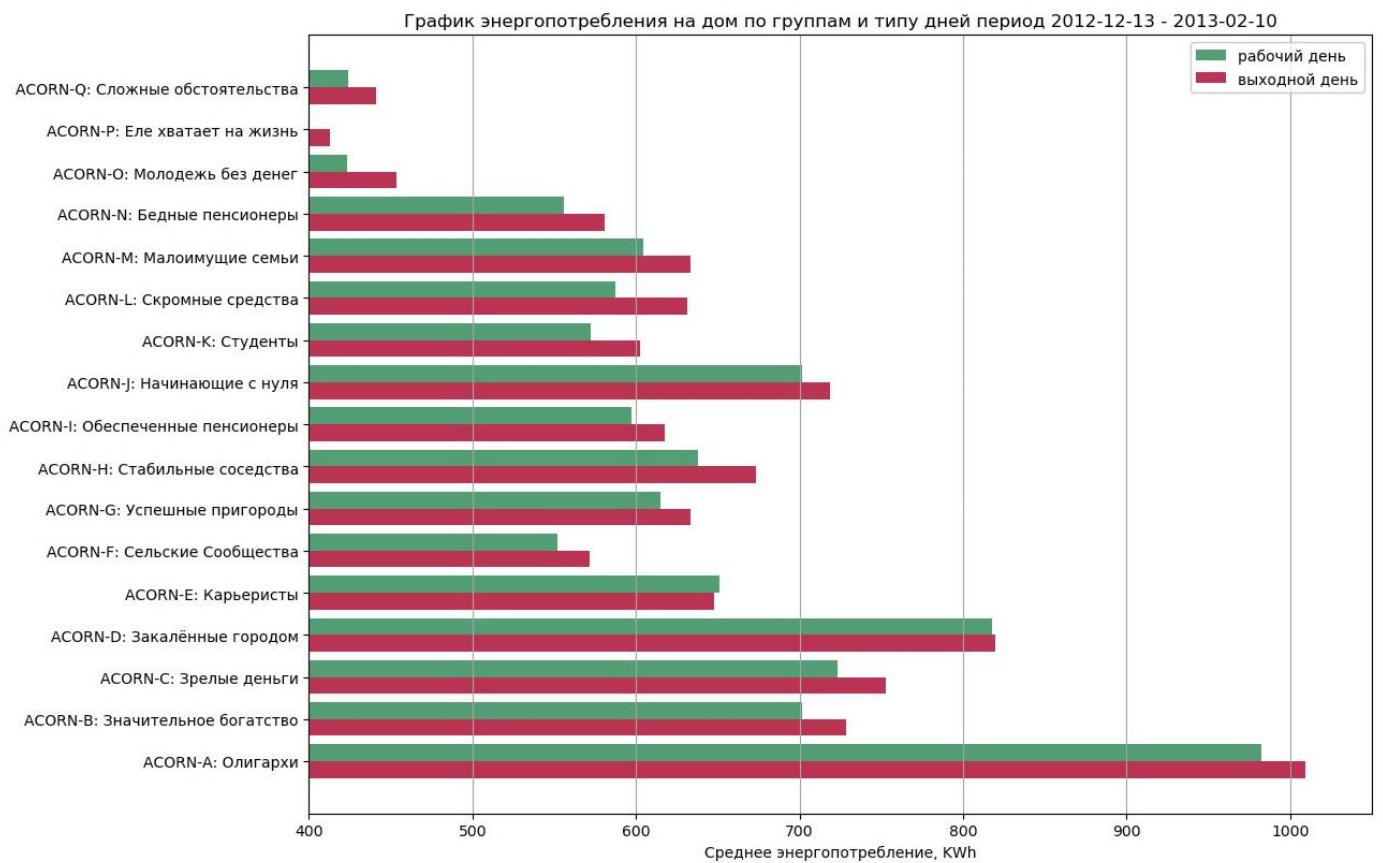
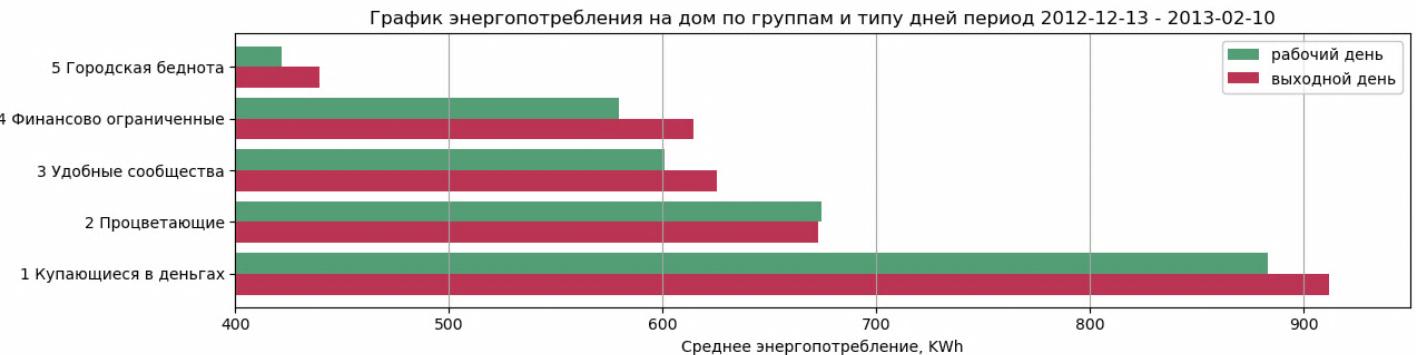
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------|----------|----------------------|--------------|--------------------|------------------------|-------------------|
| Параметр | все дома | Купающиеся в деньгах | Процветающие | Удобные сообщества | Финансово ограниченные | Городская беднота |
| moonPhase | 0,51 | 0,30 | 0,57 | 0,39 | 0,39 | 0,44 |
| numday | 0,42 | 0,15 | 0,08 | 0,52 | 0,64 | 0,54 |
| uvIndex | -0,35 | -0,43 | -0,41 | -0,28 | -0,26 | -0,08 |
| daylight | -0,27 | -0,66 | -0,49 | -0,04 | -0,05 | 0,08 |
| windBearing | -0,19 | -0,28 | 0,00 | -0,25 | -0,22 | -0,23 |
| cloudCover | -0,18 | -0,20 | -0,39 | -0,02 | 0,01 | -0,03 |
| pressure | -0,16 | 0,12 | 0,01 | -0,26 | -0,23 | -0,29 |
| humidity | 0,10 | 0,15 | 0,11 | 0,11 | 0,04 | -0,01 |
| temperature | 0,09 | -0,03 | 0,12 | 0,05 | 0,09 | 0,11 |
| visibility | -0,08 | -0,18 | -0,13 | -0,06 | -0,02 | 0,06 |
| icon | 0,03 | 0,03 | -0,07 | 0,05 | 0,08 | 0,12 |
| windSpeed | 0,00 | -0,10 | -0,21 | 0,13 | 0,14 | 0,12 |

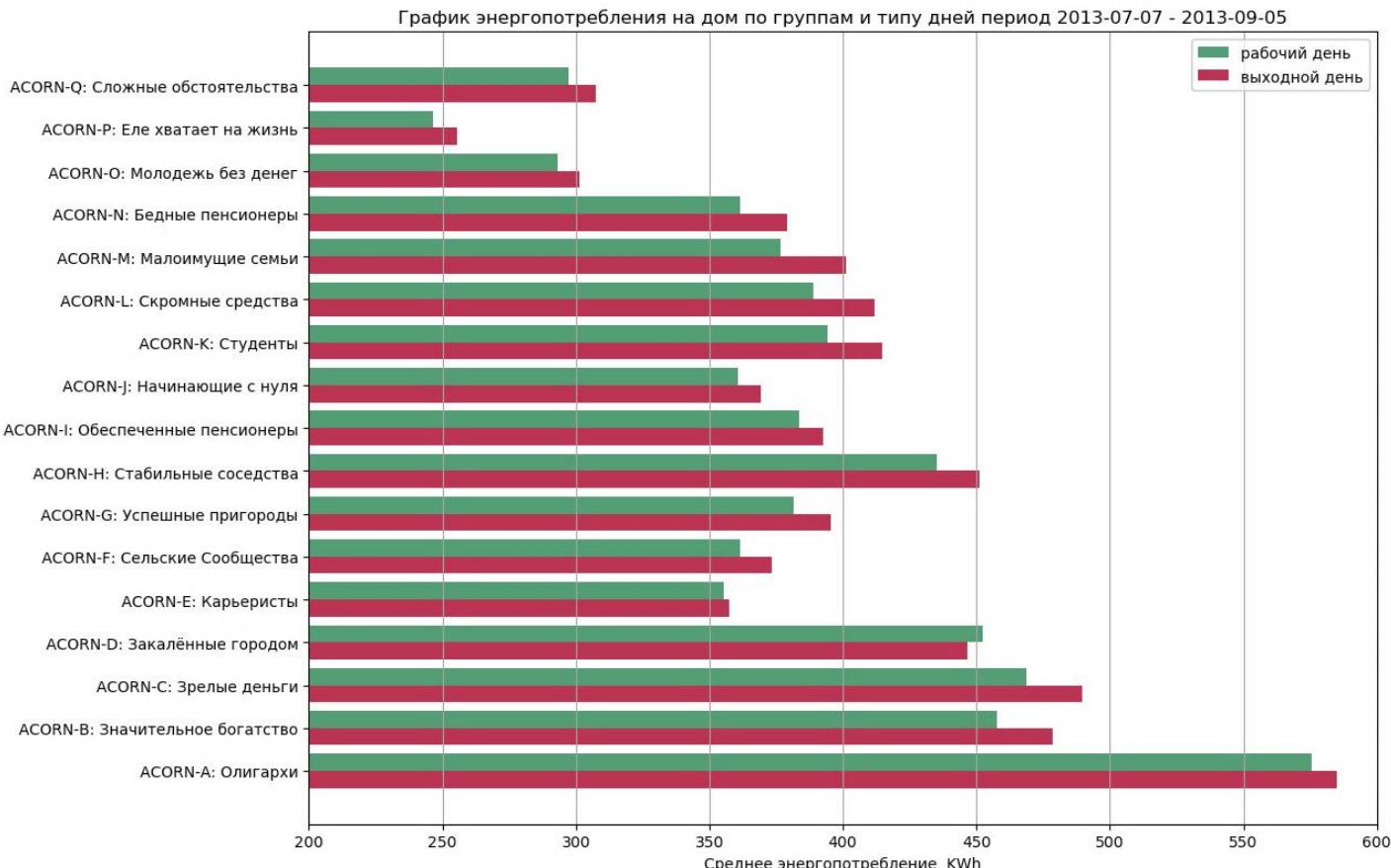
В летние месяцы, в период наименьшего энергопотребления коэффициенты погодных условий имеют степень влияния «Слабая». В менее обеспеченных подгруппах 3-5 энергопотребление зависит от дня недели (степень «Средняя»). В подгруппах 1 и 2 наибольшее значение коэффициента у «Длительность светового дня» (степень «Средняя»).

Анализ коэффициентов корреляции с энергопотреблением в летние месяцы так же выявил для отдельных подгрупп отклонение от коэффициентов на данных всего датасета.

9.2. Энергопотребление по рабочим и выходным дням в группах Acorn в разные периоды.

Исследуем распределение энергопотребления по рабочим и выходным дням в группах Acorn в теплые и холодные периоды.





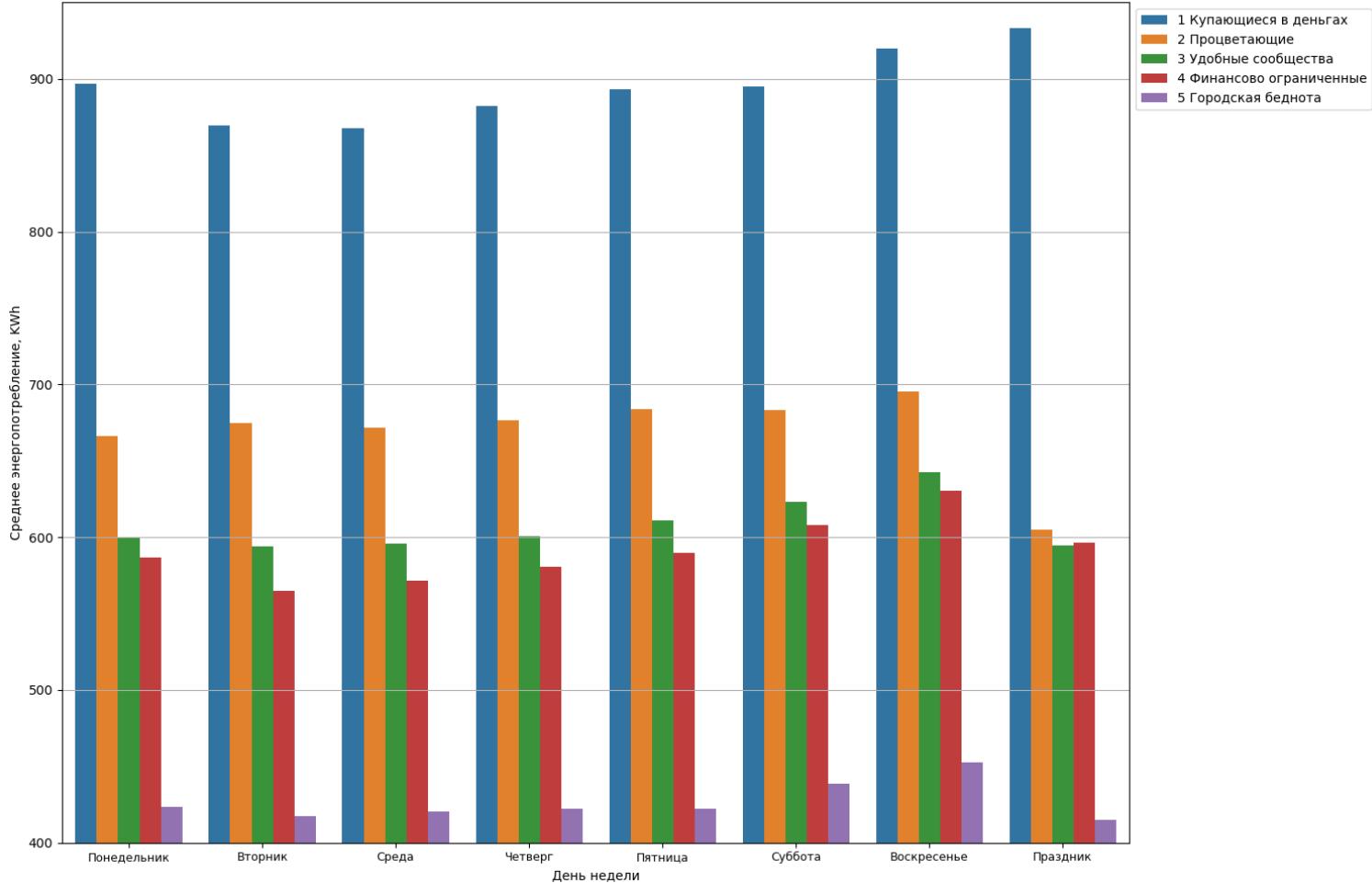
В периоды максимального и минимального энергопотребления сохраняется тенденция, что энергопотребление в выходные дни преобладает над рабочими днями, в теплое время года эта разница чуть меньше. У одной группы ACORN-E, как и у всей подгруппы «2 Процветающие», куда входят группы ACORN-E и ACORN-D (у этой группы энергопотребление по рабочим дням чуть меньше, чем по выходным), в зимний период энергопотребление по рабочим дням оказалось чуть выше (возможно уезжают куда-то на выходные). В летний период у группы ACORN-D энергопотребление по рабочим дням оказалось чуть выше, чем энергопотребление по выходным дням (возможно уезжают куда-то на выходные).

По результатам этой выборки получили такой результат, что у подгруппы «2 Процветающие» энергопотребление по рабочим и выходным дням примерно одинаковое, у остальных групп и подгрупп есть явное преобладание энергопотребления по выходным дням независимо от времени года.

9.3. Распределение энергопотребления по дням недели в подгруппах Acorn

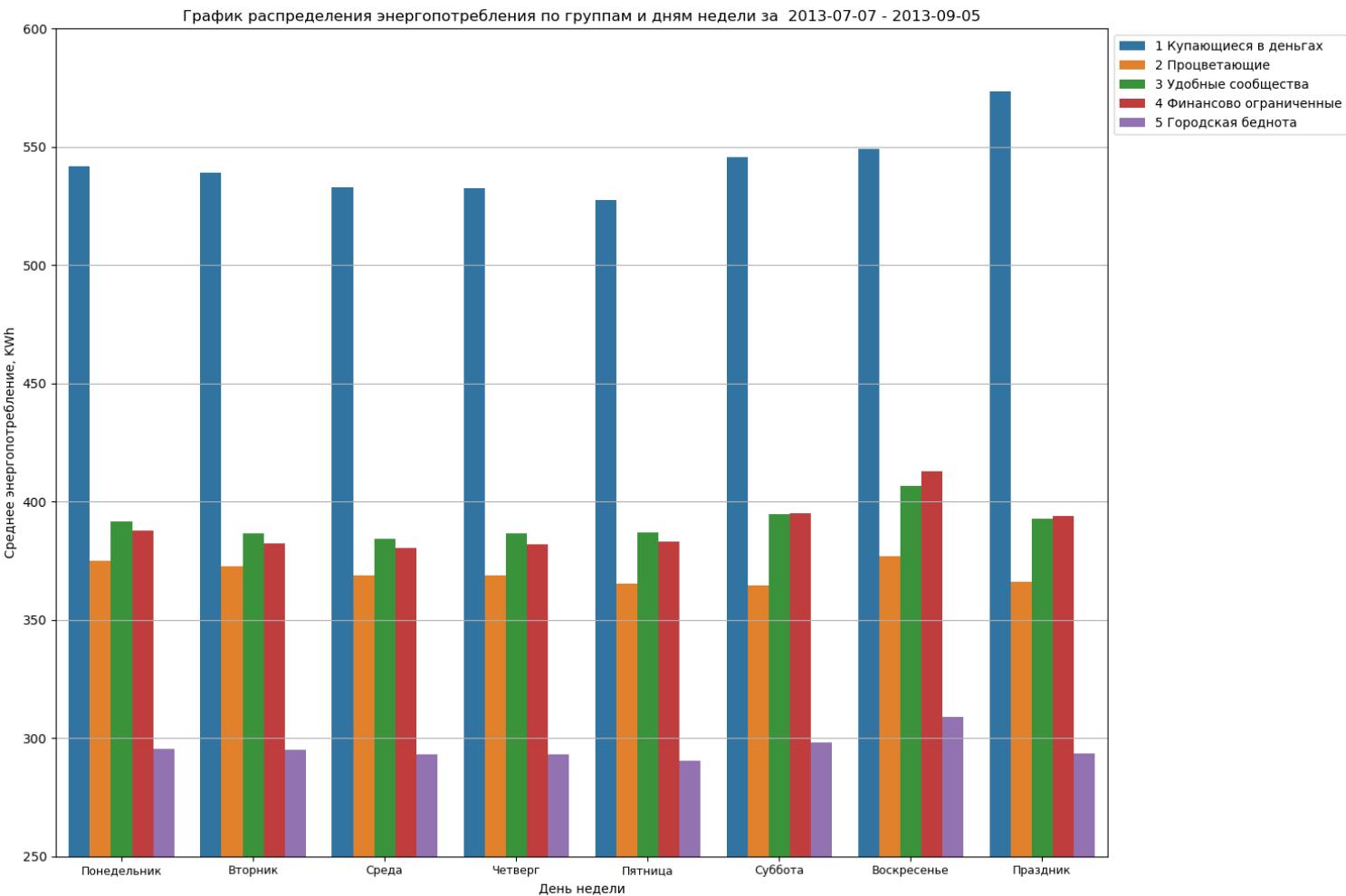
Исследуем распределение энергопотребления по дням недели в подгруппах Acorn (аналогичное распределение по дням недели для групп Acorn плохо читаемо из-за большого количества столбцов: 18 групп помножить на 8 дней, возможно будет интересным исследовать такое распределение в группах, с выводом по одному дню на график) в теплые и холодные периоды.

График распределения энергопотребления по группам и дням недели за 2012-12-13 - 2013-02-10



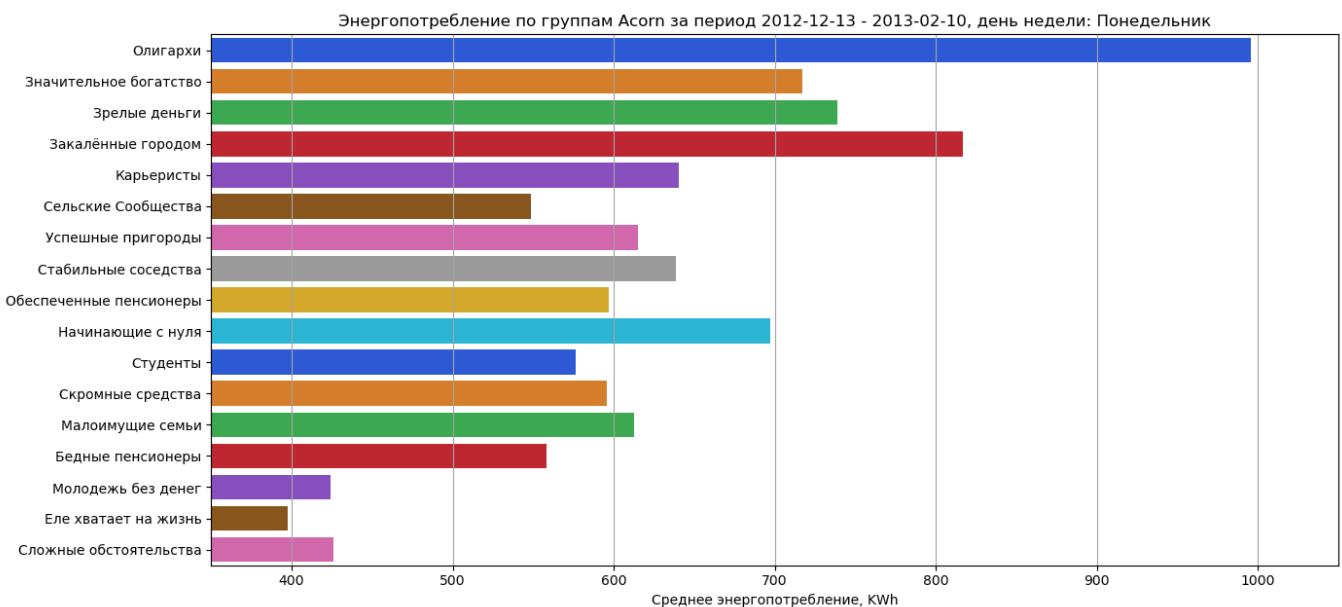
Энергопотребление по дням недели в разных подгруппах Acogn в теплые и холодные периоды в примерно соответствует общему энергопотреблению по дням недели, приведенному выше. Но имеет свои особенности:

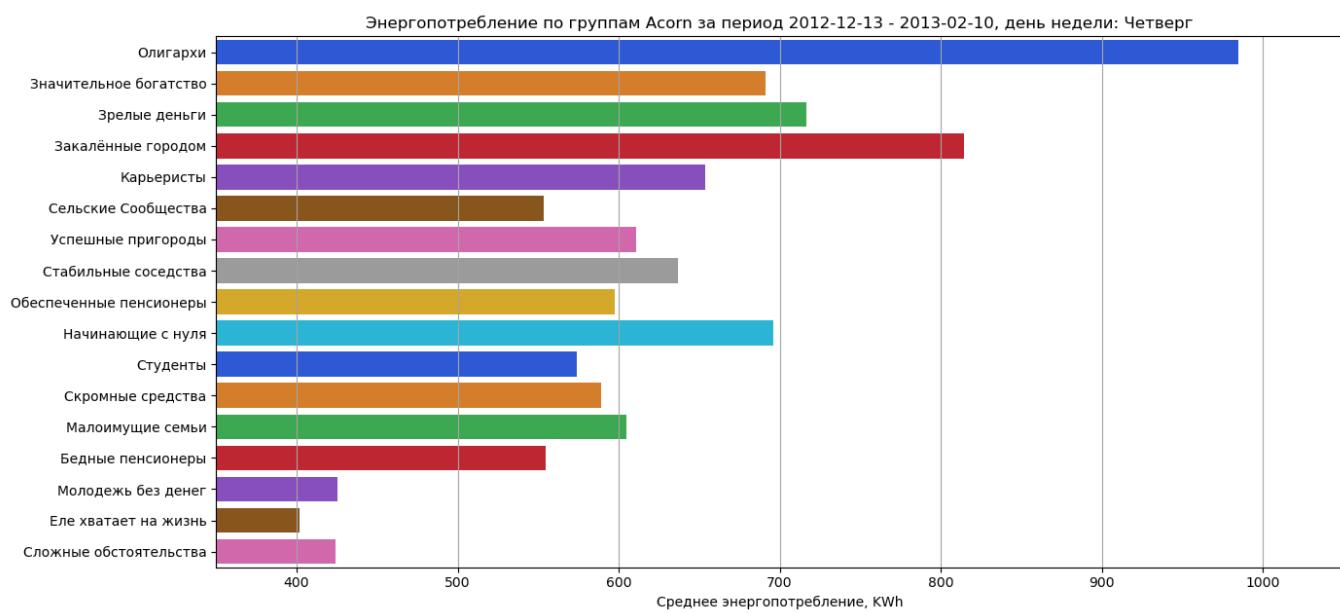
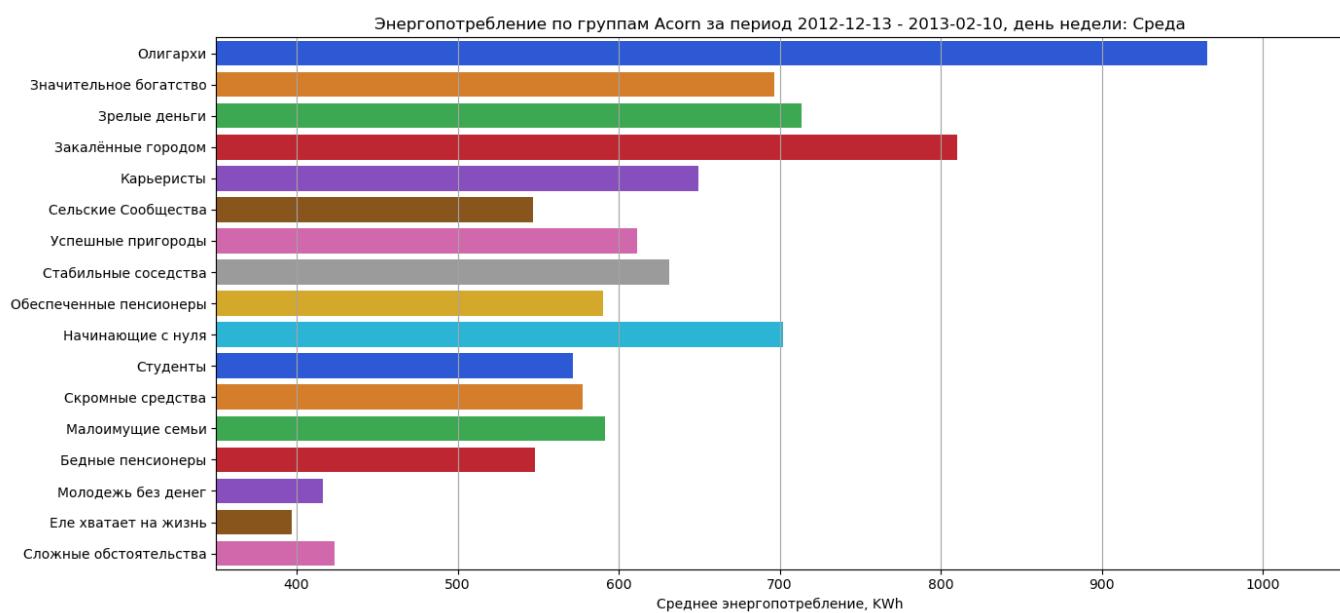
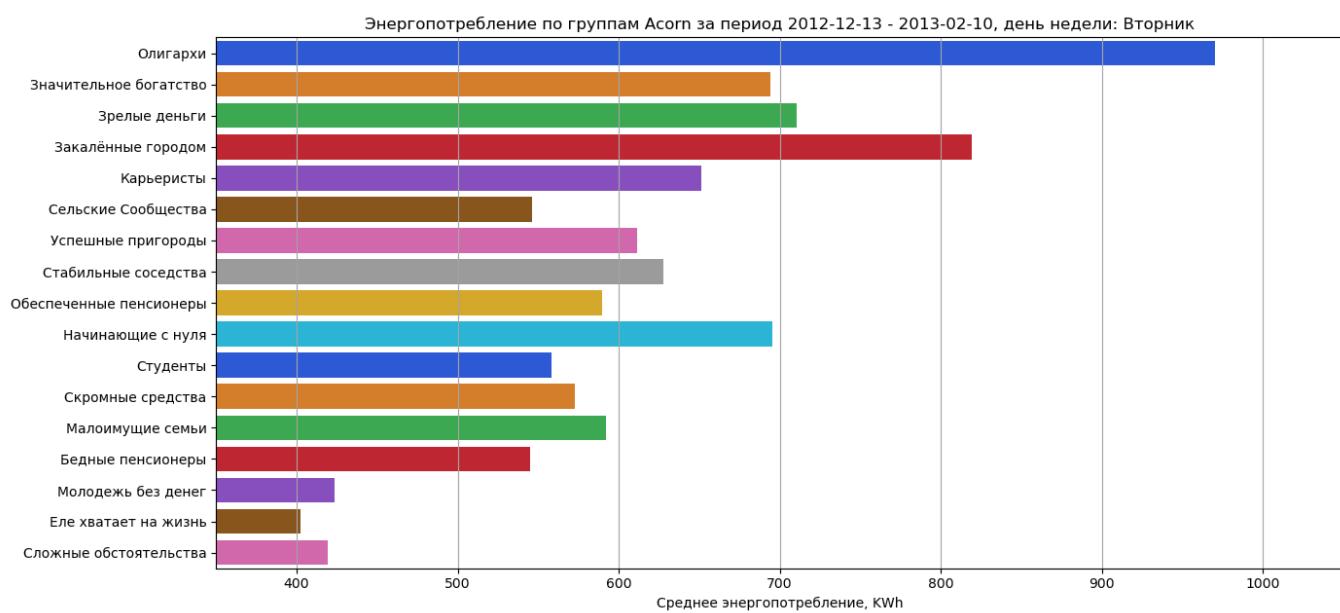
- Тенденция преобладания энергопотребления по выходным дням, кроме праздников, сохраняется для всех групп, независимо от времени года.
- В праздники дома первой группы увеличивают энергопотребление по сравнению с остальными днями. В домах второй и пятой групп энергопотребление снижается по сравнению с остальными днями недели. В третьей группе энергопотребление снижается чуть меньше, чем в среднем в рабочие дни. В четвертой группе среднее энергопотребление по праздникам чуть выше, чем в рабочие дни, но меньше, чем в выходные.

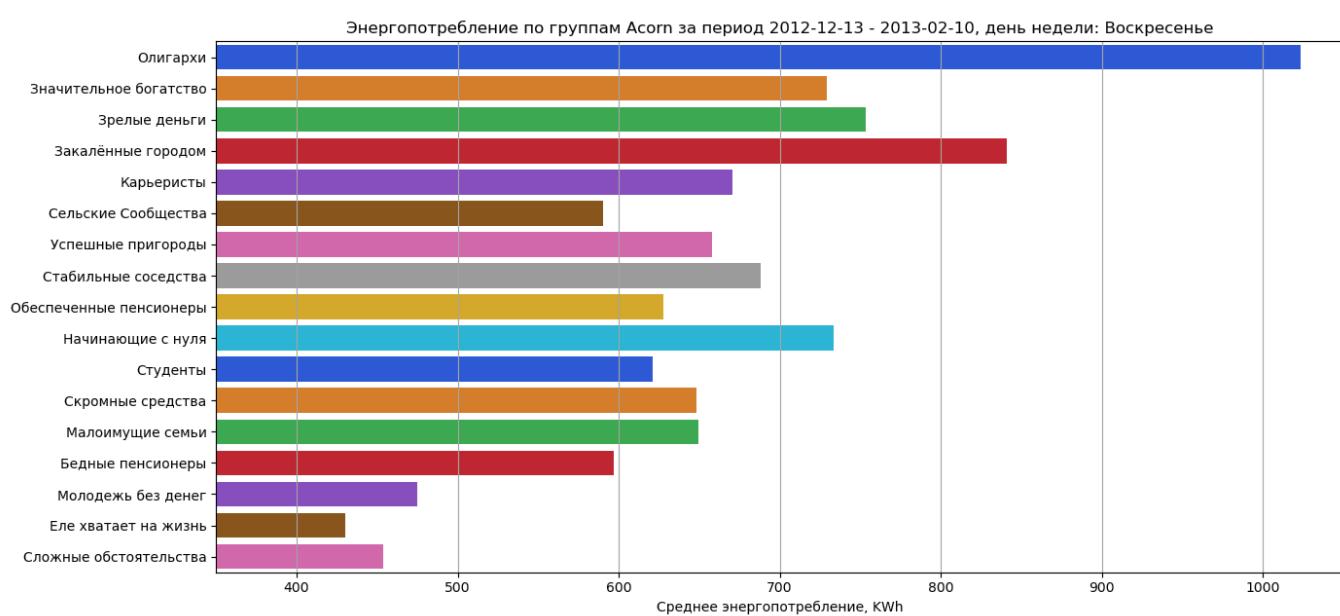
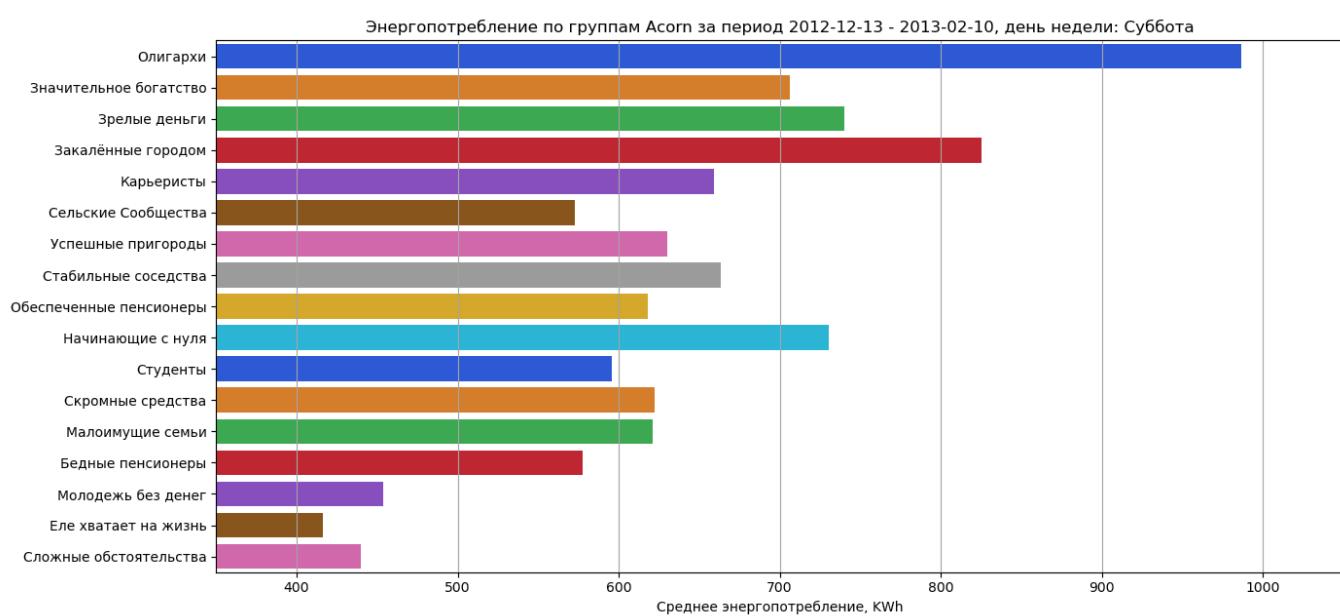
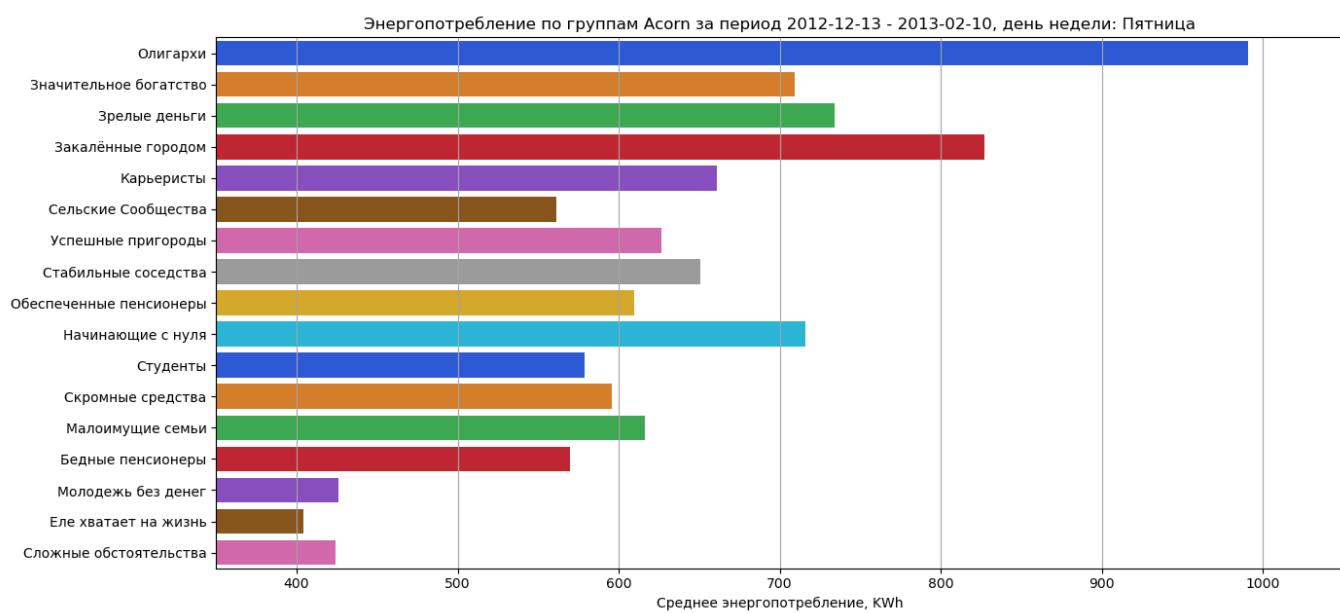


9.4. Распределение энергопотребления по дням недели в группах Acorn.

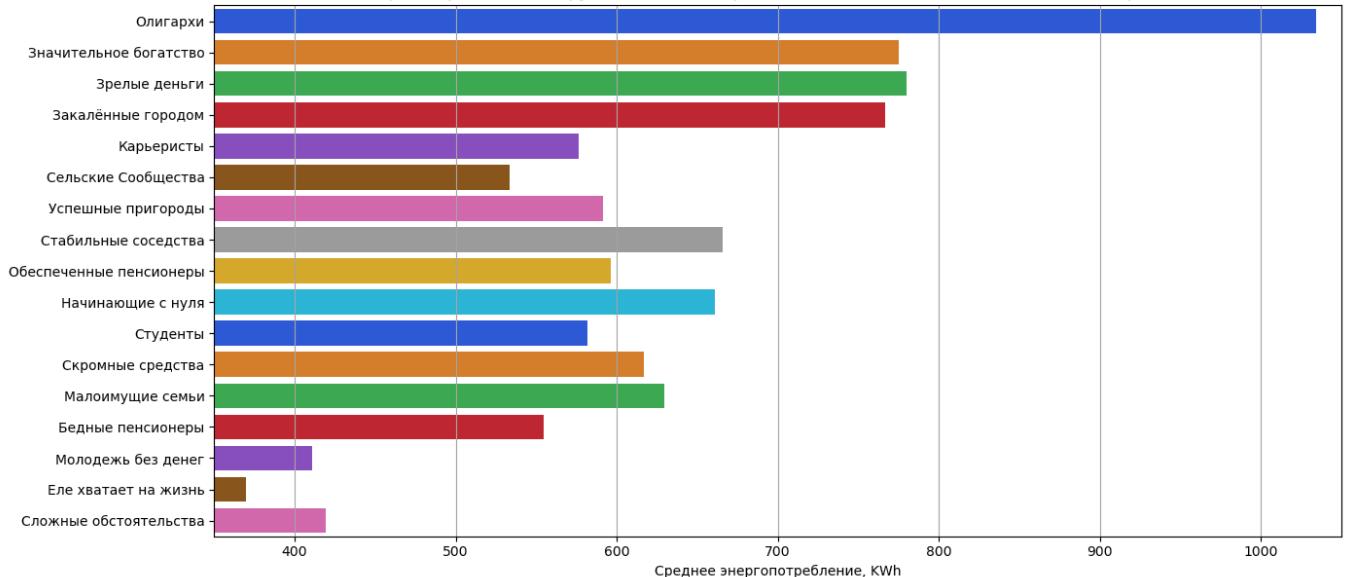
Посмотрим на распределение энергопотребления по дням недели в группах Acorn:





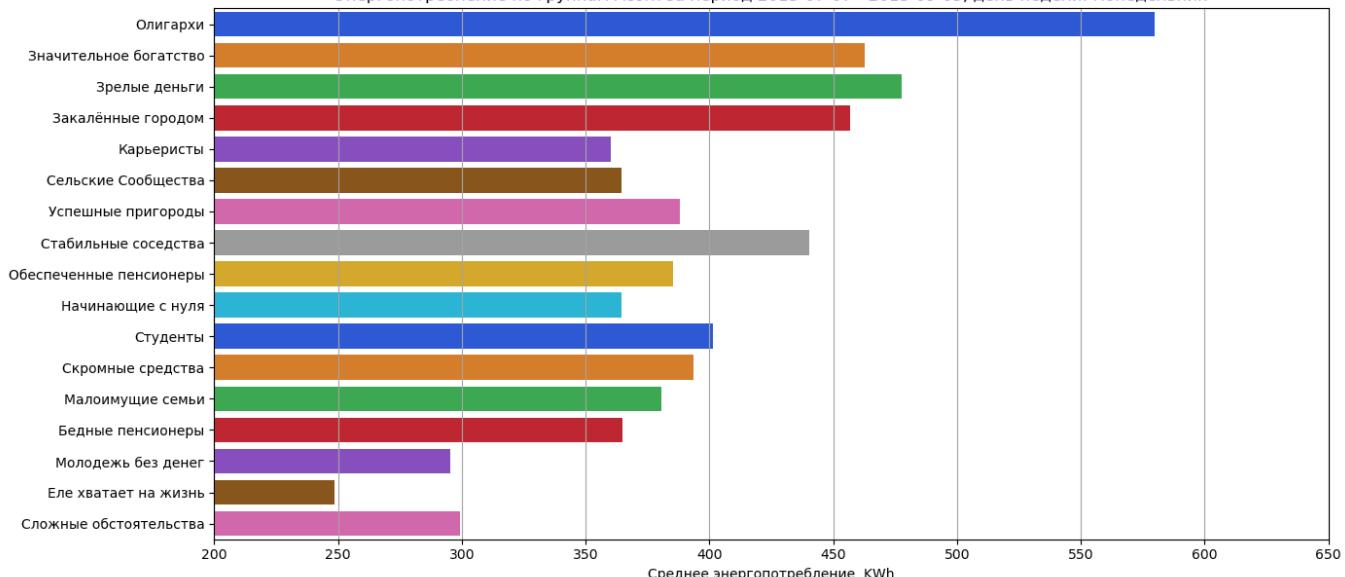


Энергопотребление по группам Acorn за период 2012-12-13 - 2013-02-10, день недели: Праздник

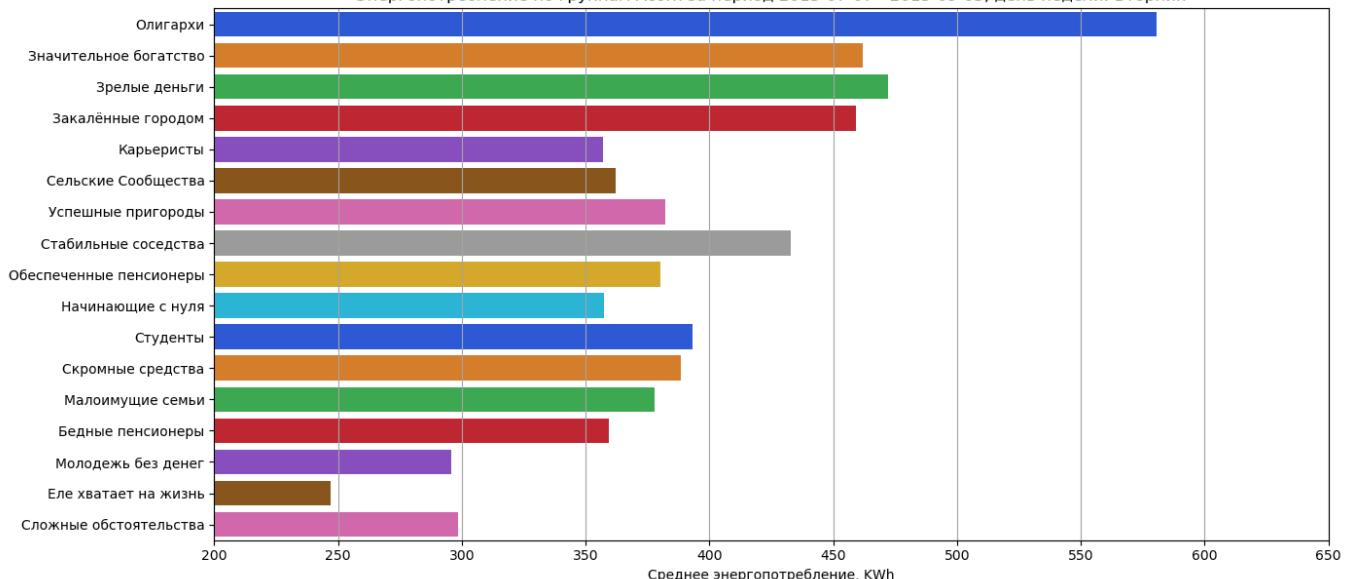


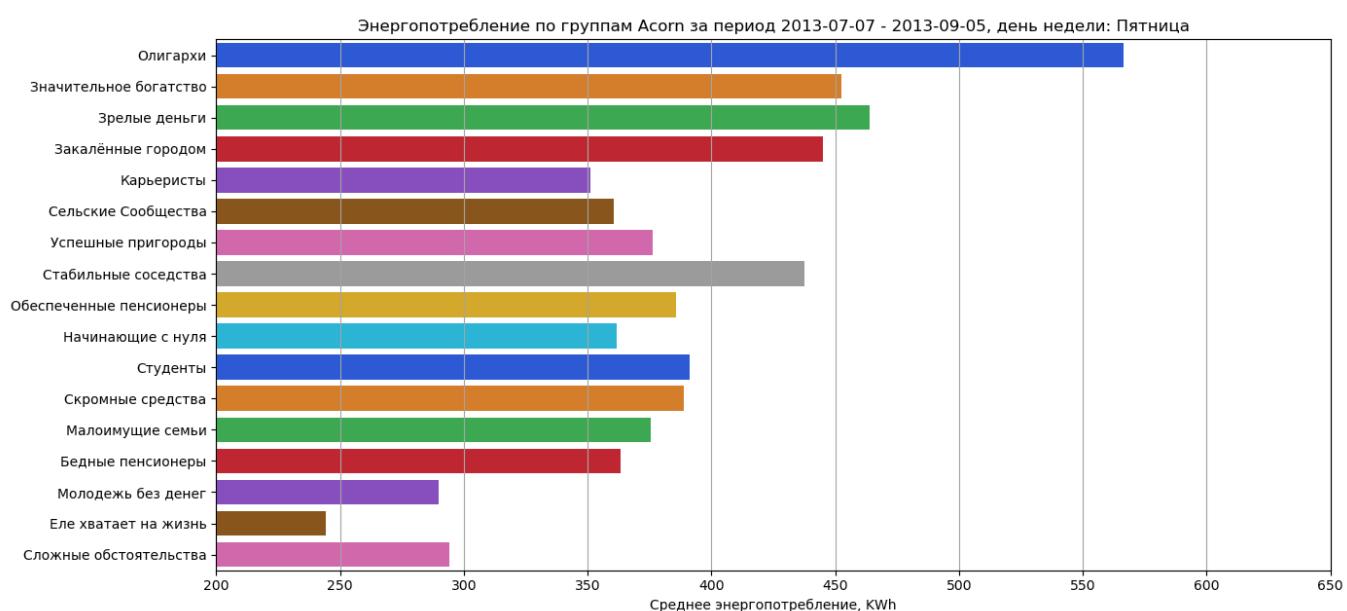
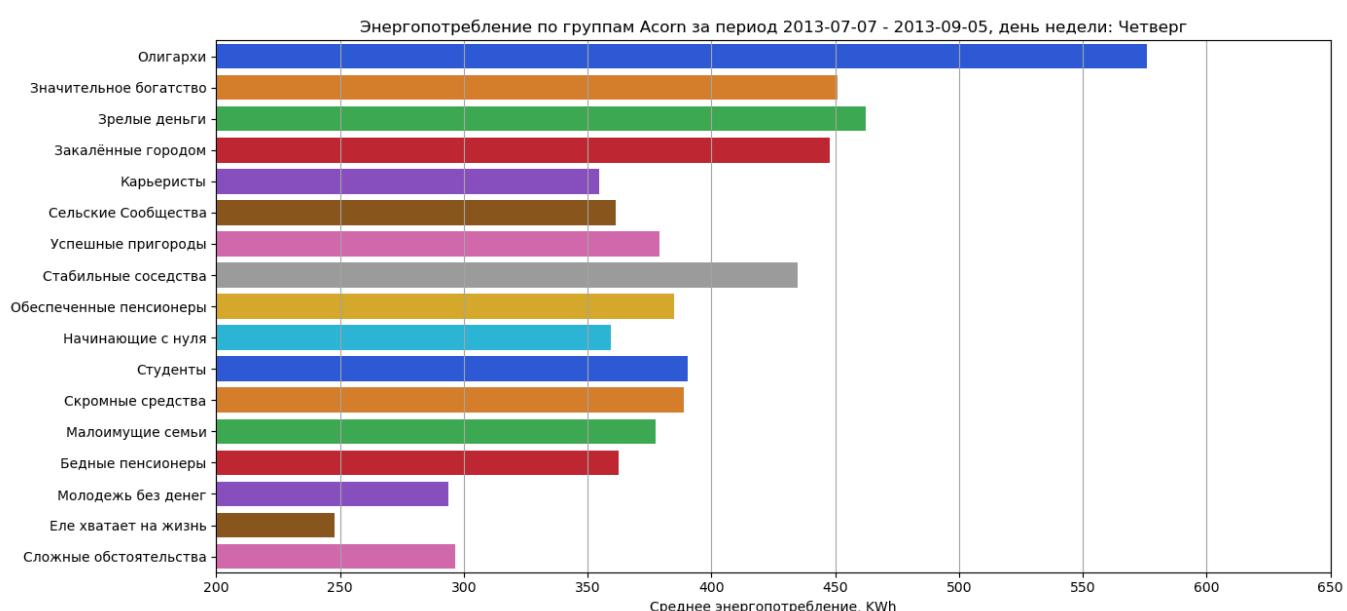
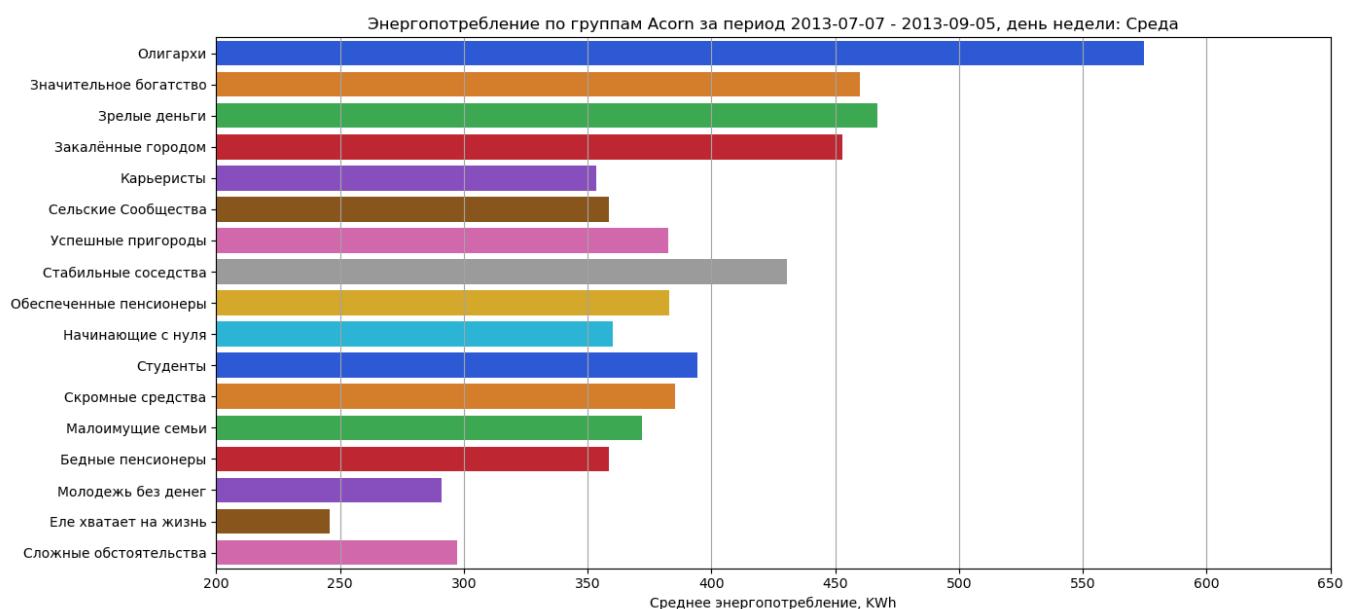
В период наименьшего энергопотребления:

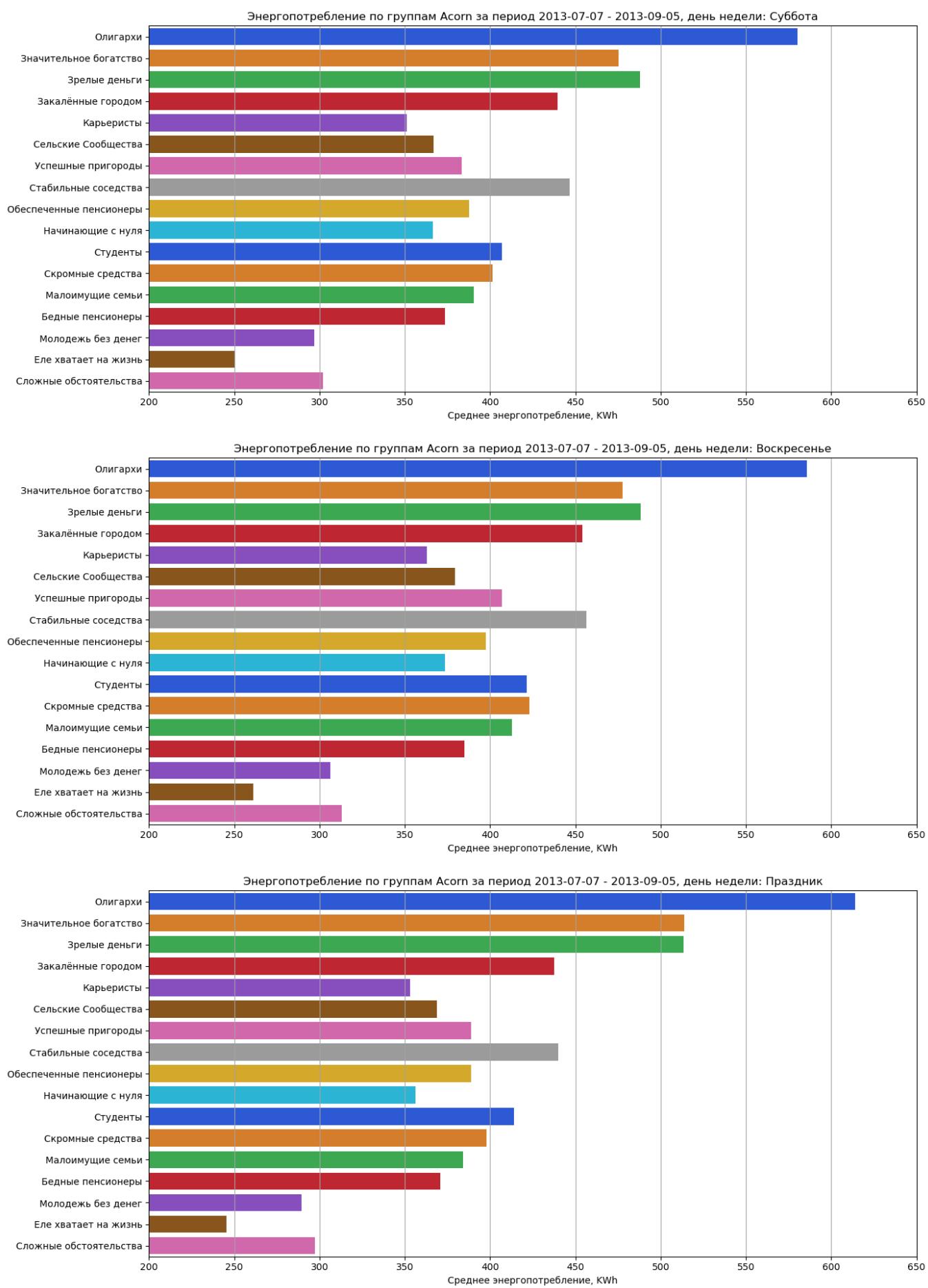
Энергопотребление по группам Acorn за период 2013-07-07 - 2013-09-05, день недели: Понедельник



Энергопотребление по группам Acorn за период 2013-07-07 - 2013-09-05, день недели: Вторник







9.5. Выводы распределения энергопотребления по дням недели для групп Acorn.

Выводы, сделанные на основе анализа данных распределения энергопотребления по дням недели в разных подгруппах Acorn справедливы для групп Acorn, но со своими особенностями:

- Из первой подгруппы «Affluent Achievers» (Купающиеся в деньгах) значительно выделяется группа А (Олигархи), энергопотребление в зимний период превышает энергопотребление остальных двух групп В (Значительное богатство) и С (Зрелые деньги) почти на 25%. У всех трех групп в праздники энергопотребление увеличивается, причем групп В и С в процентном отношении больше. Эти выводы справедливы и для летнего периода.

- Во второй подгруппе «Rising Prosperity» (Процветающие) по энергопотреблению лидирует группа Е (Карьеристы). По праздникам в обеих группах Е (Карьеристы) и D (Закалённые городом) энергопотребление снижается по сравнению с остальными днями недели, даже меньше, чем в рабочие дни. В летний период энергопотребление по праздникам аналогично выходным дням.

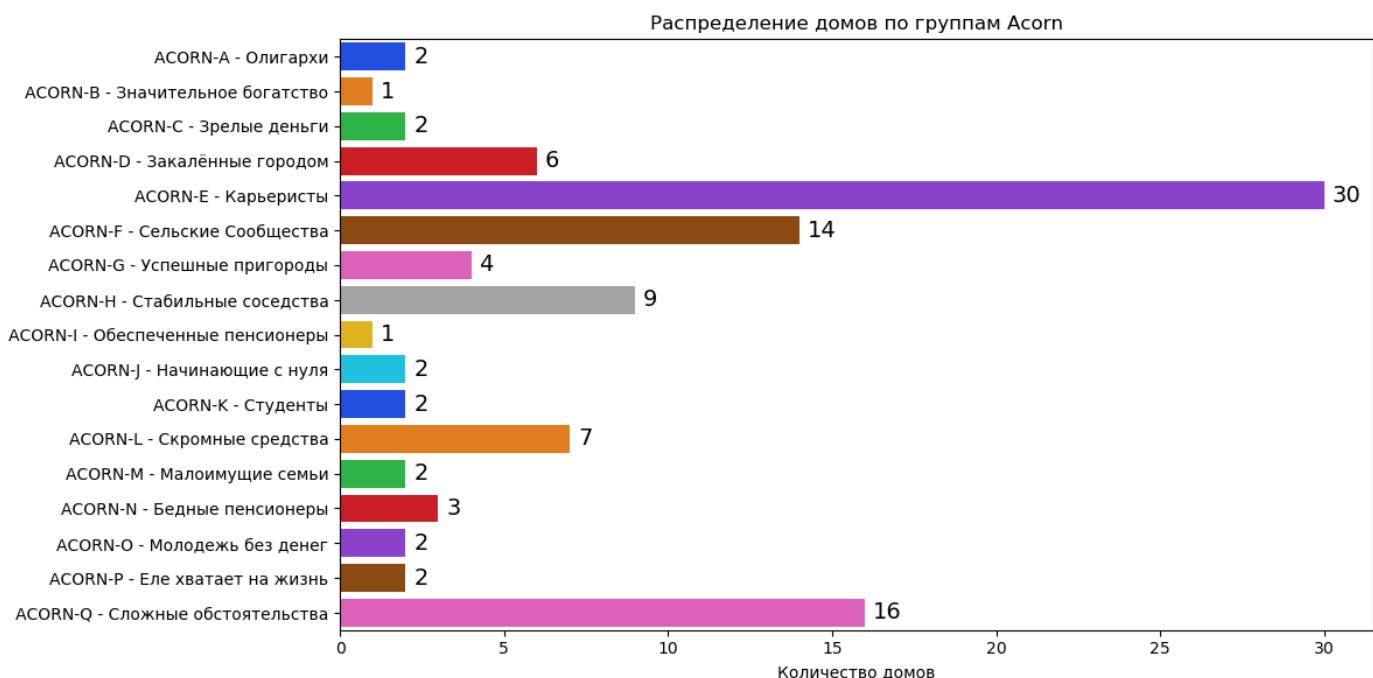
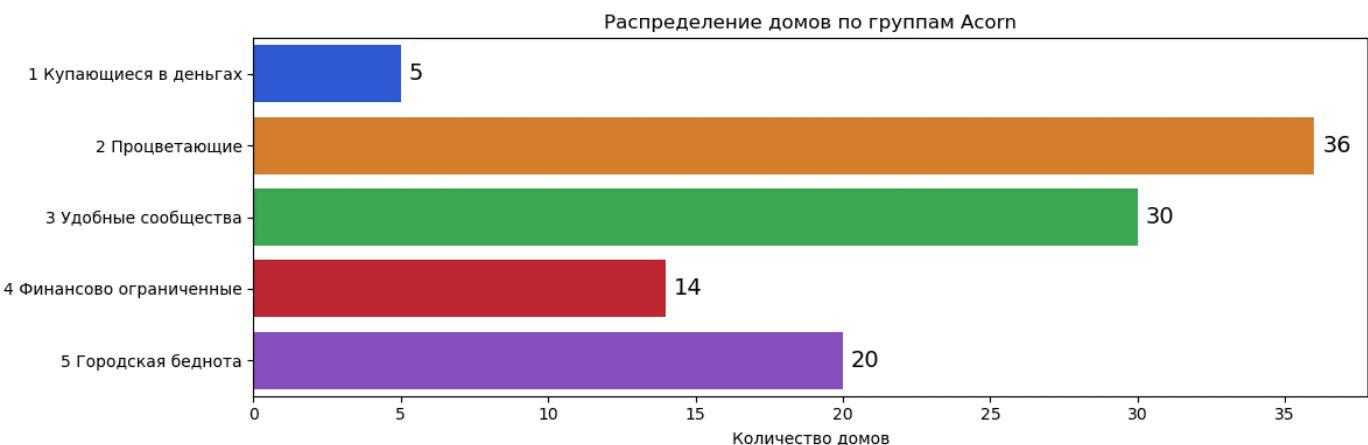
- В третьей подгруппе «Comfortable Communities» (Удобные сообщества) в домах группы F (Сельские Сообщества) наблюдается минимальное энергопотребление, в группе J (Начинающие с нуля) - максимальное из этих пяти групп, энергопотребление остальных групп G (Успешные пригороды), H (Стабильные соседства) и I (Обеспеченные пенсионеры) примерно одинаково. В целом по подгруппе энергопотребление в праздники снижается по сравнению с выходными днями. В группах Н и J энергопотребление по праздникам примерно одинаково и больше, чем в остальных группах. В летний период картина по максимальному энергопотреблению меняется лидерство переходит на группу Н (Стабильные соседства), минимальное энергопотребление в группе J (Начинающие с нуля). Для летнего периода энергопотребление в праздники снижается по сравнению с выходными днями.

- В четвертой подгруппе «Financially Stretched» (Финансово ограниченные) минимальное энергопотребление у группы N (бедные пенсионеры), максимальное в группе M (Малоимущие семьи). Энергопотребление в праздники аналогично выходным дням, кроме группы N (бедные пенсионеры) – у них энергопотребление остается на уровне рабочих дней. В летний период минимальное энергопотребления остается в группе N (бедные пенсионеры), максимальное в группе K (Студенты).

- В пятой подгруппе «Urban Adversity» (Городская беднота) в зимний период минимальное энергопотребление у группы Р (с трудом наскребающие на жизнь) у других групп О (Молодежь без денег) и Q (Сложные обстоятельства) энергопотребление примерно одинаковое. Во всех группах энергопотребление по выходным немного возрастает, но в праздники становится меньше, чем в рабочие дни. В летний период наблюдается картина, аналогичная зимнему периоду, за исключением энергопотребления в праздники – оно аналогично выходным дням.

10. Распределение домов по группам Acorn

Посмотрим распределение домов в датасете по группам Acorn:



Примерно в половине групп количество домов очень мало для анализа: всего по 1-2 дома на группу, но, с другой стороны, даже на примере двух-трех домов вырисовывается картина энергопотребления по группам.

11. Распределение энергопотребления по датчикам разной формы оплаты.

Перейдем к исследованию распределения энергопотребления по домам с датчиками разной формы оплаты. Анализ файла **informations_households.csv** показал, что после исключения домов с некорректной группировкой по классификации Acorn, остались дома, в которых установлено ровно 50 датчиков двух типов:

«Std» - форма оплаты Стандартная

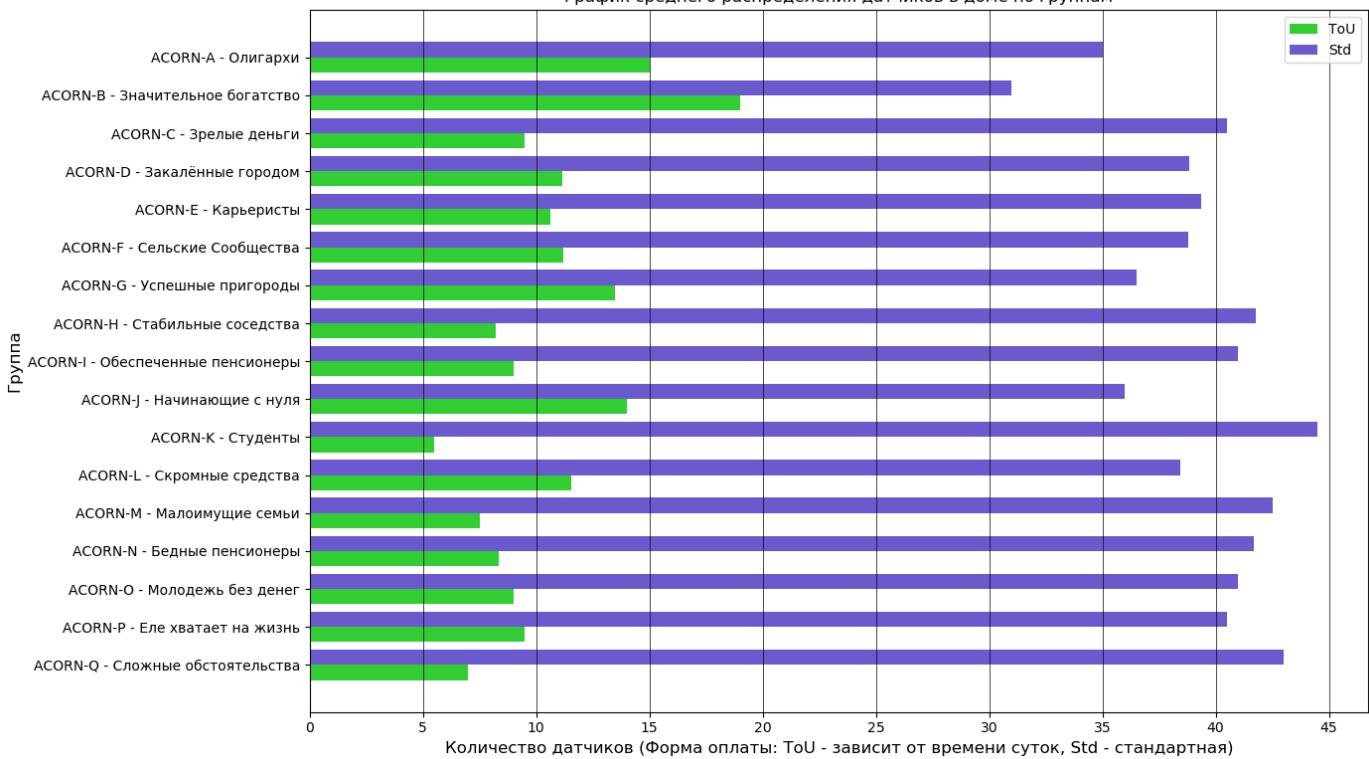
«ToU» - форма оплаты зависит от времени суток.

11.1. Гистограммы распределения датчиков по типам оплаты.

Графики распределения количества домов с установленными датчиками



График среднего распределения датчиков в доме по группам



11.2. Выводы и выбор домов для исследования

На основе полученных данных можно сделать выводы:

- наибольшее среднее количество датчиков на дом с формой оплаты, зависящей от времени суток, находится в первых двух группах;
- есть 2 дома, у которых больше датчиков «ToU» (зависит от времени суток);
- есть дома только с одной формой оплаты «Std» (стандартная) - 21 дом;
- в остальных домах из датасета присутствуют датчики с обеими формами оплаты.

Для исследования энергопотребления по конкретному дому выберем дома с датчиками разной формы оплаты и примерно одинаковым количеством этих датчиков на дом из разных групп Acorn. Был сформирован список домов с датчиками по форме оплаты разного типа, разница между которыми не превышает 20% (по принципу 80 на 20) и этот список охватил не все подгруппы, увеличим разницу до 50% и получим список:

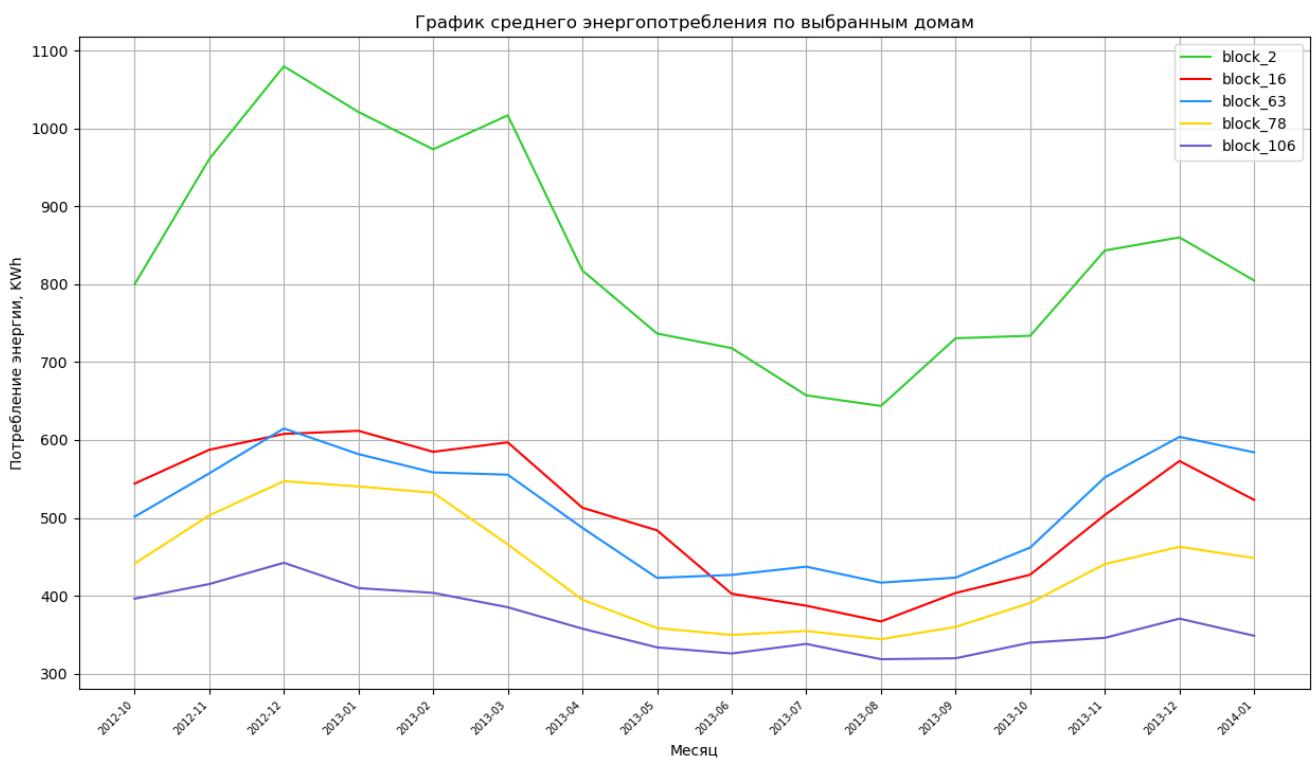
| Std | ToU | Acorn_grouped | Acorn | file |
|-----|-----|---------------------------|---------|-----------|
| 20 | 30 | 1 Affluent Achievers | ACORN-A | block_2 |
| 25 | 25 | 2 Rising Prosperity | ACORN-E | block_16 |
| 25 | 25 | 2 Rising Prosperity | ACORN-E | block_41 |
| 25 | 25 | 2 Rising Prosperity | ACORN-E | block_37 |
| 27 | 23 | 3 Comfortable Communities | ACORN-H | block_63 |
| 27 | 23 | 2 Rising Prosperity | ACORN-E | block_42 |
| 28 | 22 | 2 Rising Prosperity | ACORN-E | block_39 |
| 28 | 22 | 2 Rising Prosperity | ACORN-E | block_17 |
| 28 | 22 | 2 Rising Prosperity | ACORN-E | block_31 |
| 28 | 22 | 4 Financially Stretched | ACORN-L | block_78 |
| 29 | 21 | 2 Rising Prosperity | ACORN-E | block_40 |
| 30 | 20 | 2 Rising Prosperity | ACORN-E | block_38 |
| 30 | 20 | 2 Rising Prosperity | ACORN-E | block_34 |
| 30 | 20 | 2 Rising Prosperity | ACORN-E | block_32 |
| 31 | 19 | 2 Rising Prosperity | ACORN-E | block_33 |
| 31 | 19 | 4 Financially Stretched | ACORN-L | block_79 |
| 31 | 19 | 1 Affluent Achievers | ACORN-B | block_3 |
| 32 | 18 | 5 Urban Adversity | ACORN-Q | block_106 |
| 32 | 18 | 3 Comfortable Communities | ACORN-H | block_64 |
| 33 | 17 | 2 Rising Prosperity | ACORN-D | block_10 |
| 33 | 17 | 3 Comfortable Communities | ACORN-J | block_72 |
| 33 | 17 | 3 Comfortable Communities | ACORN-F | block_51 |
| 33 | 17 | 4 Financially Stretched | ACORN-L | block_80 |

Выберем по одному первому дому из разных подгрупп, получим список
['block_2', 'block_16', 'block_63', 'block_78', 'block_106'].

11.3. Исследование энергопотребления по выбранным домам.

Для дальнейших исследований энергопотребления возьмем данные из архива halfhourly_dataset.zip по выбранным домам за корректный период. Объединим эти данные в один датафрейм с группировкой датчиков по форме оплаты, т.е. для одного дома будет 2 колонки: сумма потребленной энергии по датчикам «ToU» и «Std», записанных с получасовым интервалом. Также выполним очистку данных от мусора: в данных есть строки вида 2013-10-29 09:33 - фиксация данных вне отведенного времени (получасовые интервалы) – эти строки необходимо удалить из датафрейма. Подготовленный датафрейм сохраняем в файл my_form_pay_hh.csv (в каталог с остальными файлами датасета). Объем исходных файлов составляет 330Мб, чтение и обработка этих файлов занимает около 20 секунд, итоговый датафрейм «весит» чуть более 3Мб.

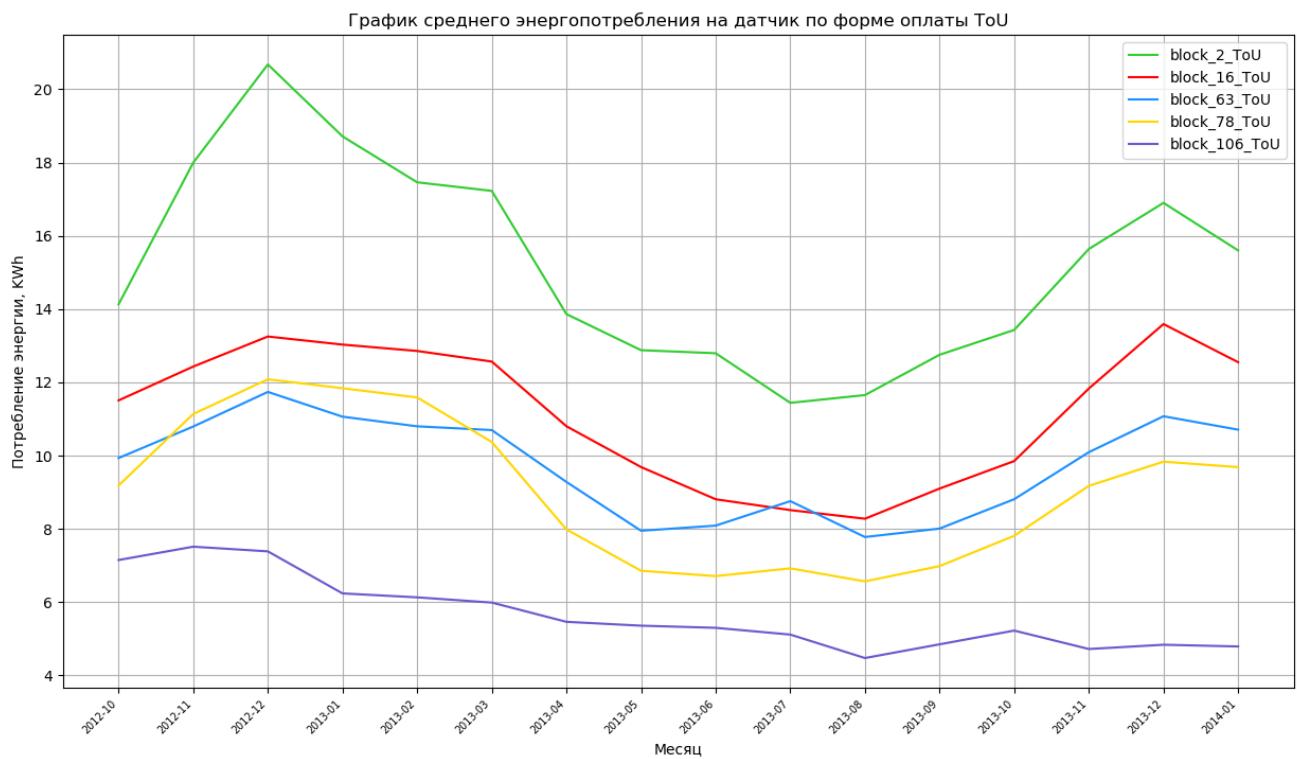
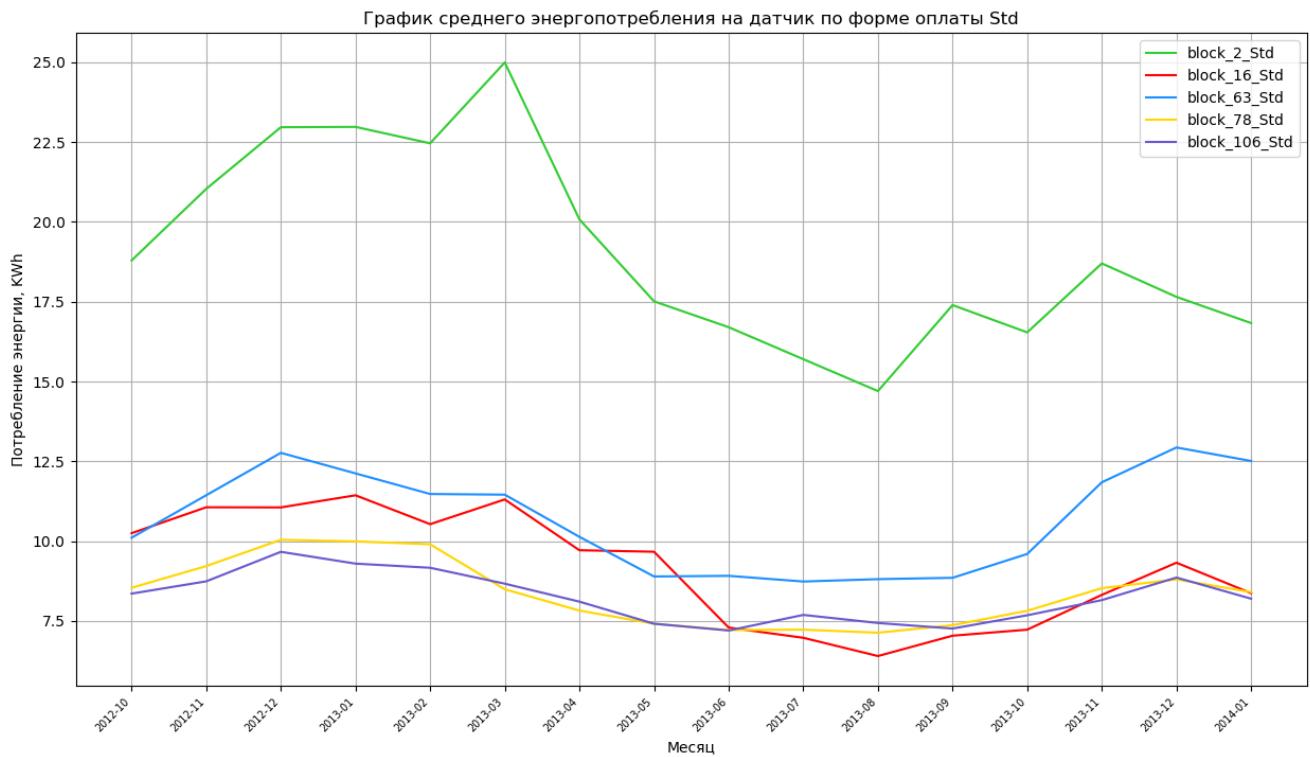
Посмотрим на график энергопотребления по выбранным домам за корректный период:



На этих графиках видно, что по сравнению с общим трендом у выбранных домов, кроме дома 'block_16', максимум энергопотребления приходится на декабрь 2012 года. На общем графике месяц с максимальным энергопотреблением был январь 2013 года. Минимум энергопотребления по всем домам наблюдается в августе, что полностью соответствует прежним выводам. Нужно исследовать пики энергопотребления в марте 2013 года в домах 'block_2' и 'block_16' как несоответствующие общему графику энергопотребления.

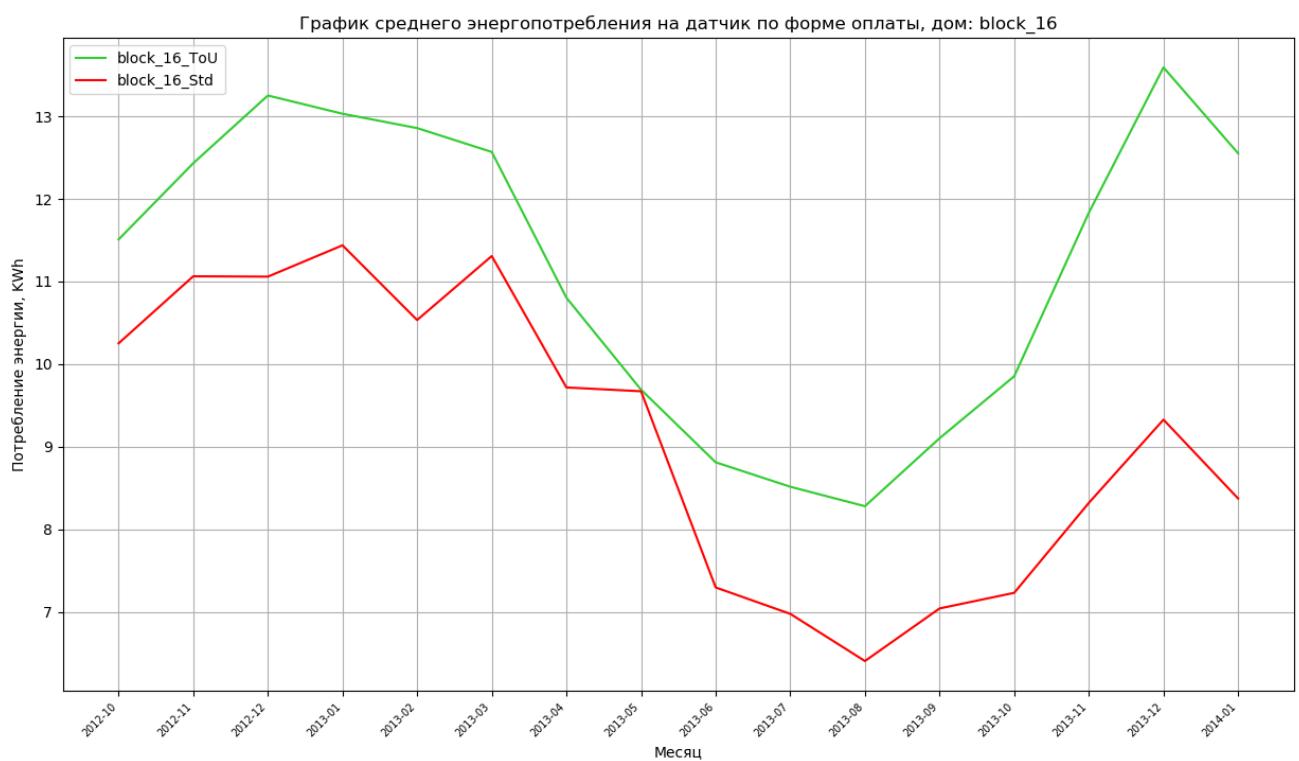
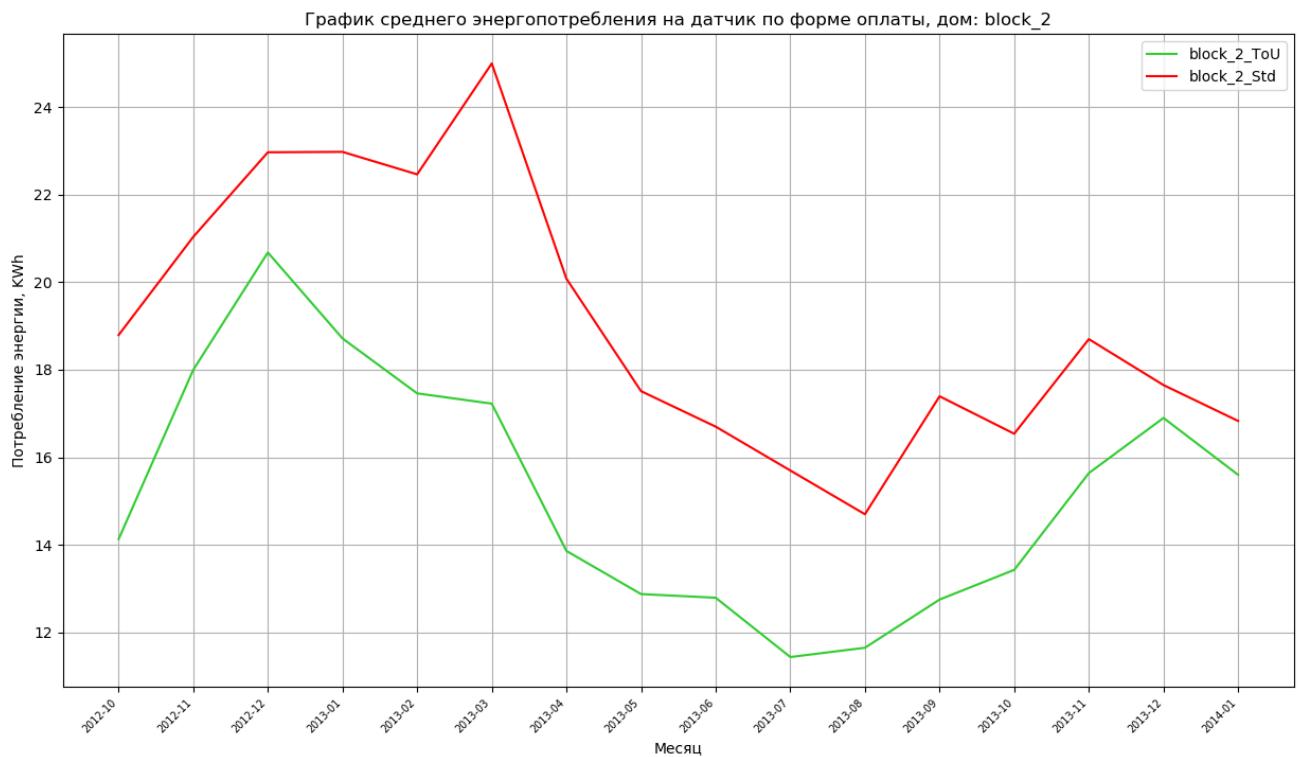
Посмотрим на распределения энергопотребления по датчикам «ToU» и «Std», если бы количество датчиков с разной формой оплаты в выбранных домах было бы одинаковым

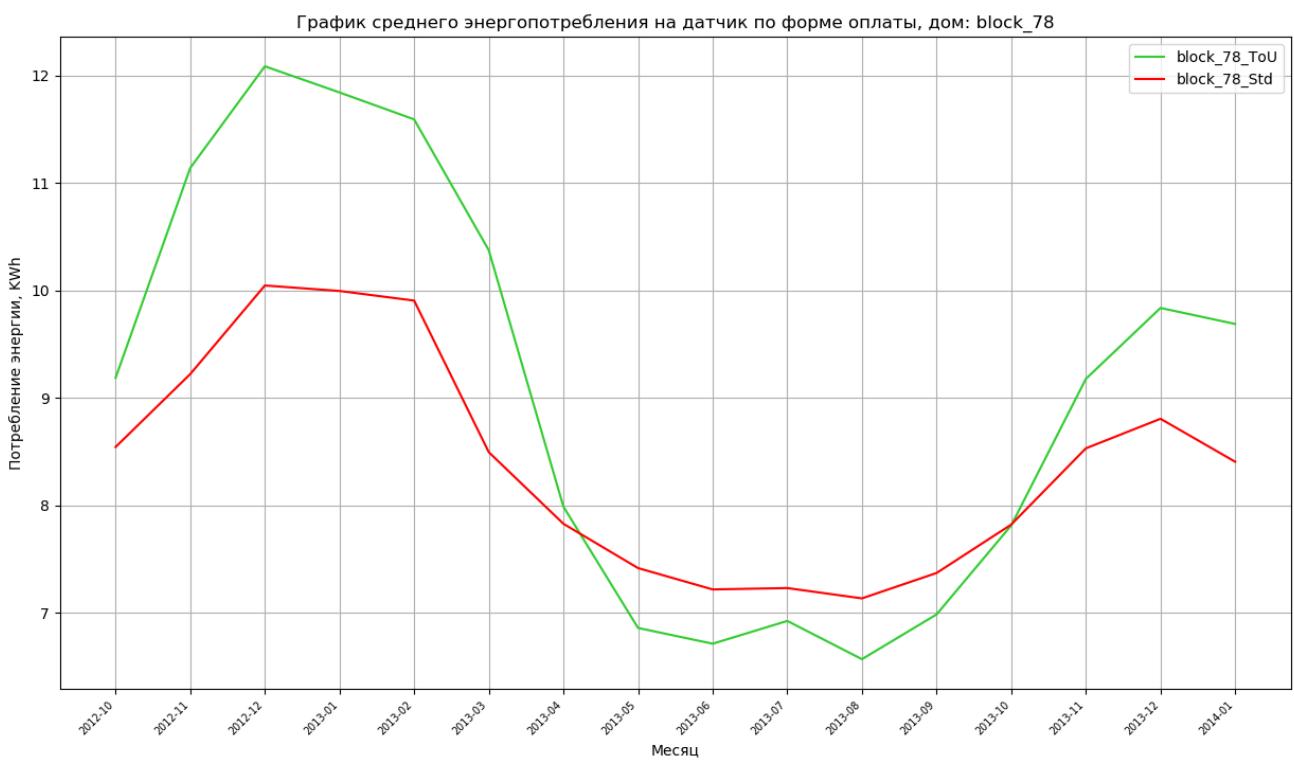
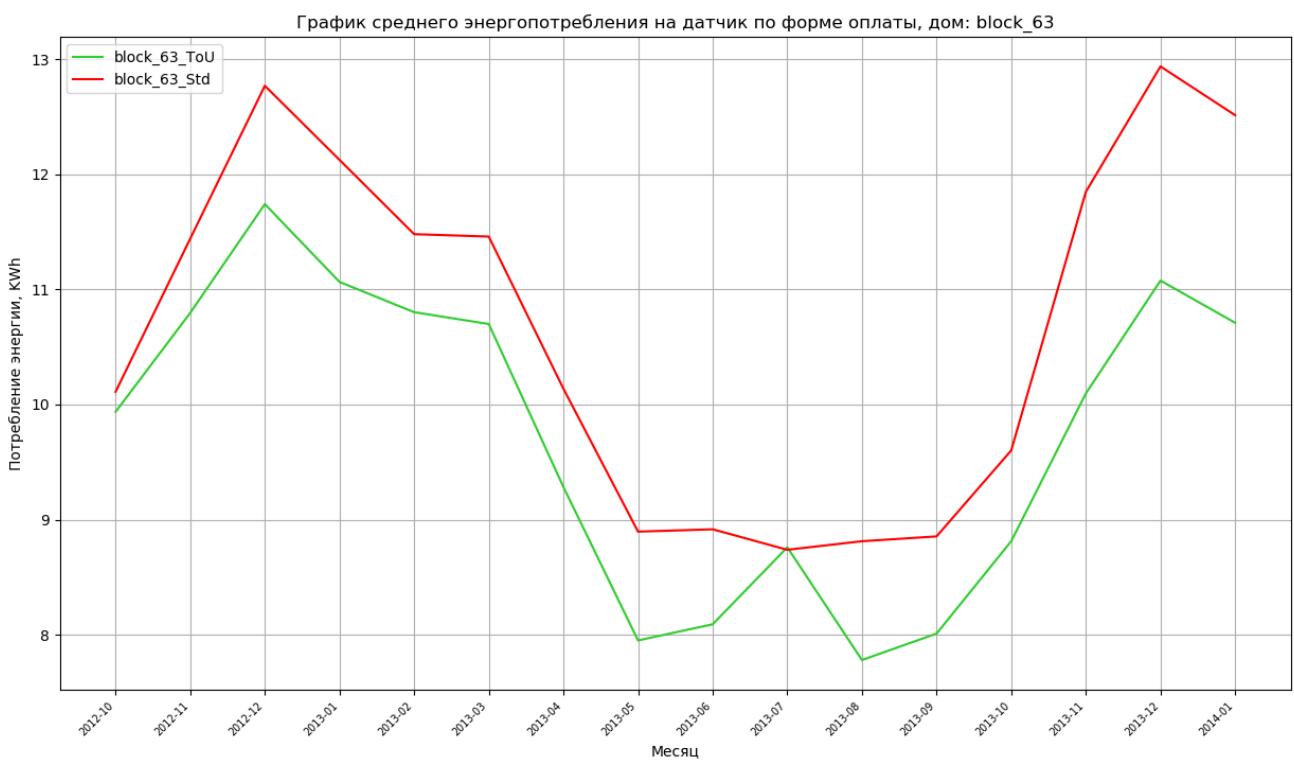
– то предпочтительнее было бы отобразить сумму энергии по датчикам за период, а не среднее энергопотребление через датчик.

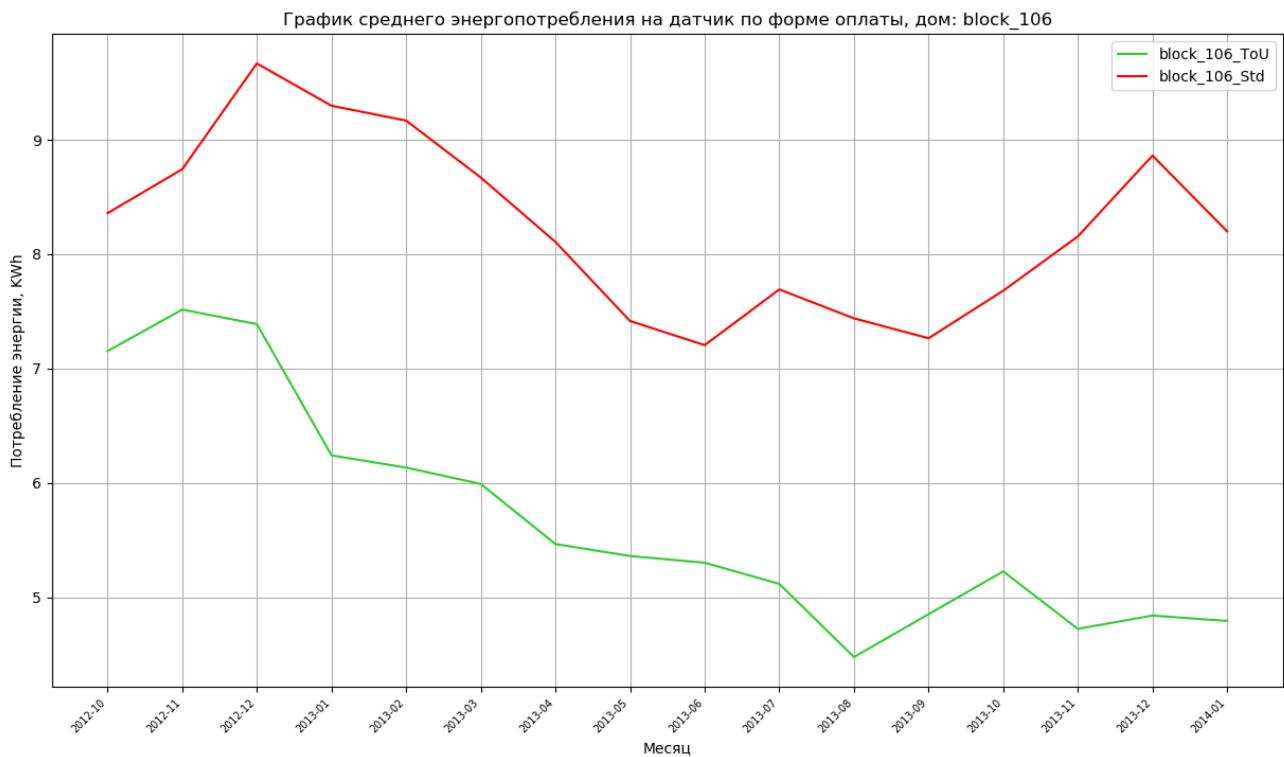


По энергопотреблению с датчиков «ToU» видно разделение домов по группам. По датчикам «Std» лидирует первая группа, энергопотребление выше в 2 раза остальных.

11.4. Графики энергопотребления за год по каждому дому







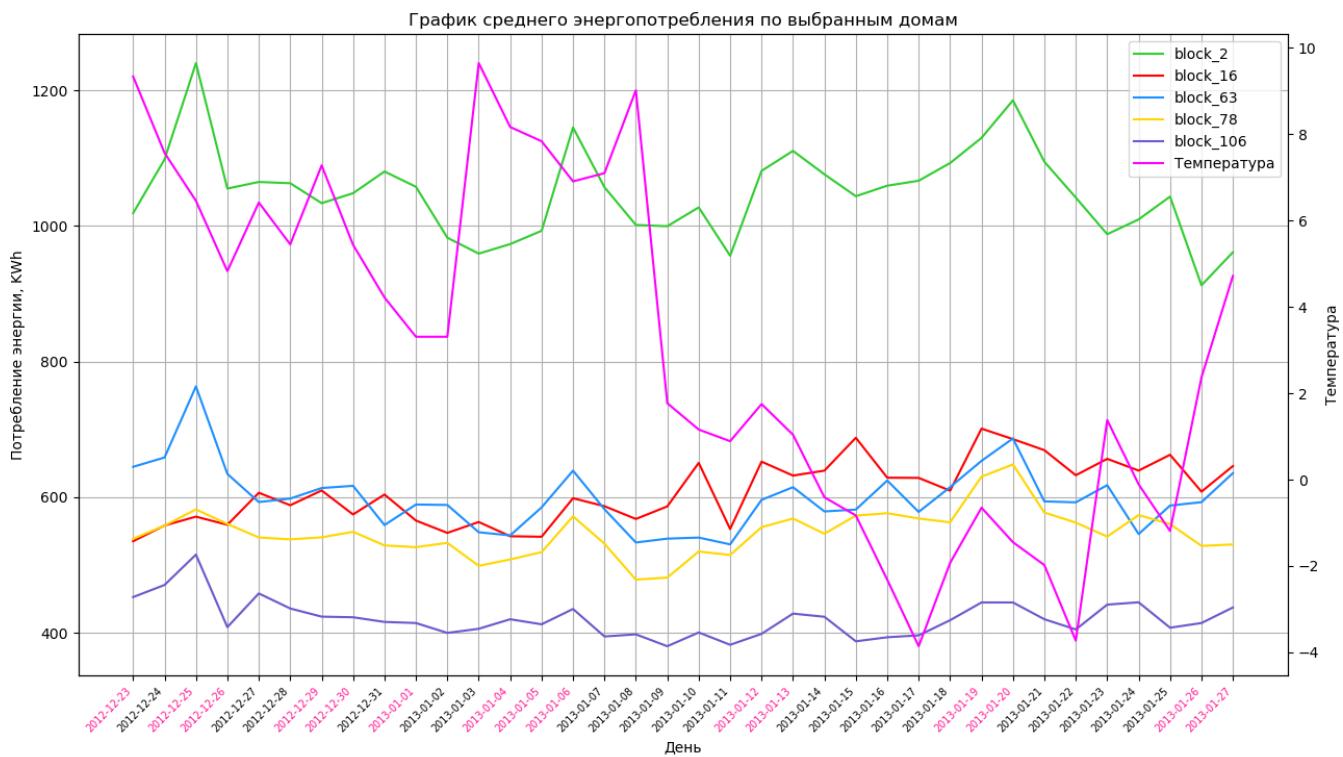
По распределению энергопотребления по датчикам «ToU» и «Std» складывается такая картина: в одной группе (block_16) преобладает энергопотребление по датчикам «ToU», в других группах (block_2, block_63, block_106) по датчикам «Std», в одной группе энергопотребление по датчикам «ToU» преобладает в зимние месяцы, а в летние месяцы, наоборот, больше энергопотребления по датчикам «Std». В доме block_16 в декабре 2012 года энергопотребление по датчикам «ToU» больше чем в декабре 2013 года, такая же картина в доме block_63, только по датчикам «Std», но общее энергопотребление декабря 2013 года меньше декабря 2012 года.

Аномалия по энергопотреблению марта в группах (block_2 и block_16) на этих графиках проявилась выразительнее: выброс по датчикам «Std» аналогичен потреблению в зимние месяцы (у дома block_2 даже превышает) - у богатых свои причуды...

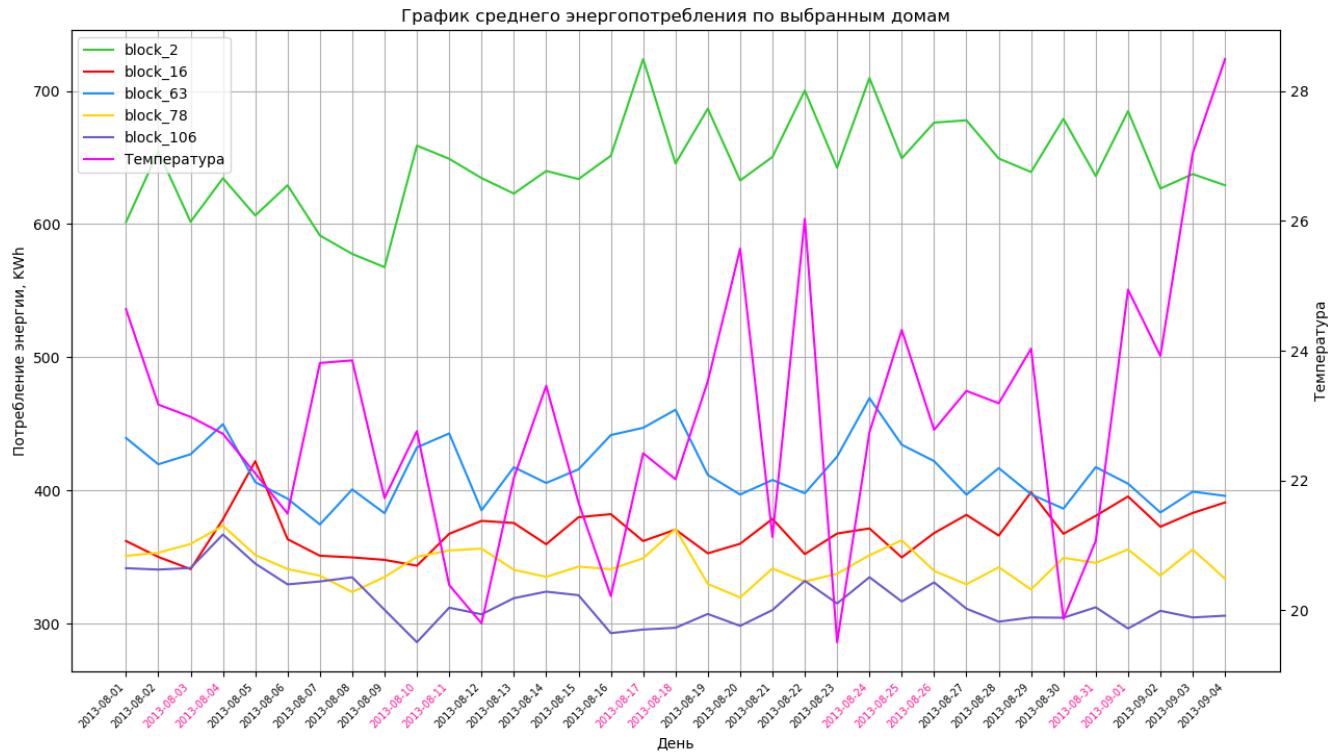
11.5. Графики энергопотребления в разные периоды

Интересно посмотреть на эти графика в периоды максимального и минимального энергопотребления с наложением графиков температуры и выходных дней. В период максимального энергопотребления на график выводится минимальная температура, в период минимального энергопотребления на график выводится максимальная температура за сутки.

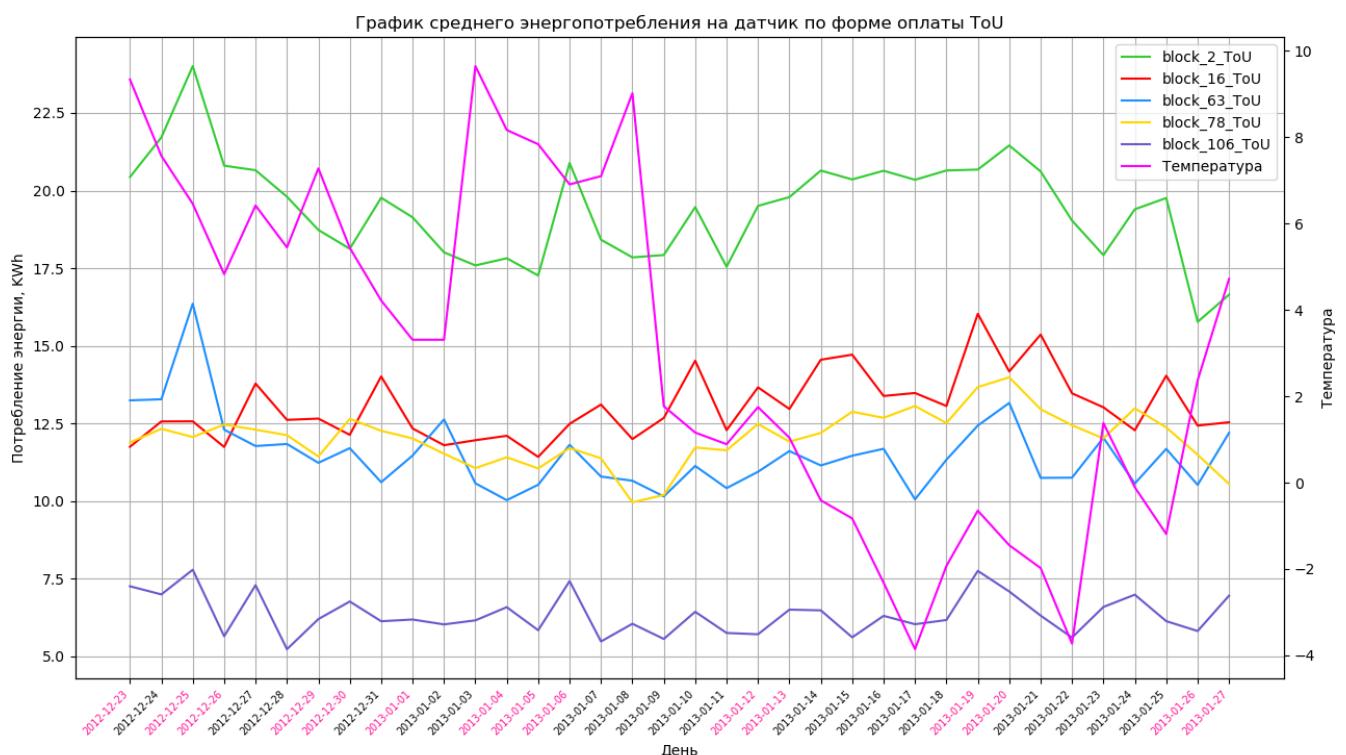
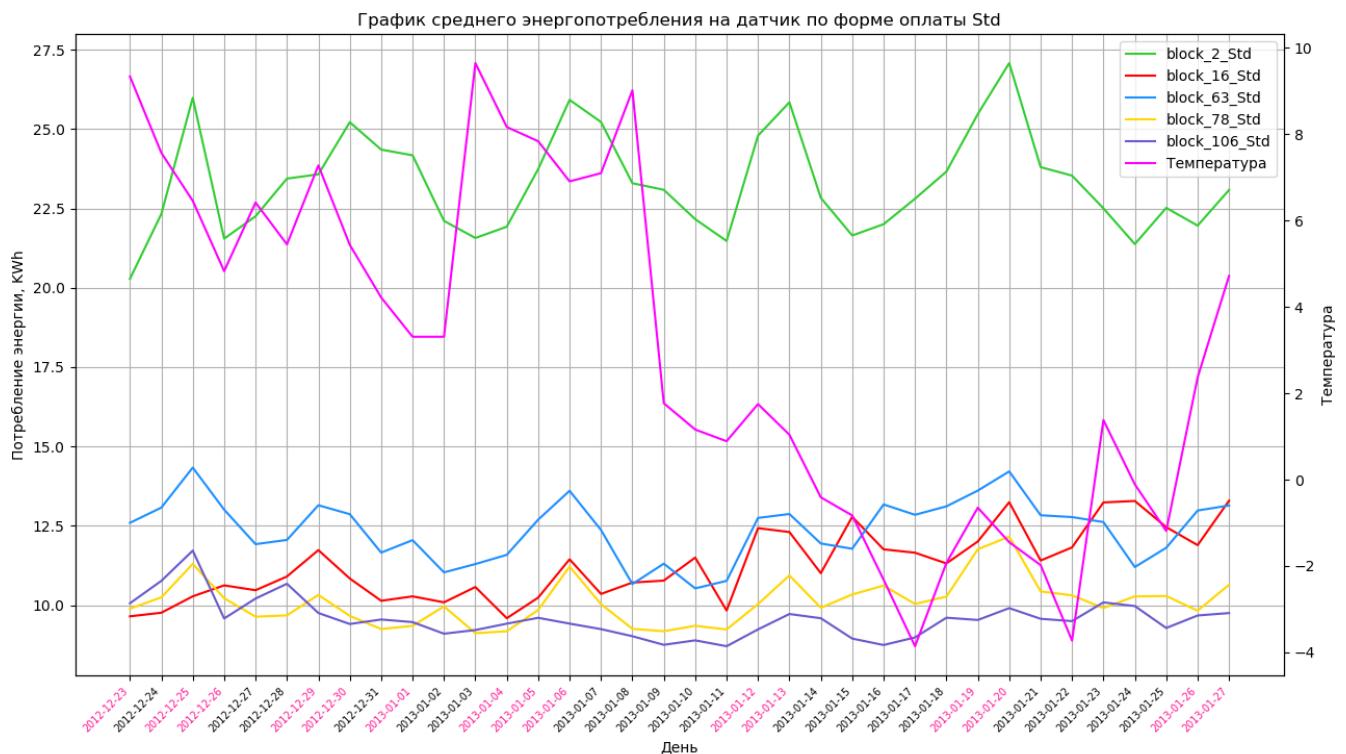
11.5.1. Период максимального энергопотребления



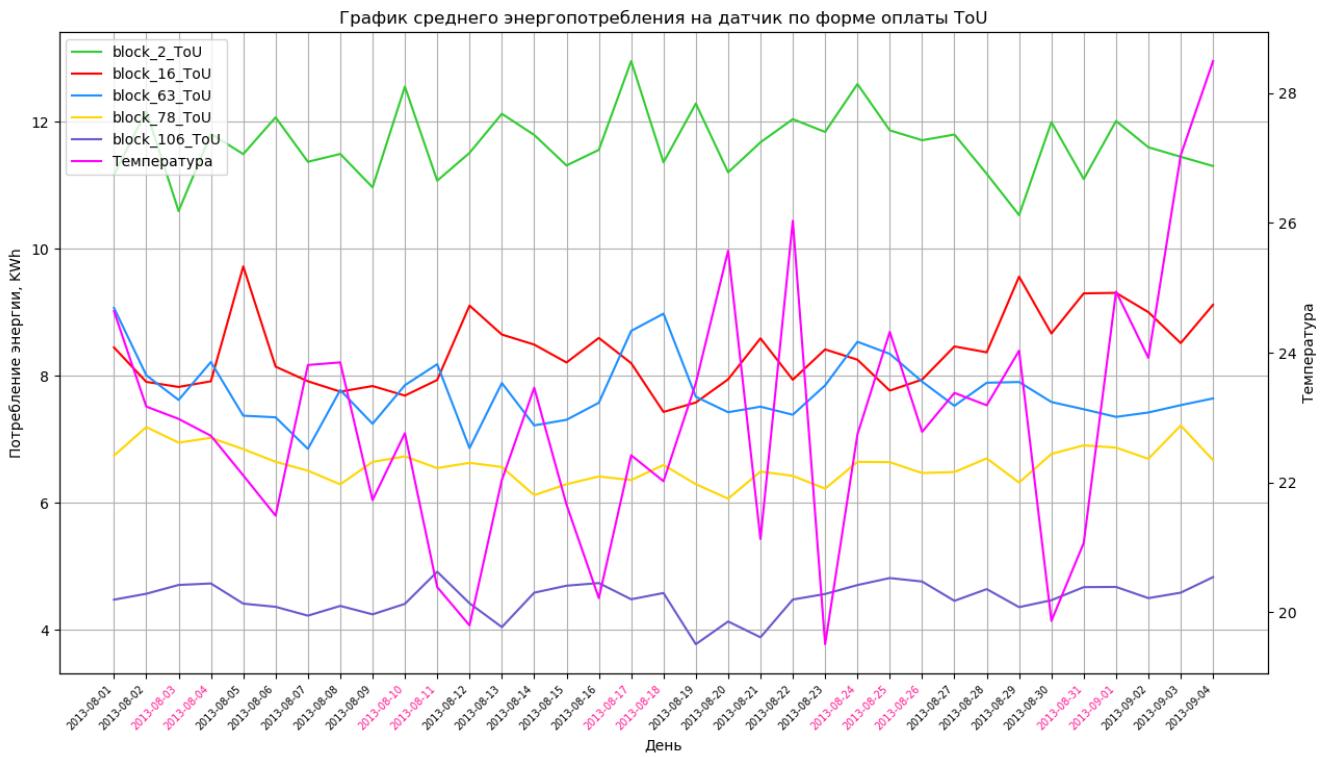
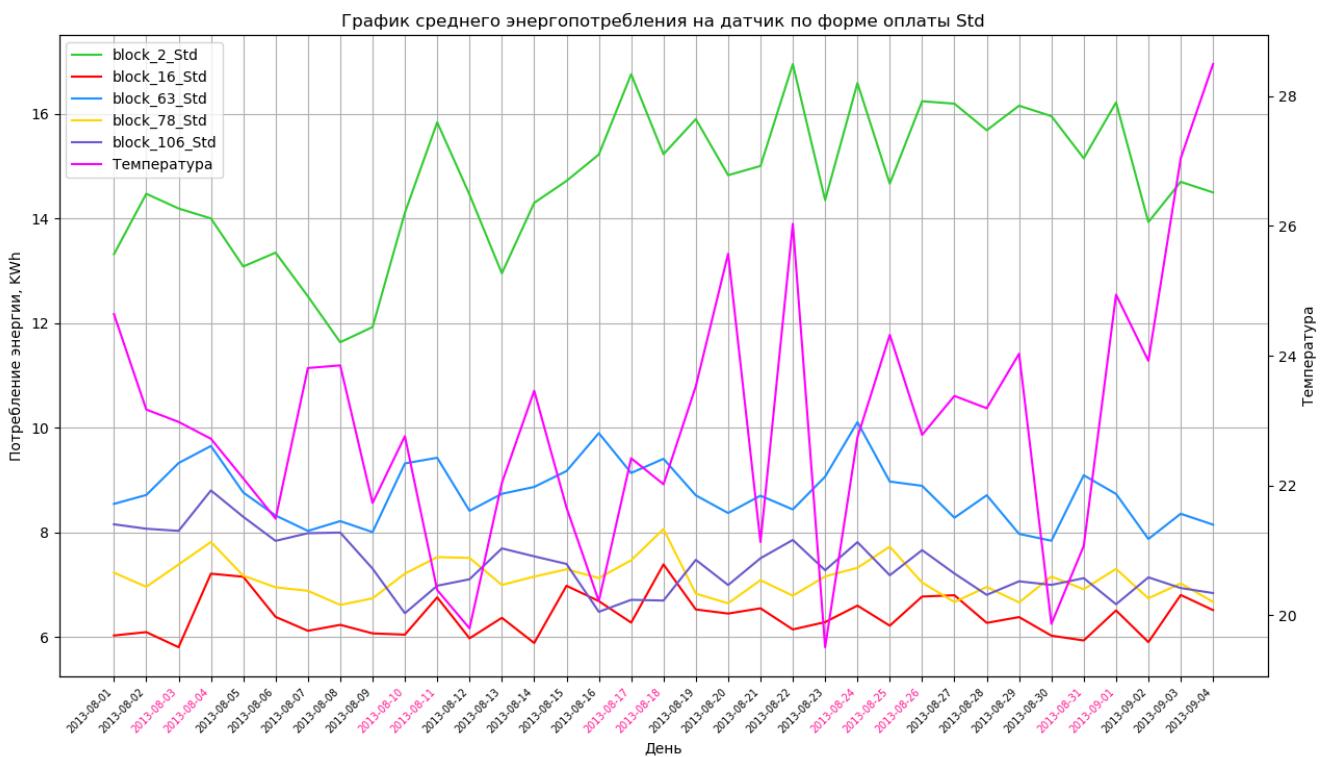
11.5.2. Период минимального энергопотребления



11.5.3. Период максимального энергопотребления по датчикам



11.5.4. Период минимального энергопотребления по датчикам



11.6. Выводы по энергопотреблению с разными датчиками.

По графикам отдельных домов нельзя однозначно сказать, что энергопотребление в зимний период сильно зависит от температуры.

Интересно сравнить коэффициенты корреляции всех домов из датасета с выбранными для исследования домами.

Коэффициенты корреляции в период Максимального энергопотребления:

| Параметр | все дома | 5 домов | block_2 | block_16 | block_63 | block_78 | block_106 |
|-------------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|-----------|
| temperature | -0,83 | -0,38 | -0,24 | -0,78 | 0,01 | -0,58 | 0,22 |
| windBearing | -0,75 | -0,52 | -0,33 | -0,50 | -0,33 | -0,65 | -0,18 |
| daylight | 0,74 | 0,16 | -0,16 | 0,71 | -0,05 | 0,33 | -0,14 |
| moonPhase | -0,69 | -0,60 | -0,42 | -0,54 | -0,44 | -0,66 | -0,26 |
| pressure | -0,52 | -0,64 | -0,41 | -0,46 | -0,60 | -0,57 | -0,47 |
| visibility | -0,49 | -0,17 | -0,12 | -0,41 | 0,03 | -0,32 | 0,25 |
| icon | -0,23 | -0,26 | -0,16 | -0,08 | -0,35 | -0,29 | -0,14 |
| humidity | -0,22 | -0,07 | 0,08 | -0,25 | 0,00 | -0,06 | -0,13 |
| cloudCover | 0,22 | 0,13 | 0,08 | 0,22 | -0,04 | 0,16 | 0,13 |
| uvIndex | 0,21 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | -0,03 | 0,06 | -0,08 |
| numday | 0,20 | 0,09 | -0,08 | 0,05 | 0,18 | 0,18 | 0,11 |
| windSpeed | -0,18 | 0,10 | -0,01 | -0,19 | 0,36 | -0,03 | 0,37 |

Как видно из таблицы для каждого дома из пяти подгрупп свои коэффициенты корреляции, влияющие на энергопотребление, и они не совпадают с коэффициентами данных всего датасета и выборки из этих пяти домов. Максимально соответствуют «средней температуре по больнице» коэффициенты дома block_16 и block_78, это логично, т.к. в датасете дома этих двух подгрупп составляют почти половину выборки (47%). В общем случае выводы, сделанные по подгруппам, совпадают и для отдельных домов своих подгрупп. Коэффициенты корреляции следуют в том же порядке и имеют ту же степень влияния, но немного отличаются значениями. Из этой картины выбивается дом block_63 – энергопотребление этого дома вообще не связано с температурой и значение остальных коэффициентов так же не типично для домов этой подгруппы.

Коэффициенты корреляции в период Минимального энергопотребления:

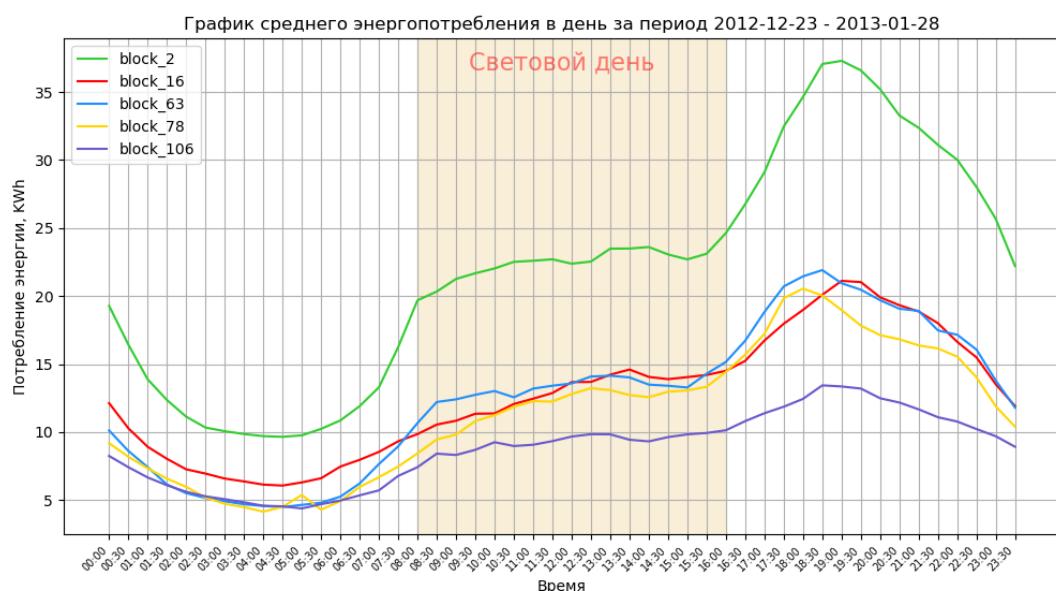
| Параметр | все дома | 5 домов | block_2 | block_16 | block_63 | block_78 | block_106 |
|-------------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|-----------|
| moonPhase | 0,51 | 0,39 | 0,19 | 0,43 | 0,08 | 0,25 | 0,18 |
| numday | 0,42 | 0,39 | 0,16 | -0,21 | 0,61 | 0,55 | -0,02 |
| uvIndex | -0,35 | -0,45 | -0,40 | -0,49 | -0,30 | -0,14 | 0,29 |
| daylight | -0,27 | -0,08 | -0,44 | -0,36 | 0,19 | 0,21 | 0,54 |
| windBearing | -0,19 | -0,31 | -0,23 | 0,20 | -0,24 | -0,12 | -0,34 |
| cloudCover | -0,18 | 0,11 | -0,13 | -0,13 | 0,41 | 0,06 | 0,14 |
| pressure | -0,16 | -0,37 | -0,04 | 0,02 | -0,48 | -0,19 | -0,37 |
| humidity | 0,10 | 0,32 | 0,17 | 0,21 | 0,22 | 0,01 | 0,21 |
| temperature | 0,09 | -0,06 | -0,02 | -0,17 | -0,03 | -0,13 | 0,16 |
| visibility | -0,08 | -0,20 | -0,16 | -0,08 | -0,14 | 0,13 | -0,14 |
| icon | 0,03 | 0,03 | 0,03 | -0,17 | -0,08 | 0,20 | 0,17 |
| windSpeed | 0,00 | 0,20 | 0,09 | -0,27 | 0,40 | 0,30 | 0,01 |

В летние месяцы коэффициенты погодных условий имеют степень влияния «Слабая». В выводы, сделанные для подгрупп в период минимального энергопотребления, в основном совпадают для отдельных домов своих подгрупп. В домах `block_2` и `block_16` наибольшее значение коэффициента у «Длительность светового дня» (степень «Слабая», по подгруппам была «Средняя»), для `block_16` максимальное значение у коэффициента «УФ-Индекс», но у него высокая степень связи с длительностью светового дня – так что вывод справедлив. Есть исключения, например, дом `block_106`: на энергопотребление больше влияет «Длительность светового дня», а не «день недели», как для домов своих подгрупп `block_63` и `block_78`.

Анализ коэффициентов корреляции с энергопотреблением в летние месяцы так же выявил для выбранных домов отклонение от коэффициентов корреляции на данных всего датасета – на них больше похожи коэффициенты группы из пяти домов.

12. Суточное распределение энергопотребления.

Исследуем распределение энергопотребления в течении суток у выбранных домов в периоды максимального и минимального энергопотребления.



На графиках суточного распределения энергопотребления видно, что минимумы энергопотребления в зимний и летний период примерно совпадают у всех домов и находятся в диапазоне 03:00-05:00 (зимний период) и 02:30-04:30 (летний период), после этого времени энергопотребление начинает резко возрастать и к 08:00-08:30 в зимний период и к 08:30-09:00 в летний период достигает первого максимума. Далее энергопотребление немного увеличивается в зимний период и незначительно снижается в летний период. Изменение угла графика в зимний период связано с наступлением светового дня, т.е. после восхода солнца снижается скорость нарастания энергопотребления. В 15:00-15:30 (зимний период) и в 15:30-16:00 (летний период) энергопотребление начинает резко возрастать (в зимний период это можно было бы связать с окончанием светового дня, но в летний период примерно в это же время наблюдается рост энергопотребления и явно причина не только в заходе солнца). Энергопотребление достигает максимума за сутки к 18:00-19:00 (для разных домов в зимний период) и далее снижается, но медленнее, чем возрастило. В летний период явного максимума не наблюдается, кроме домов block_2 (максимум 20:30) и block_78 пик в 17:30, у остальных трех домов после 17:30-18:30 энергопотребление не увеличивается и после 20:30 начинается спад на графиках.

12.1. Суточное распределение энергопотребления в разные периоды.

Посмотрим на графики распределения энергопотребления в течении суток в среднем на датчик с разной формой оплаты в зимние и летние периоды:

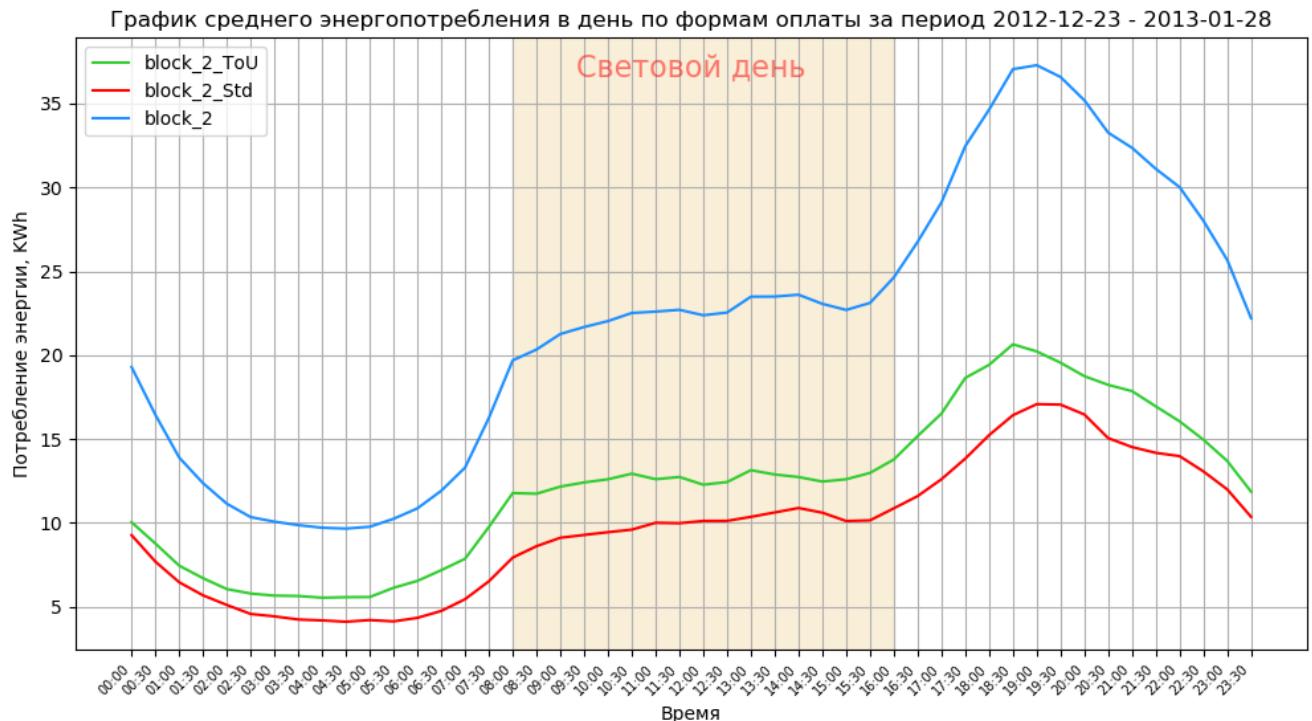


График среднего энергопотребления в день по формам оплаты за период 2013-08-01 - 2013-09-05

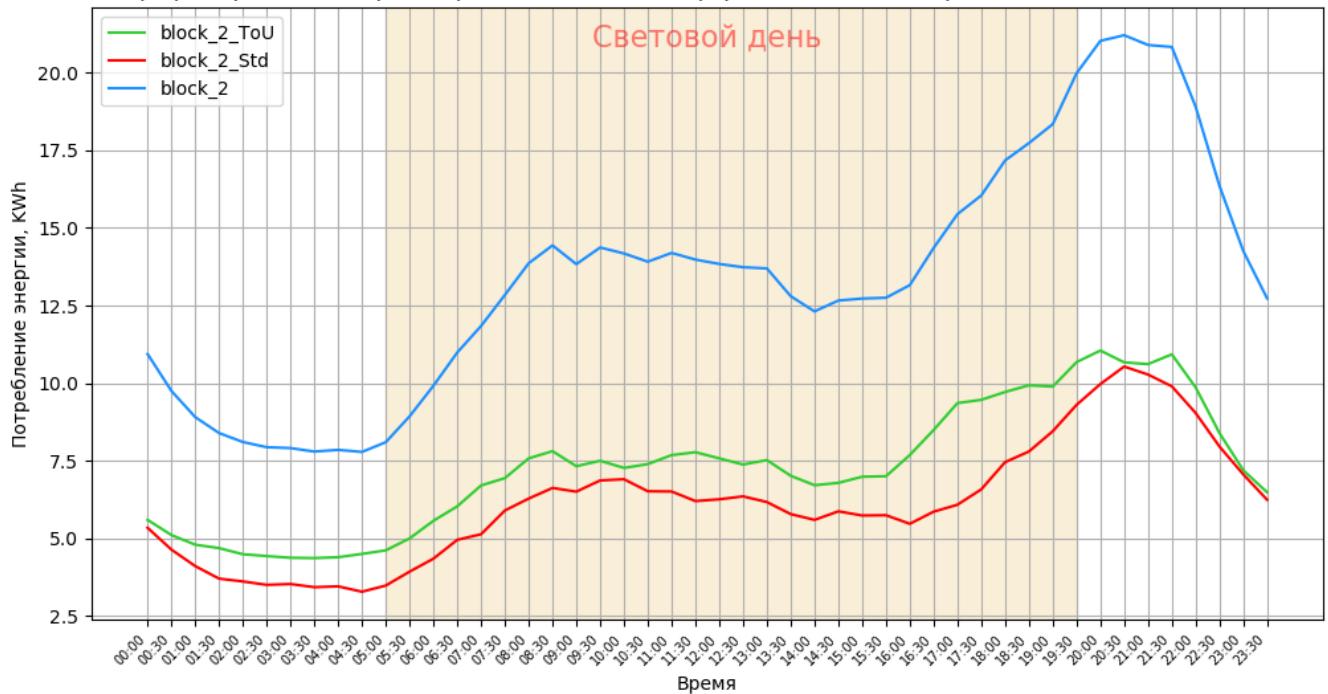


График среднего энергопотребления в день по формам оплаты за период 2012-12-23 - 2013-01-28

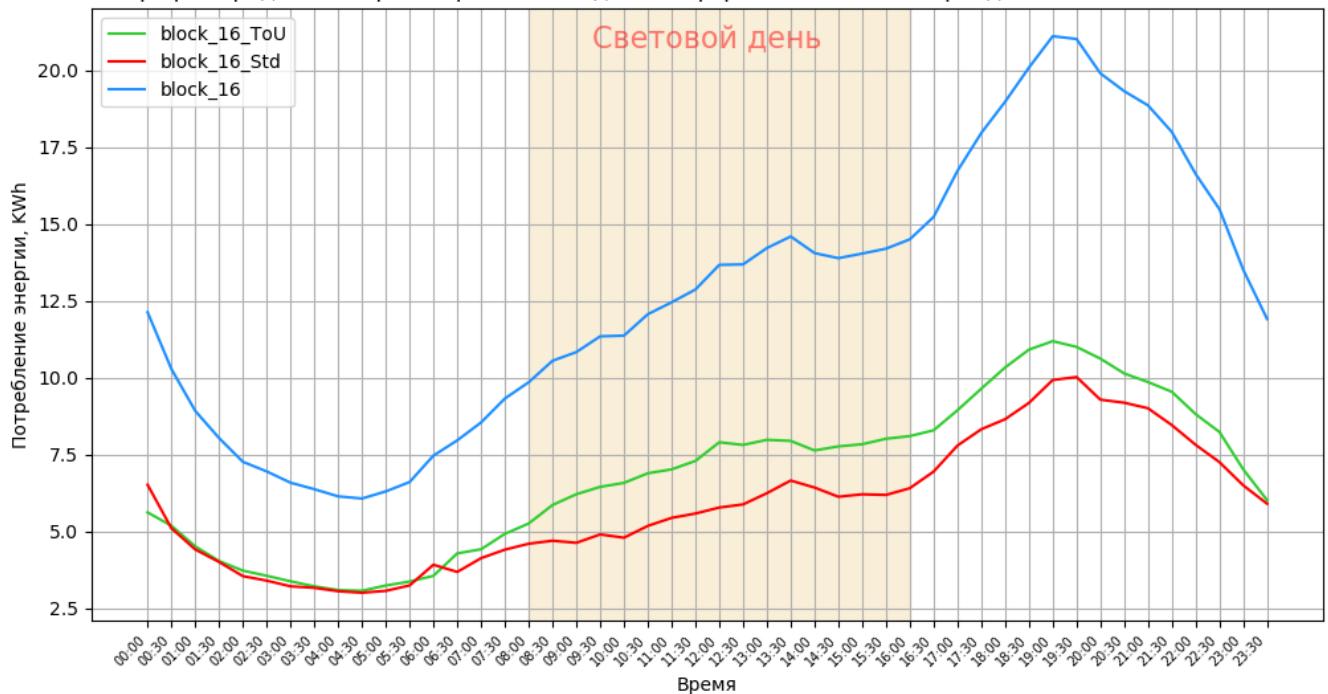


График среднего энергопотребления в день по формам оплаты за период 2013-08-01 - 2013-09-05

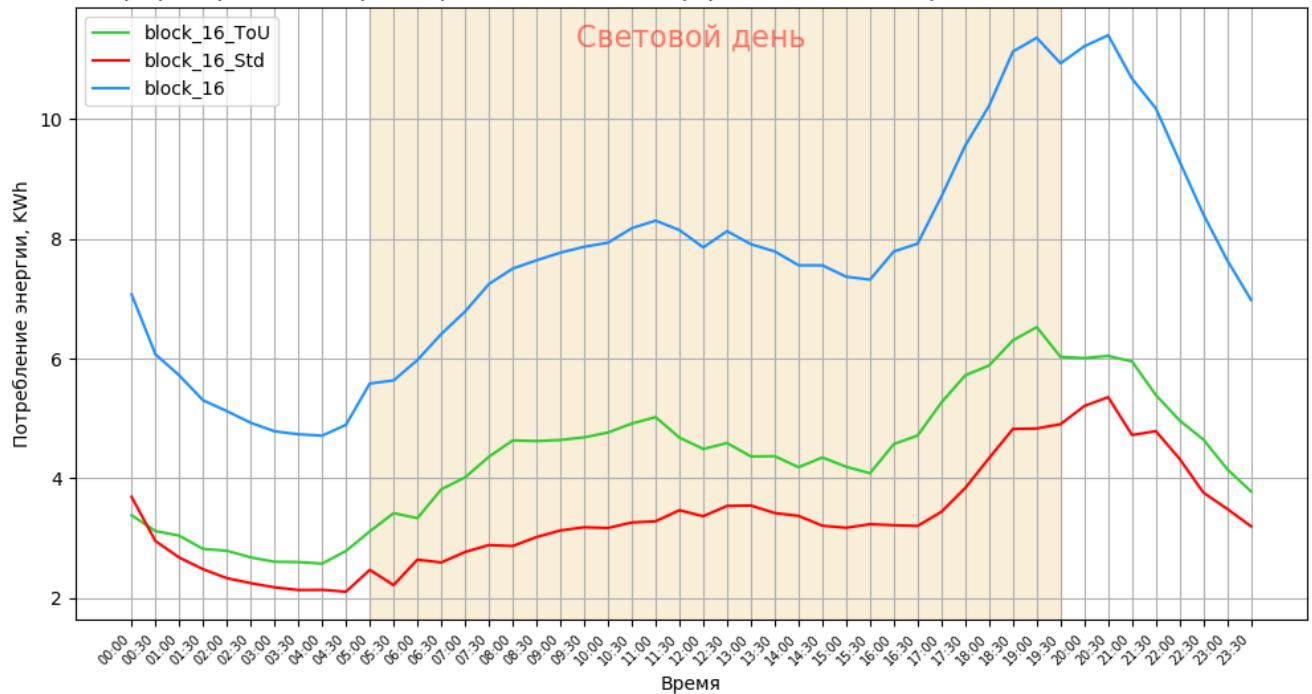


График среднего энергопотребления в день по формам оплаты за период 2012-12-23 - 2013-01-28

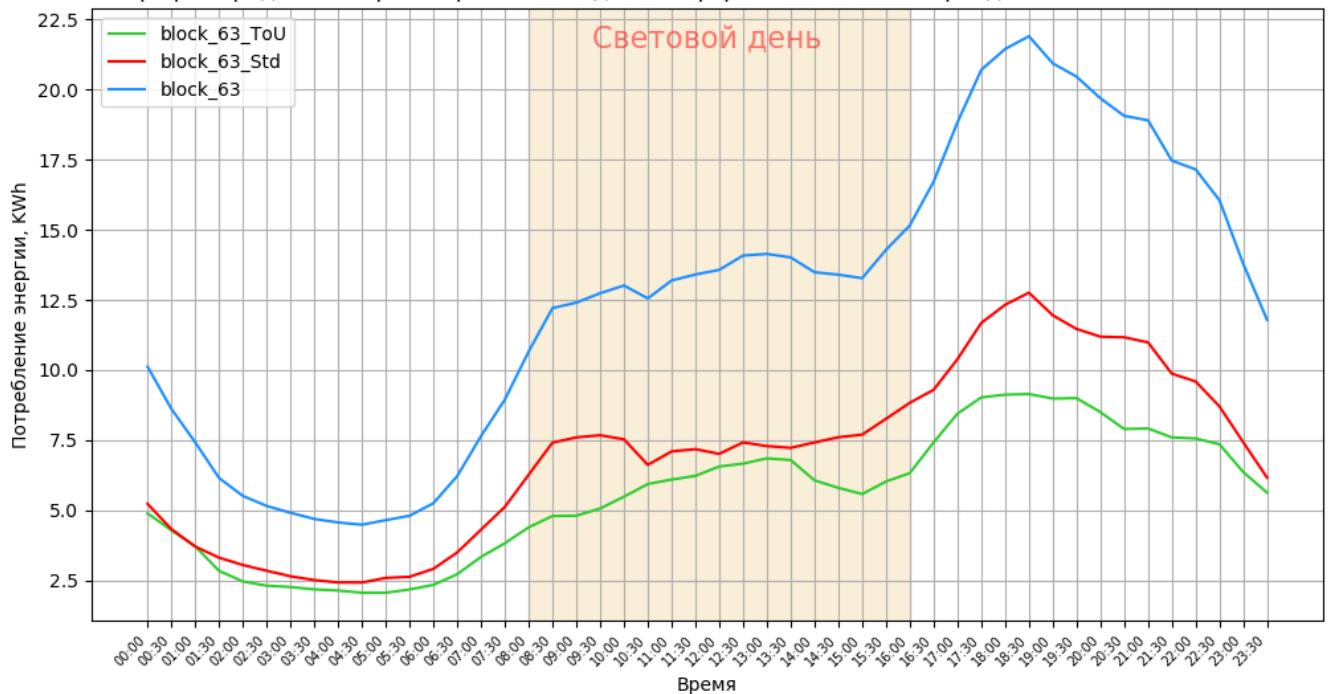


График среднего энергопотребления в день по формам оплаты за период 2013-08-01 - 2013-09-05

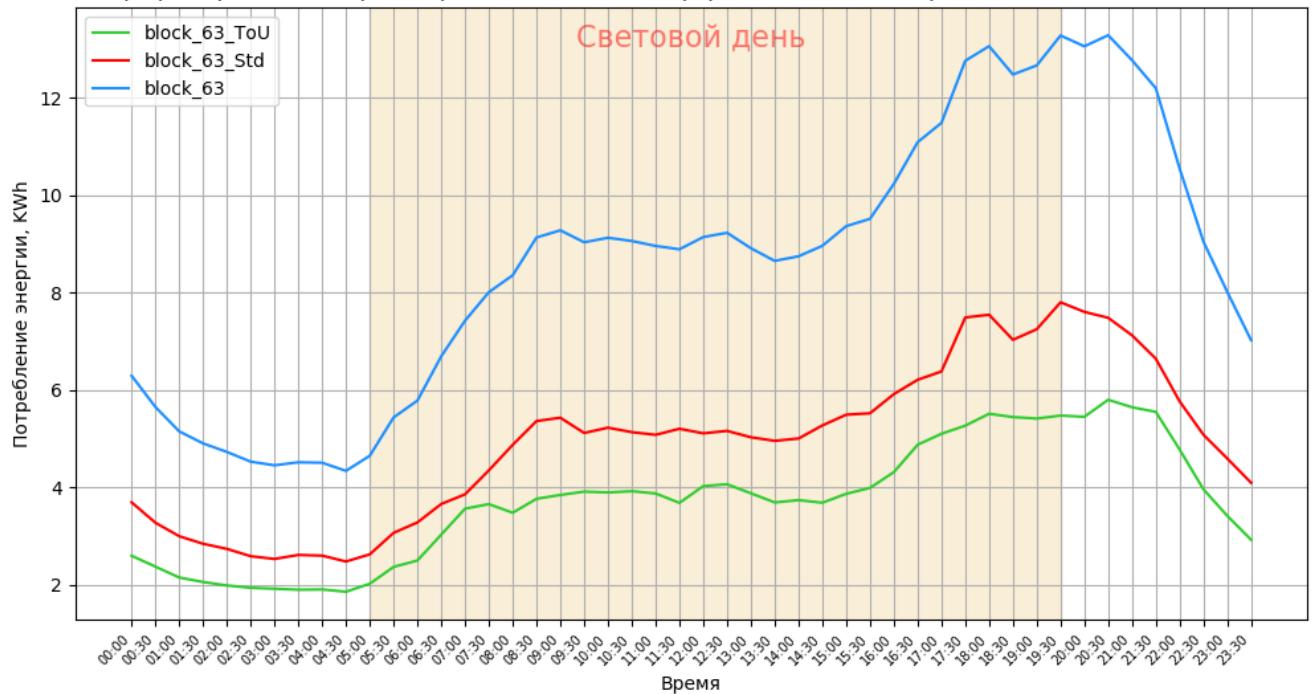
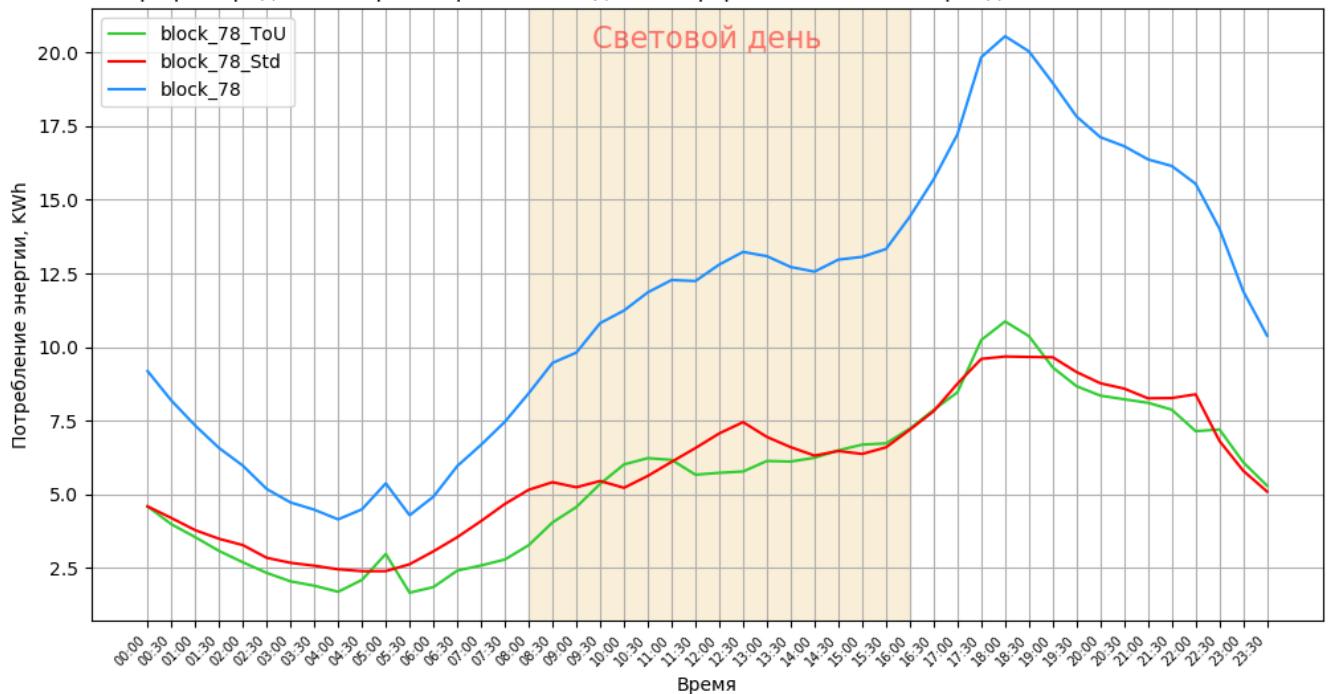
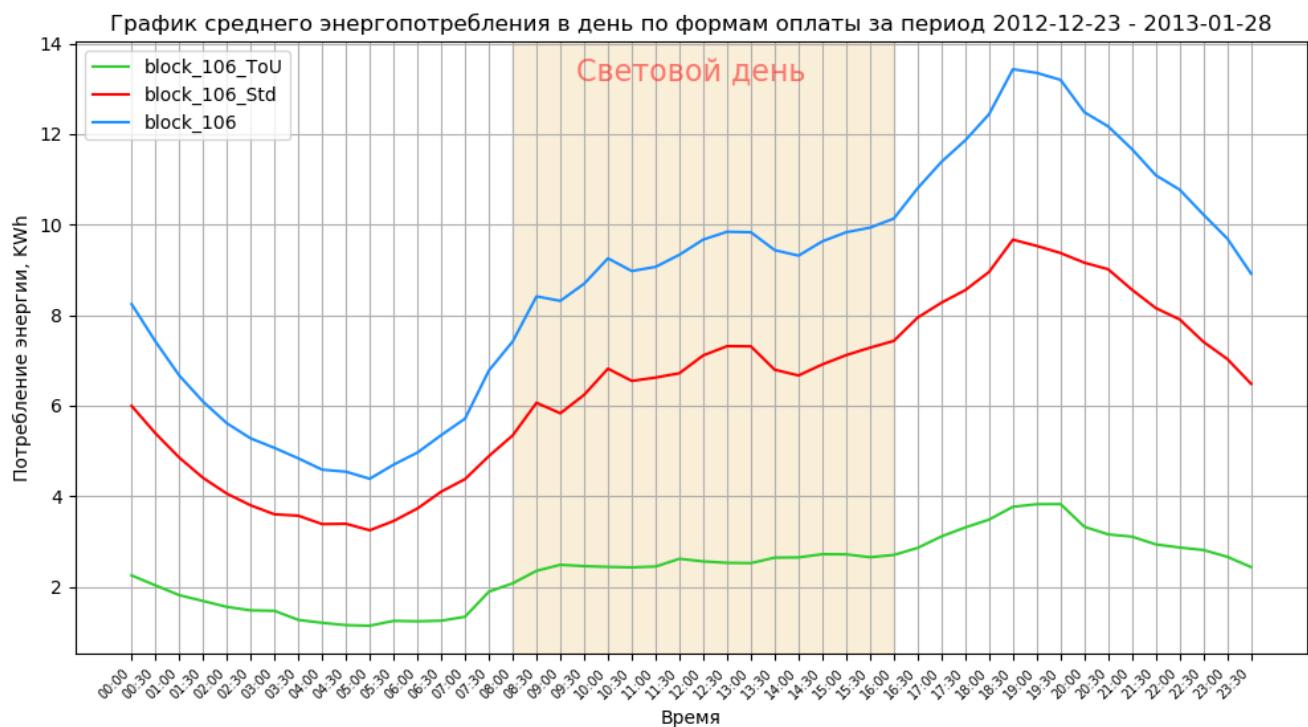
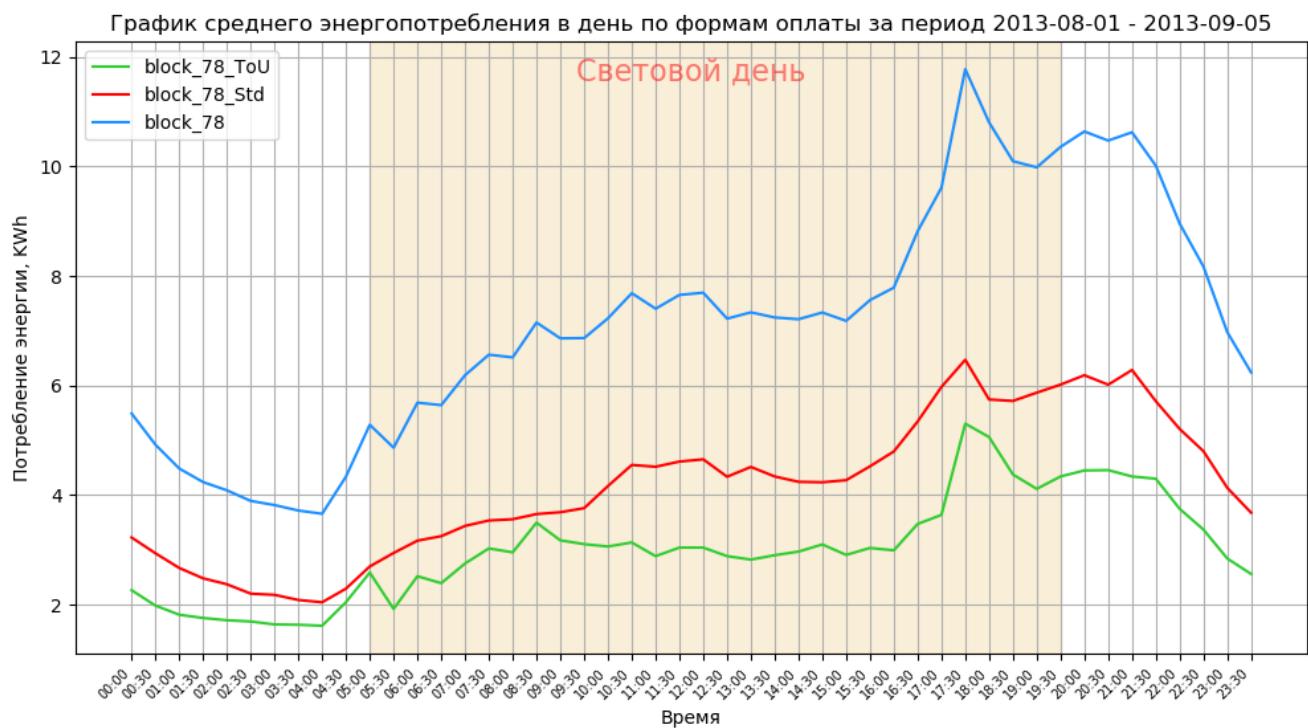
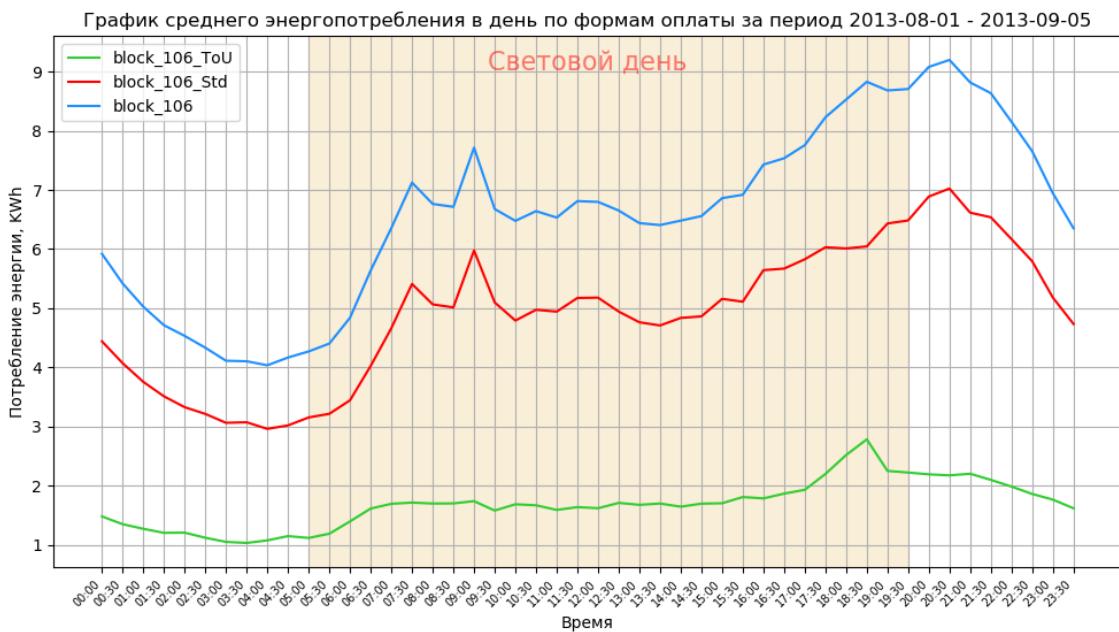


График среднего энергопотребления в день по формам оплаты за период 2012-12-23 - 2013-01-28







12.2. Выводы по суточному энергопотреблению.

Анализ графиков выявил, что энергопотребление в течении суток почти равномерно распределено по датчикам с разной формой оплаты. Ранее был сделан вывод, что «в разных группах преобладает энергопотребление по датчикам одного из видов оплаты» - этот вывод справедлив и для выбранных для исследования домов, в домах block_2 и block_16 (самые обеспеченные группы населения) преобладает энергопотребление через датчики «ToU» с формой оплаты, зависящей от времени суток, но явного разделения от времени суток не замечено, т.к. графики энергопотребления датчиков с разной формой оплаты полностью повторяют друг друга, только смещены по количеству зарегистрированной энергии. В остальных домах преобладает энергопотребление по датчикам стандартной формы оплаты. Эти выводы справедливы как для зимнего так и для летнего периодов, единственное исключение – дом block_78 в зимний период практически равномерное распределение по датчикам разной формой оплаты, в разное время суток есть небольшое преобладание энергопотребления через датчики одного из форм оплаты: в полночь среднее энергопотребление по датчикам «ToU» и «Std» одинаково, до 9:30 преобладают датчики «Std», но в период 04:30-05:00 всплеск по датчикам «ToU», который превышает энергопотребление по датчикам «Std». В период 9:30-11:00 преобладают датчики «ToU», до 14:00 – датчики «Std», затем до 17:00 энергопотребление почти одинаково по датчикам двух форм оплаты. В период 17:00-19:00 преобладают датчики «ToU», после 19:00 небольшой перевес у датчиков «Std». **Из выбранных домов по графикам видно, что только block_78 использует преимущества датчиков «ToU», для остальных домовладельцев можно рекомендовать сместить часть энергопотребления в период дешевого тарифа и перераспределить нагрузку через датчики «ToU».**

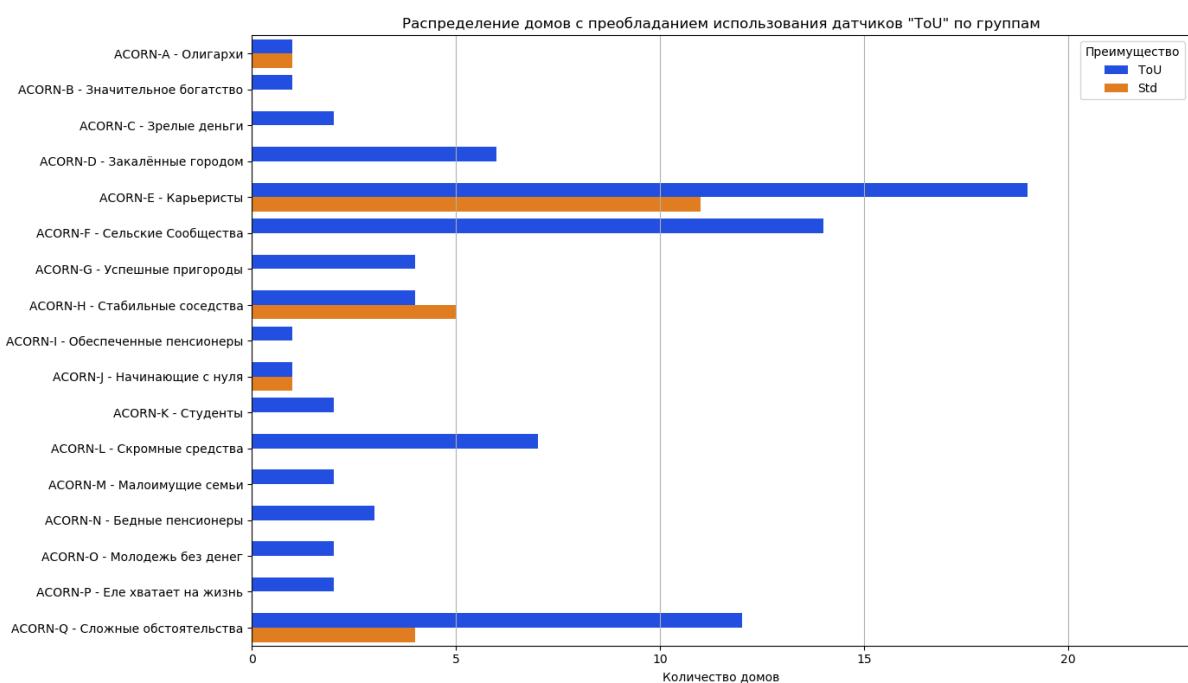
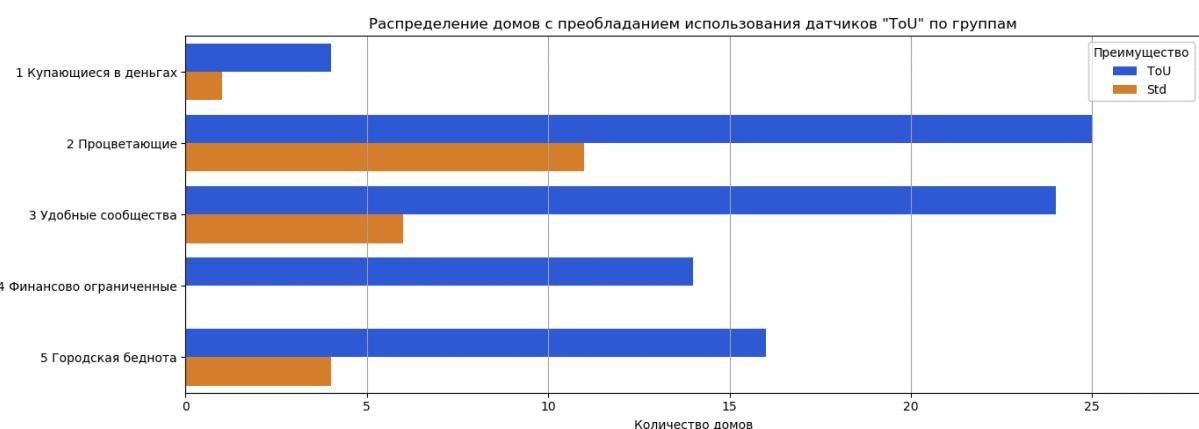
Информация из интернета: *Тарифы, дифференцированные по времени использования нагрузки (для бытовых потребителей), основаны на долгосрочных предельных издержках. Этот тариф имеет две тарифные зоны: высокий тариф с*

06.00 до 11.00 и с 15.00 до 22.00 часов для рабочих дней с декабря по март включительно и зону низкого тарифа все остальное время.

12.3. Исследование энергопотребления по датчикам «ToU».

Исследуем энергопотребление для датчиков «ToU» (форма оплаты зависит от времени суток) в периоды низкого тарифа: из проанализированных графиков видно, что минимум энергопотребления приходится на ночь в период 03:00-05:00.

Исследуем энергопотребление по всем домам датасета hhblock_dataset.zip (кроме исключенных домов) с декабря по март в рабочие дни в периоды 03:00-06:00 и 11:00-15:00, выбираем записи с максимальными значениями и сравниваем с показаниями датчиков после окончания этих периодов – это время 06:30 и 15:30. Если энергопотребление в период низкого тарифа за отрезок в полчаса превысило значение первой записи после окончания периода низкого тарифа – означает, что в доме пользуются преимуществами датчиков «ToU».



Из графиков следует, что все группы активно пользуются преимуществами датчиков «ToU» в периоды низкого тарифа, кроме ACORN-H «Стабильные соседства», в которой больше половины домов не увеличивают энергопотребление в периоды низкого тарифа.

Рейтинг домов по частоте использования периодов низкого тарифа датчиками «ToU»:

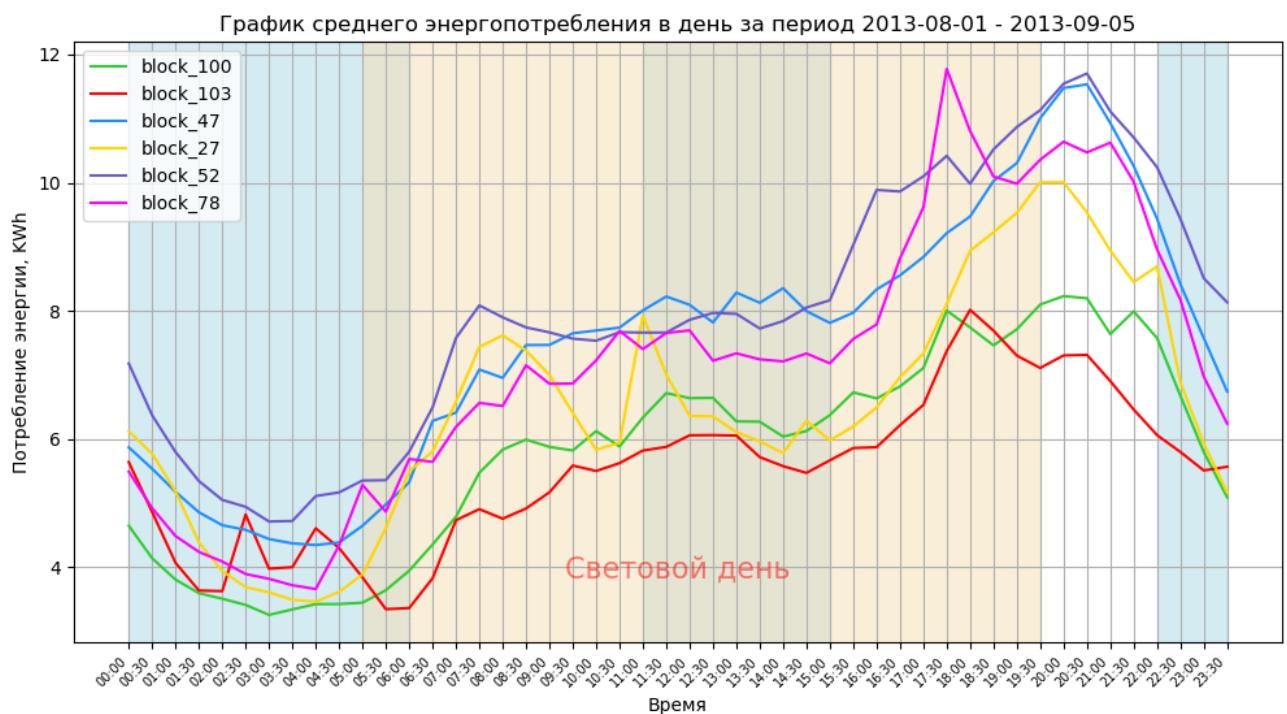
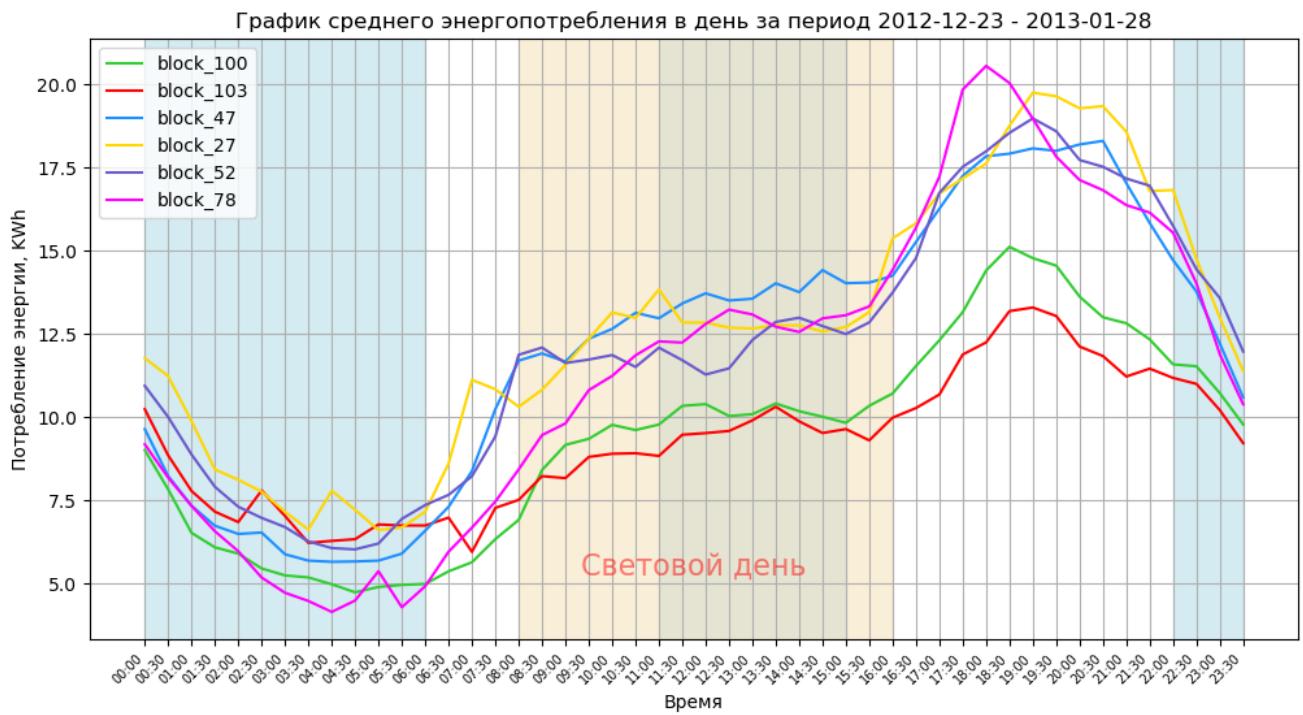
| Дом | Группа | Период 03:00-06:00 | | Период 11:00-15:00 | | Сумма ToU | Место |
|-----------|---------|--------------------|-----|--------------------|-----|-----------|-------|
| | | Std | ToU | Std | ToU | | |
| block_100 | ACORN-Q | 1 | 59 | 9 | 51 | 110 | 1 |
| block_103 | ACORN-Q | 3 | 57 | 8 | 52 | 109 | 2 |
| block_47 | ACORN-F | 7 | 53 | 6 | 54 | 107 | 3 |
| block_27 | ACORN-E | 9 | 51 | 6 | 54 | 105 | 4 |
| block_52 | ACORN-F | 10 | 50 | 6 | 54 | 104 | 5 |
| block_83 | ACORN-L | 10 | 50 | 6 | 54 | 104 | 6 |
| block_82 | ACORN-L | 9 | 51 | 9 | 51 | 102 | 7 |
| block_49 | ACORN-F | 13 | 47 | 5 | 55 | 102 | 8 |
| block_98 | ACORN-Q | 16 | 44 | 3 | 57 | 101 | 9 |
| block_105 | ACORN-Q | 5 | 55 | 14 | 46 | 101 | 10 |
| block_92 | ACORN-P | 15 | 45 | 5 | 55 | 100 | 11 |
| block_54 | ACORN-F | 10 | 50 | 12 | 48 | 98 | 12 |
| block_78 | ACORN-L | 18 | 42 | 6 | 54 | 96 | 13 |
| block_15 | ACORN-E | 15 | 45 | 10 | 50 | 95 | 14 |
| block_79 | ACORN-L | 18 | 42 | 7 | 53 | 95 | 15 |
| block_5 | ACORN-C | 19 | 41 | 7 | 53 | 94 | 16 |
| block_39 | ACORN-E | 16 | 44 | 10 | 50 | 94 | 17 |
| block_33 | ACORN-E | 21 | 39 | 5 | 55 | 94 | 18 |
| block_107 | ACORN-Q | 24 | 36 | 4 | 56 | 92 | 19 |
| block_106 | ACORN-Q | 16 | 44 | 13 | 47 | 91 | 20 |
| block_18 | ACORN-E | 24 | 36 | 5 | 55 | 91 | 21 |
| block_85 | ACORN-M | 18 | 42 | 11 | 49 | 91 | 22 |
| block_71 | ACORN-I | 22 | 38 | 8 | 52 | 90 | 23 |
| block_109 | ACORN-Q | 29 | 31 | 1 | 59 | 90 | 24 |
| block_4 | ACORN-C | 17 | 43 | 14 | 46 | 89 | 25 |
| block_55 | ACORN-F | 28 | 32 | 4 | 56 | 88 | 26 |
| block_104 | ACORN-Q | 30 | 30 | 3 | 57 | 87 | 27 |
| block_35 | ACORN-E | 24 | 36 | 12 | 48 | 84 | 28 |
| block_9 | ACORN-D | 25 | 35 | 11 | 49 | 84 | 29 |
| block_53 | ACORN-F | 22 | 38 | 14 | 46 | 84 | 30 |
| block_70 | ACORN-H | 23 | 37 | 14 | 46 | 83 | 31 |
| block_20 | ACORN-E | 27 | 33 | 11 | 49 | 82 | 32 |
| block_58 | ACORN-G | 34 | 26 | 5 | 55 | 81 | 33 |
| block_46 | ACORN-F | 29 | 31 | 10 | 50 | 81 | 34 |
| block_59 | ACORN-G | 34 | 26 | 6 | 54 | 80 | 35 |
| block_81 | ACORN-L | 27 | 33 | 13 | 47 | 80 | 36 |
| block_96 | ACORN-Q | 33 | 27 | 8 | 52 | 79 | 37 |
| block_97 | ACORN-Q | 35 | 25 | 6 | 54 | 79 | 38 |
| block_31 | ACORN-E | 34 | 26 | 7 | 53 | 79 | 39 |
| block_61 | ACORN-G | 34 | 26 | 7 | 53 | 79 | 40 |
| block_84 | ACORN-M | 29 | 31 | 13 | 47 | 78 | 41 |

| Дом | Группа | Период 03:00-06:00 | | Период 11:00-15:00 | | Сумма ToU | Место |
|----------|---------|--------------------|-----|--------------------|-----|-----------|-------|
| | | Std | ToU | Std | ToU | | |
| block_7 | ACORN-D | 35 | 25 | 7 | 53 | 78 | 42 |
| block_86 | ACORN-N | 31 | 29 | 11 | 49 | 78 | 43 |
| block_17 | ACORN-E | 38 | 22 | 4 | 56 | 78 | 44 |
| block_91 | ACORN-O | 24 | 36 | 19 | 41 | 77 | 45 |
| block_41 | ACORN-E | 41 | 19 | 3 | 57 | 76 | 46 |
| block_38 | ACORN-E | 39 | 21 | 5 | 55 | 76 | 47 |
| block_34 | ACORN-E | 18 | 42 | 26 | 34 | 76 | 48 |
| block_37 | ACORN-E | 35 | 25 | 10 | 50 | 75 | 49 |
| block_57 | ACORN-F | 39 | 21 | 6 | 54 | 75 | 50 |
| block_60 | ACORN-G | 34 | 26 | 12 | 48 | 74 | 51 |
| block_77 | ACORN-L | 36 | 24 | 10 | 50 | 74 | 52 |
| block_75 | ACORN-K | 33 | 27 | 13 | 47 | 74 | 53 |
| block_42 | ACORN-E | 38 | 22 | 9 | 51 | 73 | 54 |
| block_88 | ACORN-N | 40 | 20 | 7 | 53 | 73 | 55 |
| block_12 | ACORN-D | 42 | 18 | 6 | 54 | 72 | 56 |
| block_19 | ACORN-E | 33 | 27 | 15 | 45 | 72 | 57 |
| block_48 | ACORN-F | 46 | 14 | 2 | 58 | 72 | 58 |
| block_44 | ACORN-F | 39 | 21 | 9 | 51 | 72 | 59 |
| block_87 | ACORN-N | 38 | 22 | 11 | 49 | 71 | 60 |
| block_94 | ACORN-Q | 49 | 11 | 3 | 57 | 68 | 61 |
| block_76 | ACORN-K | 43 | 17 | 10 | 50 | 67 | 62 |
| block_95 | ACORN-Q | 45 | 15 | 8 | 52 | 67 | 63 |
| block_64 | ACORN-H | 46 | 14 | 8 | 52 | 66 | 64 |
| block_56 | ACORN-F | 38 | 22 | 16 | 44 | 66 | 65 |
| block_93 | ACORN-P | 46 | 14 | 8 | 52 | 66 | 66 |
| block_63 | ACORN-H | 50 | 10 | 5 | 55 | 65 | 67 |
| block_80 | ACORN-L | 40 | 20 | 15 | 45 | 65 | 68 |
| block_36 | ACORN-E | 50 | 10 | 5 | 55 | 65 | 69 |
| block_32 | ACORN-E | 49 | 11 | 7 | 53 | 64 | 70 |
| block_11 | ACORN-D | 46 | 14 | 10 | 50 | 64 | 71 |
| block_90 | ACORN-O | 52 | 8 | 4 | 56 | 64 | 72 |
| block_10 | ACORN-D | 43 | 17 | 13 | 47 | 64 | 73 |
| block_40 | ACORN-E | 42 | 18 | 15 | 45 | 63 | 74 |
| block_50 | ACORN-F | 50 | 10 | 9 | 51 | 61 | 75 |
| block_16 | ACORN-E | 55 | 5 | 5 | 55 | 60 | 76 |
| block_3 | ACORN-B | 60 | 0 | 1 | 59 | 59 | 77 |
| block_2 | ACORN-A | 55 | 5 | 6 | 54 | 59 | 78 |
| block_51 | ACORN-F | 58 | 2 | 3 | 57 | 59 | 79 |
| block_72 | ACORN-J | 59 | 1 | 3 | 57 | 58 | 80 |
| block_8 | ACORN-D | 53 | 7 | 11 | 49 | 56 | 81 |
| block_45 | ACORN-F | 40 | 20 | 27 | 33 | 53 | 82 |
| block_62 | ACORN-H | 56 | 4 | 13 | 47 | 51 | 83 |

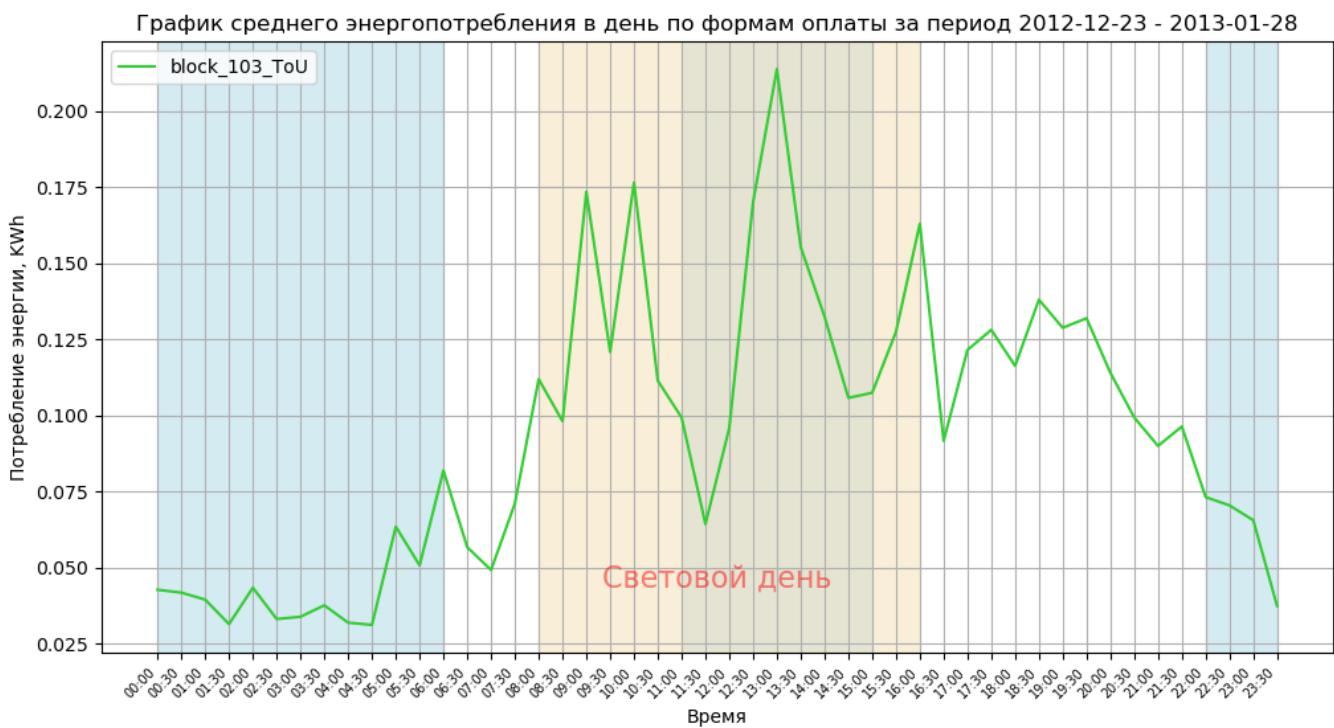
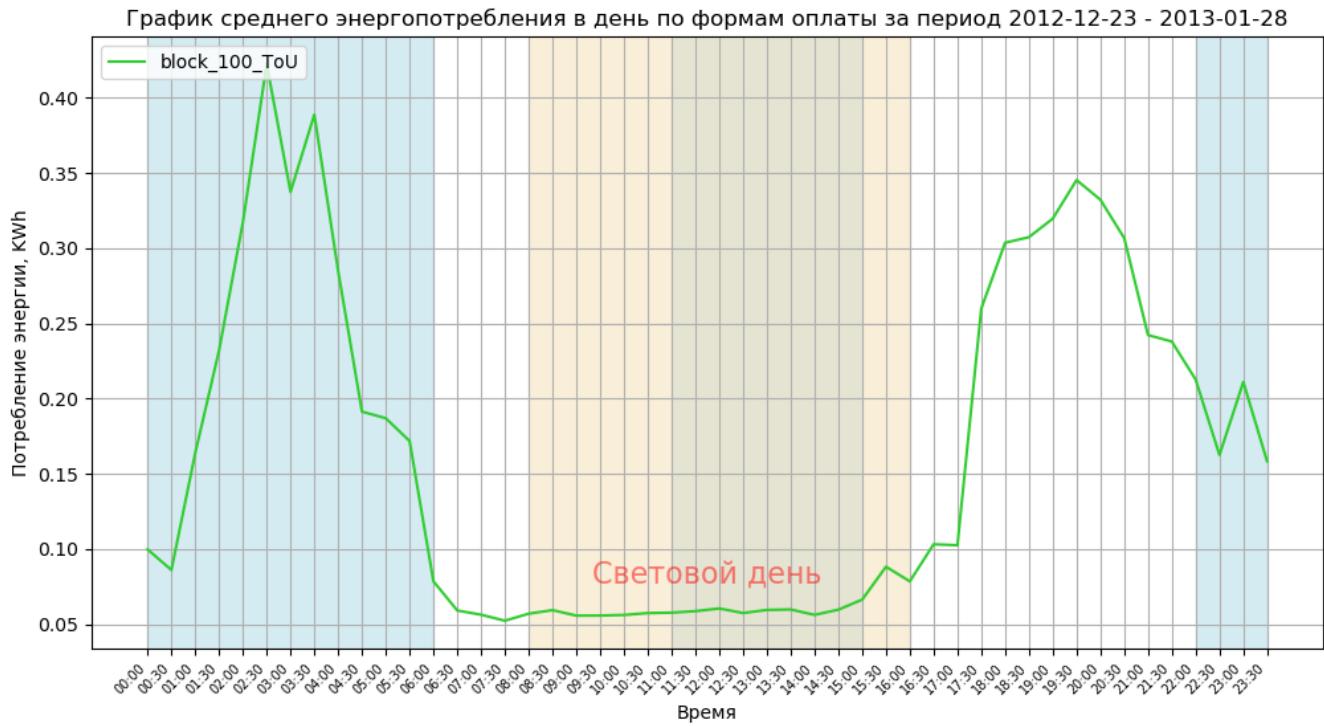
В таблицу включены дома, у которых значение в колонках «ToU» превышает «Std» в любой из периодов. В таблице 83 дома из 105 – это 79% от общего числа. Дома, выбранные для исследования случайным образом, выделены зеленым фоном.

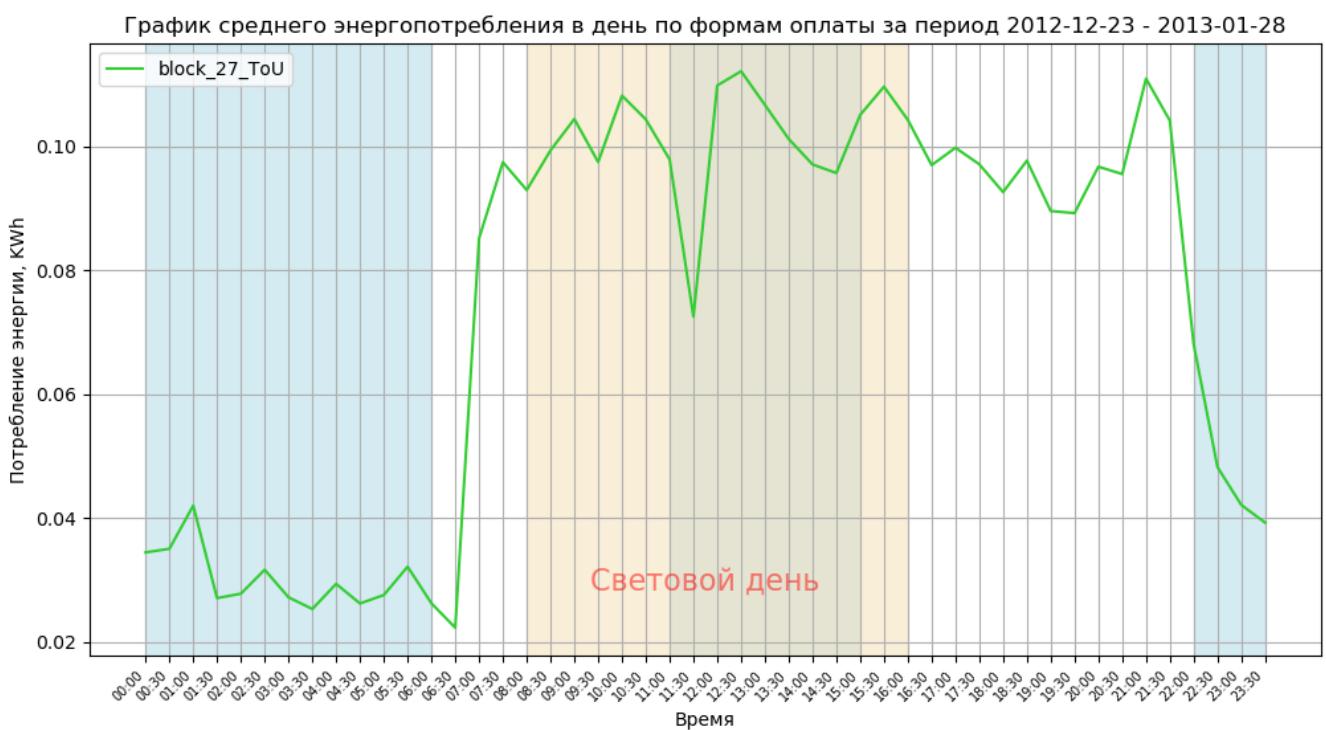
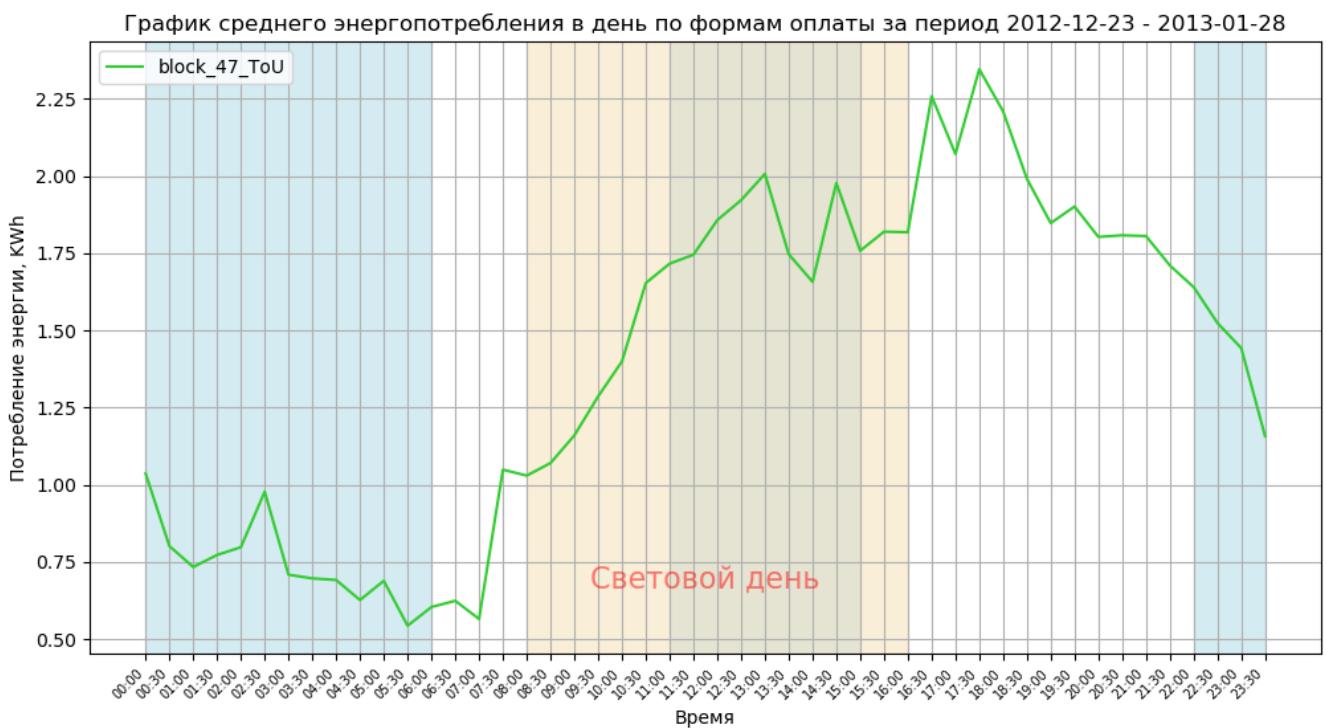
12.4. Распределение энергопотребления с датчиков «ToU» лидеров.

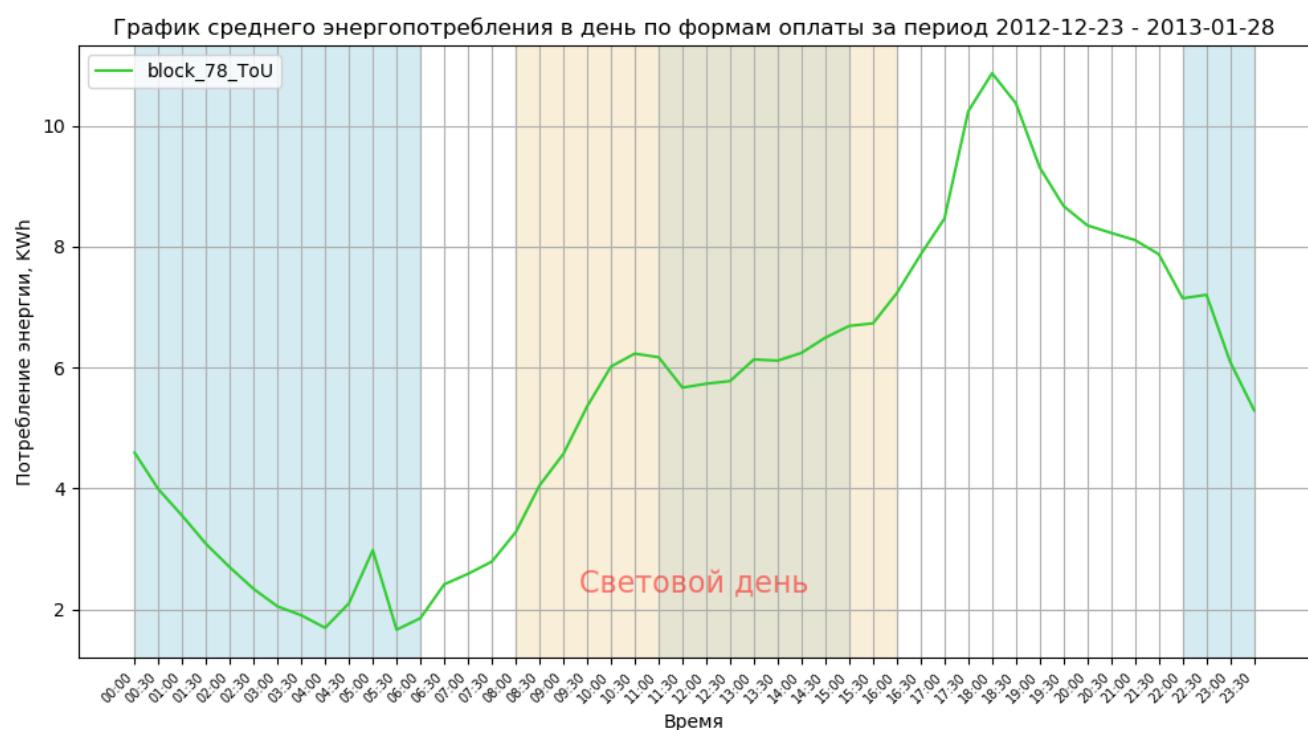
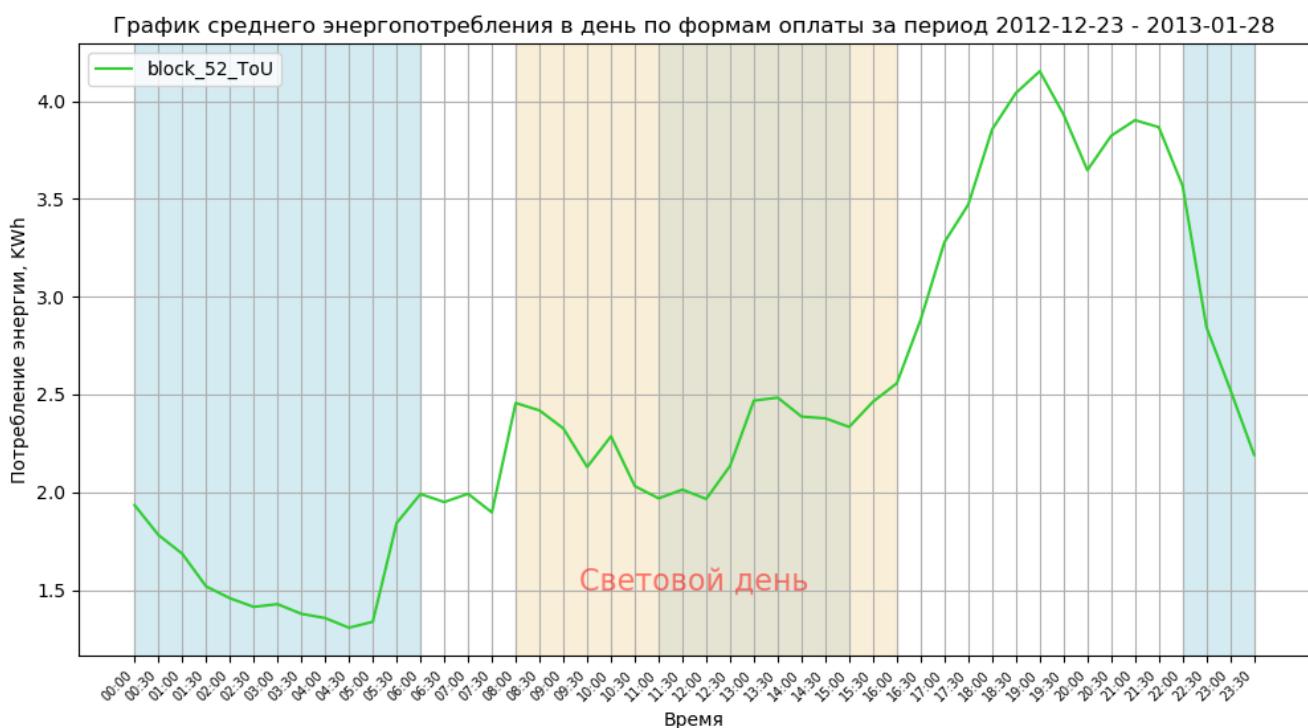
Интересно посмотреть на распределение энергопотребления по датчикам «ToU» в течении суток для домов из первой пятерки и лидера из выбранных домов. На графиках дополнительно выделены голубым цветом периоды низкого тарифа датчиков «ToU»:



12.4.1. Период максимального энергопотребления

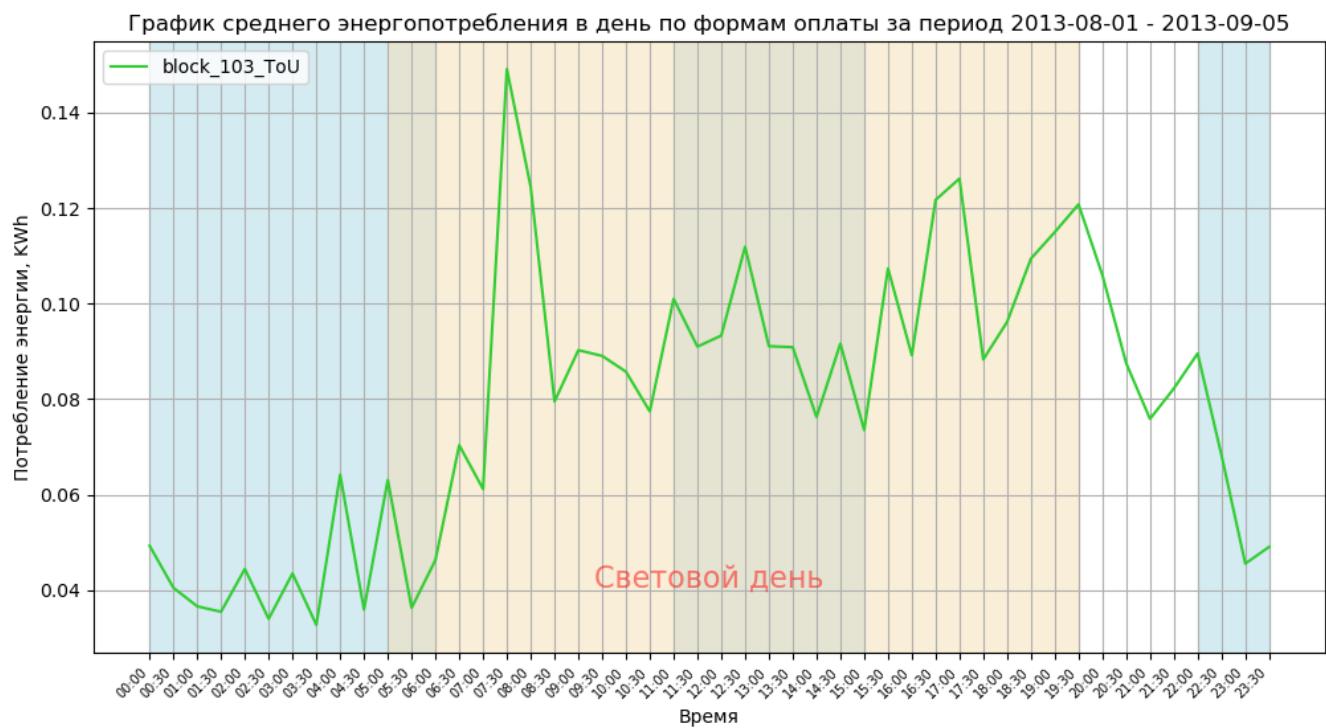
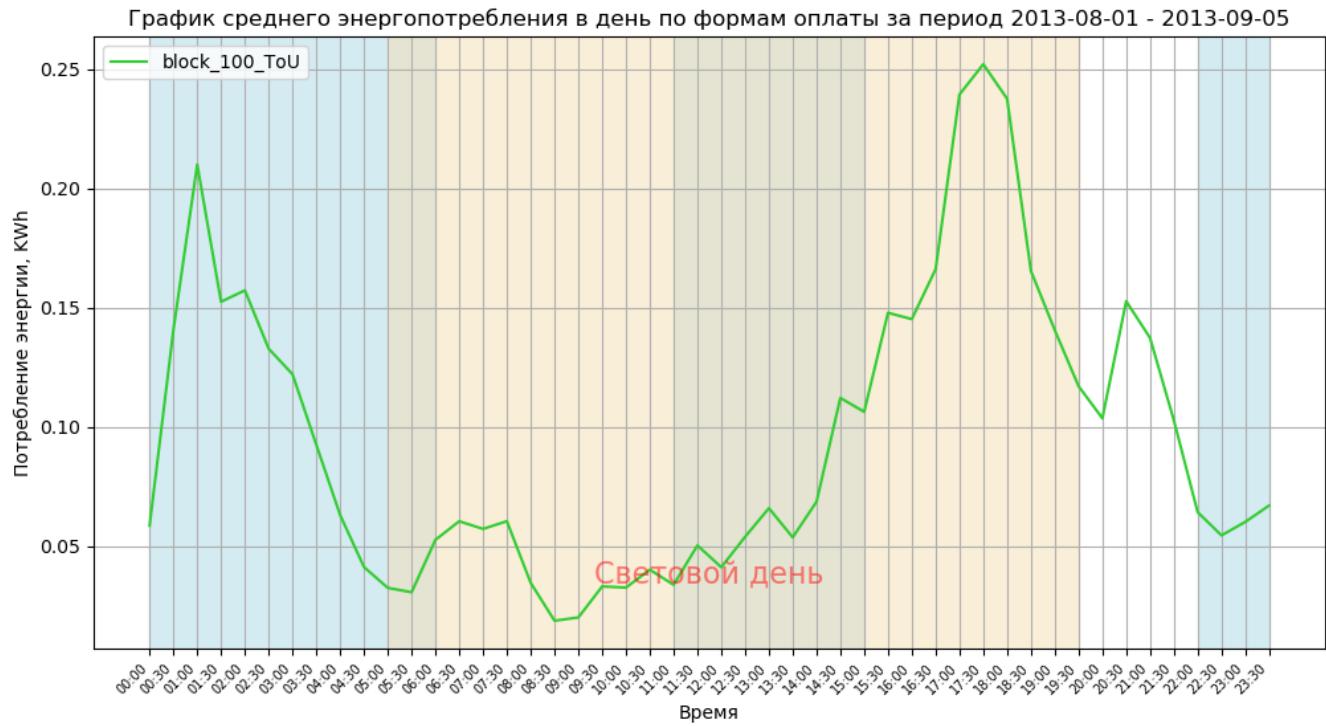


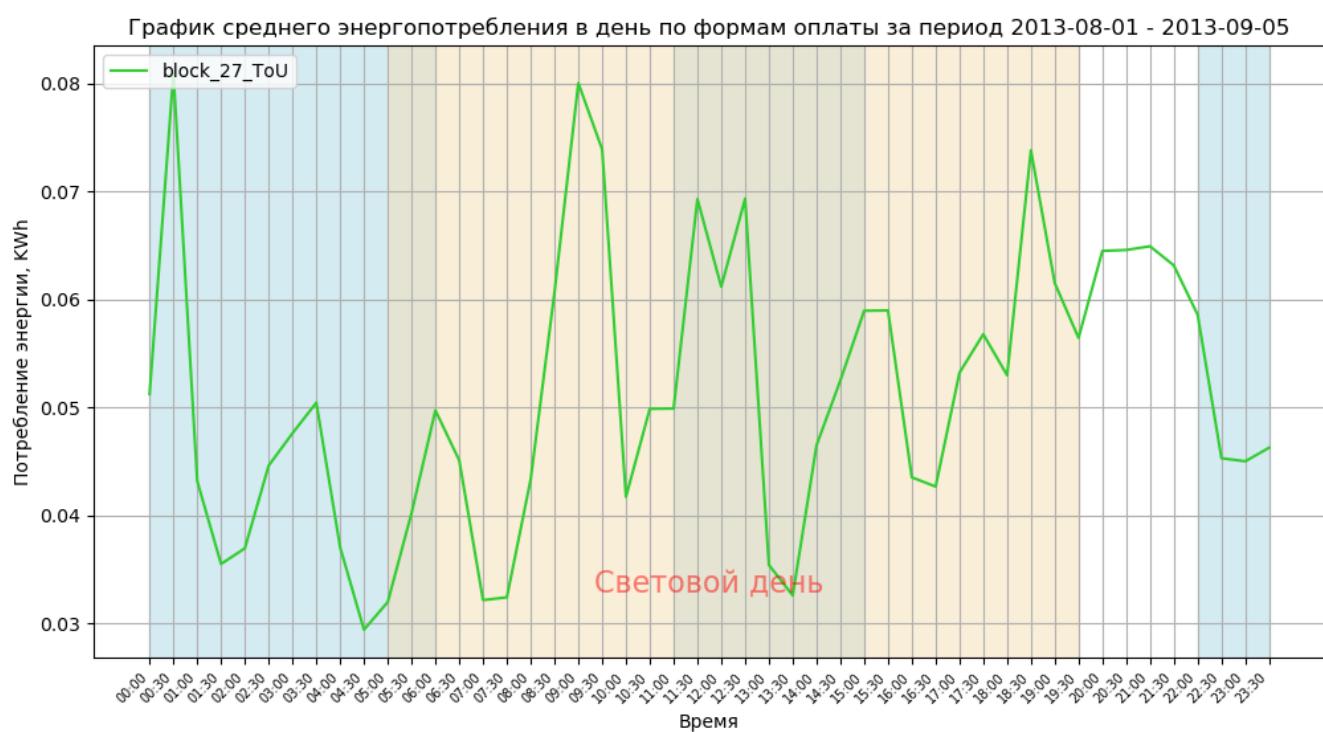




На графиках в зимний период лидеров рейтинга (и дома block_78) видно явное увеличение энергопотребления в периоды низкого тарифа для датчиков «ToU». Идеальный график у дома block_100, график дома block_103 показывает так же отличные результаты распределения энергопотребления через датчики «ToU» в периоды низкого тарифа.

12.4.2. Период минимального энергопотребления



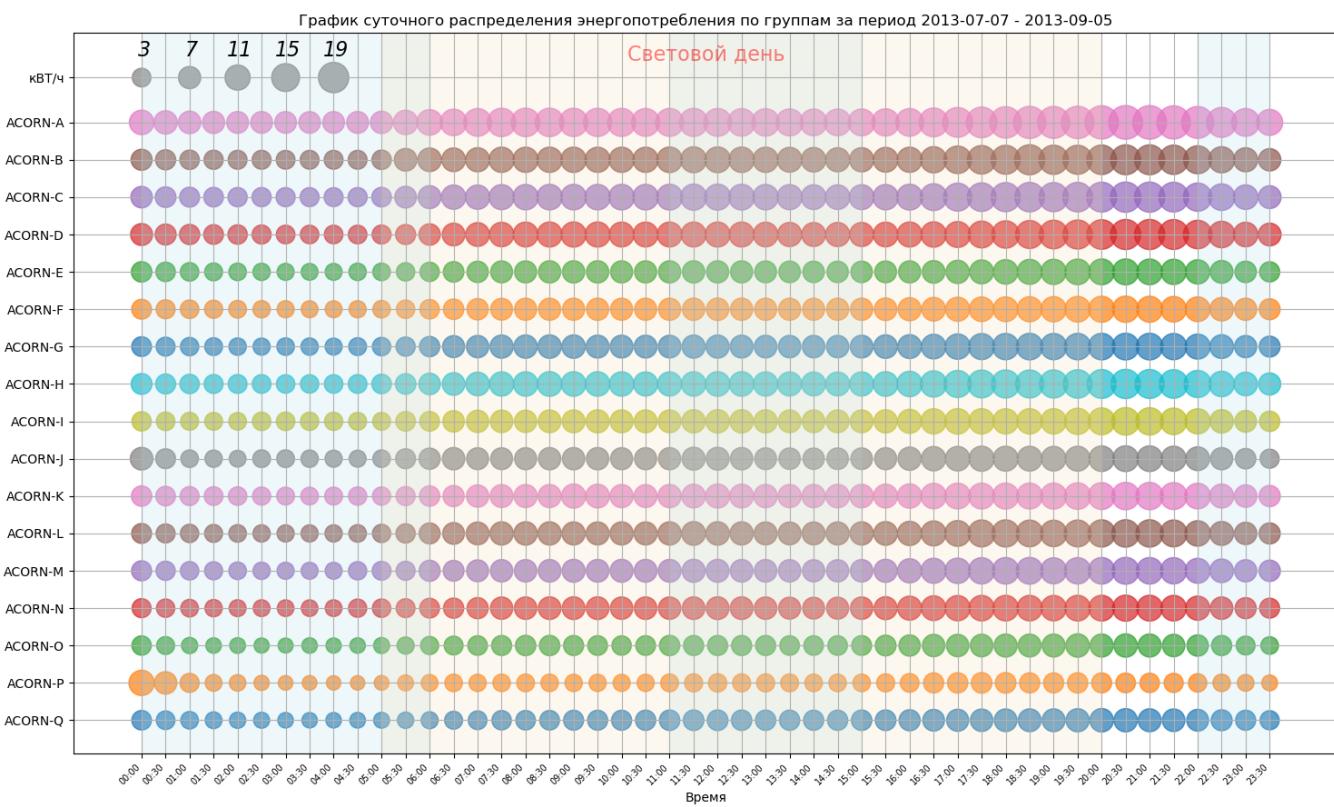
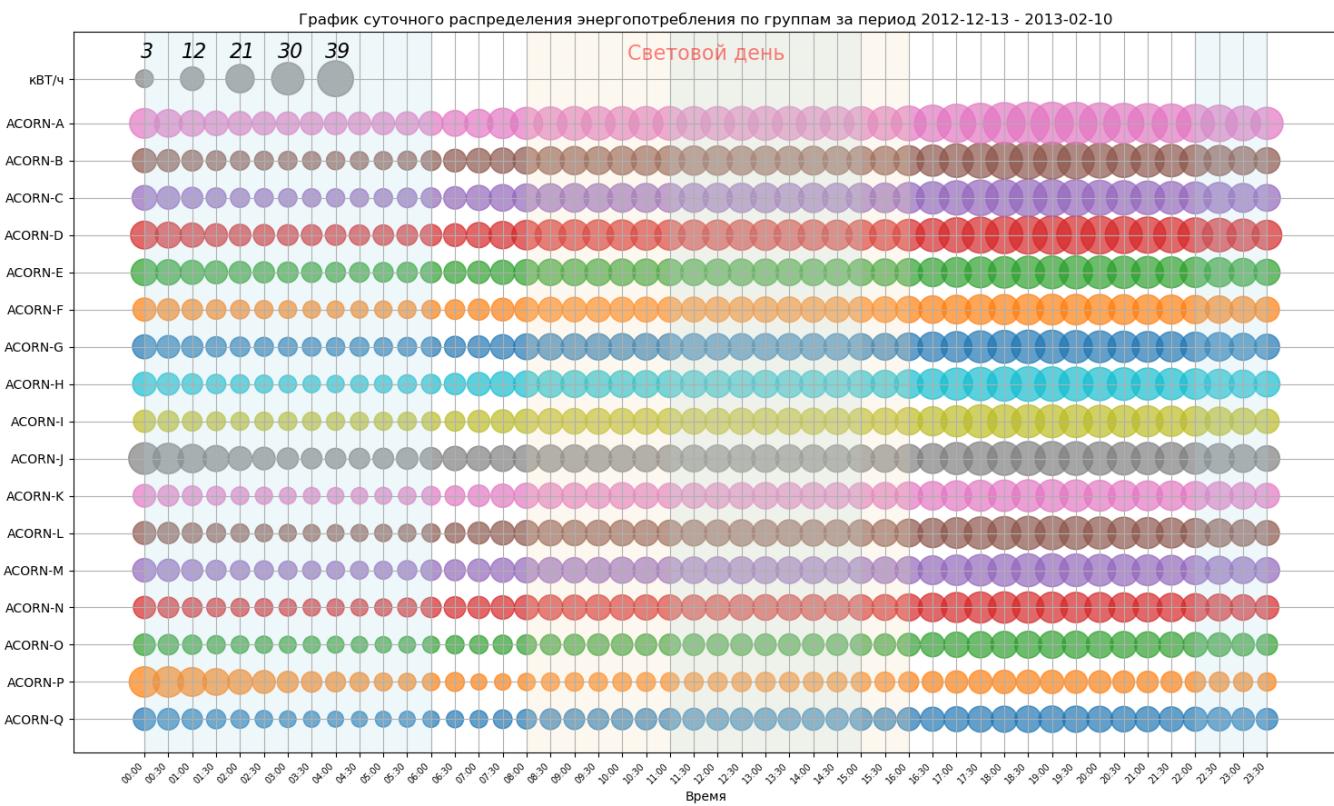




На графиках в летний период лидеров рейтинга (и дома block_78) так же видно повышенное энергопотребления в периоды низкого тарифа для датчиков «ToU» в зимнее время, т.к. высокий тариф установлен с 06.00 до 11.00 и с 15.00 до 22.00 часов для рабочих дней с декабря по март включительно, низкий тариф действует все остальное время.

Посмотрим на суточное распределение энергопотребления по группам Acorn в периоды максимального и минимального энергопотребления.

12.5. Суточное энергопотребление по группам Acorn



На графиках прослеживается зависимость увеличения энергопотребления в вечернее время по всем группам в любое время года. В двух группах ACORN-J(Начинающие с нуля) и ACORN-P (Еле хватает на жизнь) в полночь прослеживается увеличение энергопотребления. Исследуем подробнее дома в этих группах. Список домов: ['block_71', 'block_72', 'block_73', 'block_91', 'block_92', 'block_93'].

График среднего энергопотребления в день за период 2012-12-23 - 2013-01-28

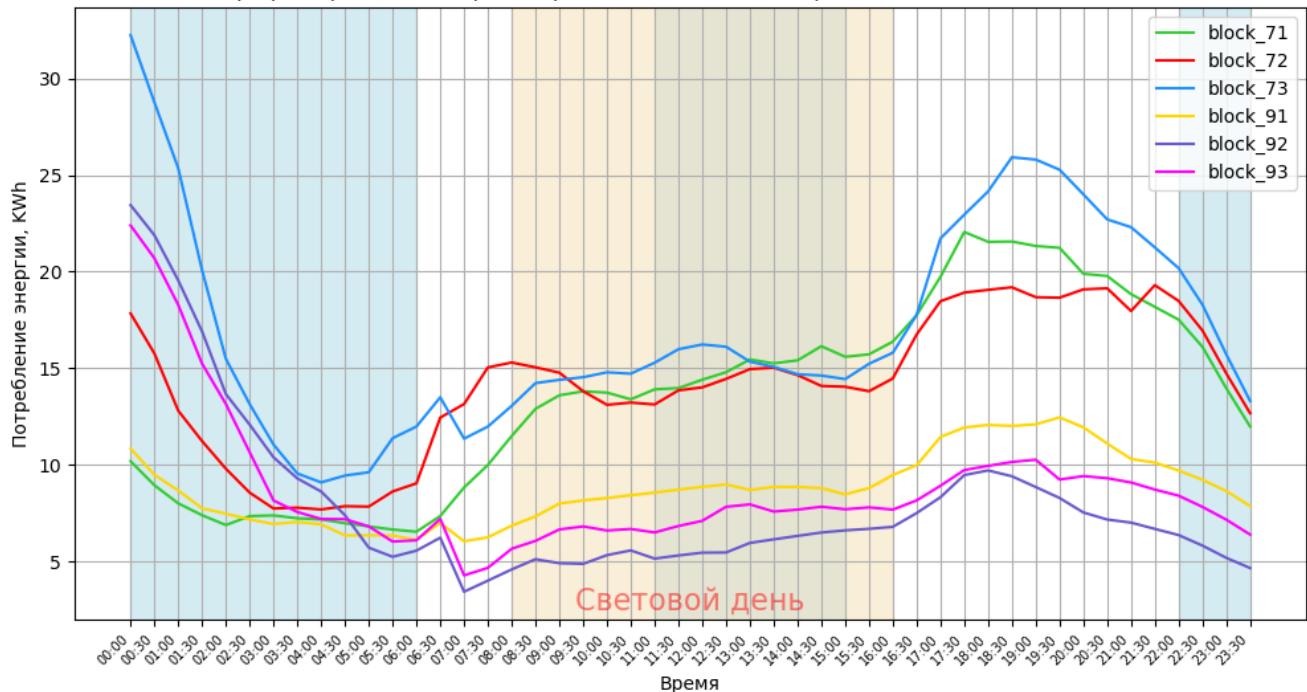
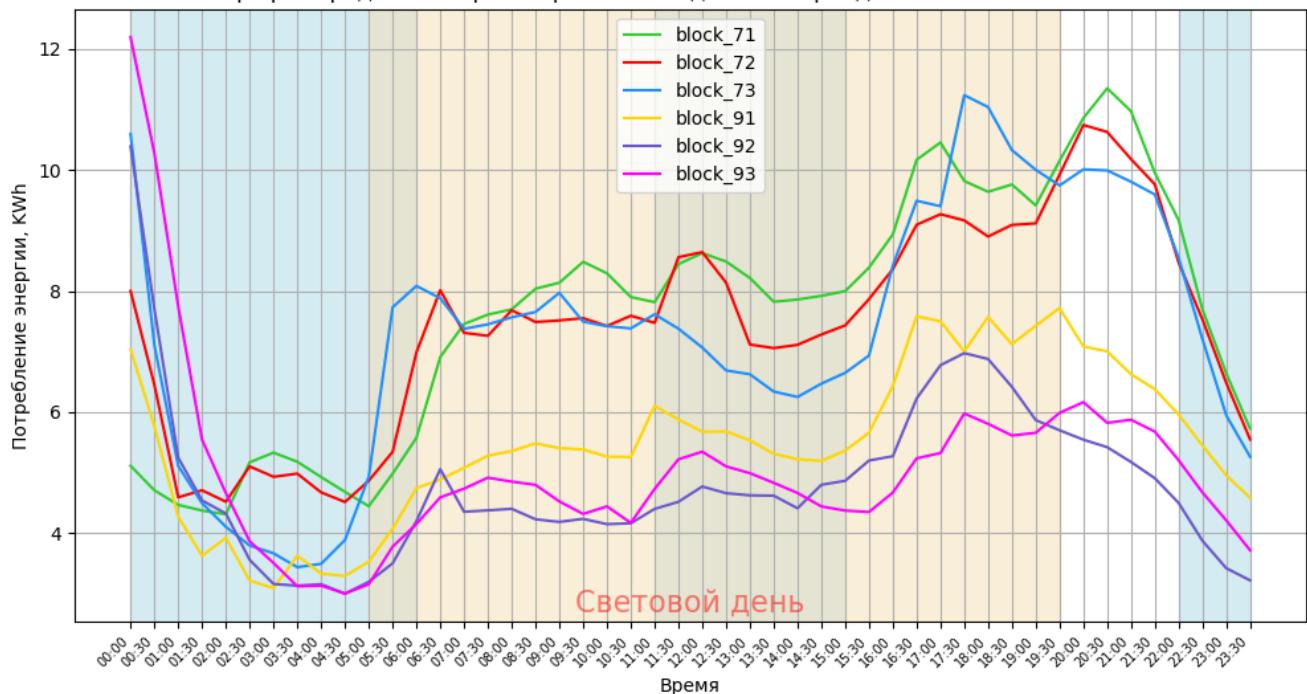


График среднего энергопотребления в день за период 2013-08-01 - 2013-09-05



В периоды максимального и минимального энергопотребления у домов block_73, block_92 и block_93 видно повышенное энергопотребление в течении часа после полуночи.

Рассмотрим подробнее энергопотребление по датчикам разной формы оплаты по этим домам. Голубым фоном выделены периоды льготного энергопотребления по датчикам «ToU».

График среднего энергопотребления в день по формам оплаты за период 2012-12-23 - 2013-01-28

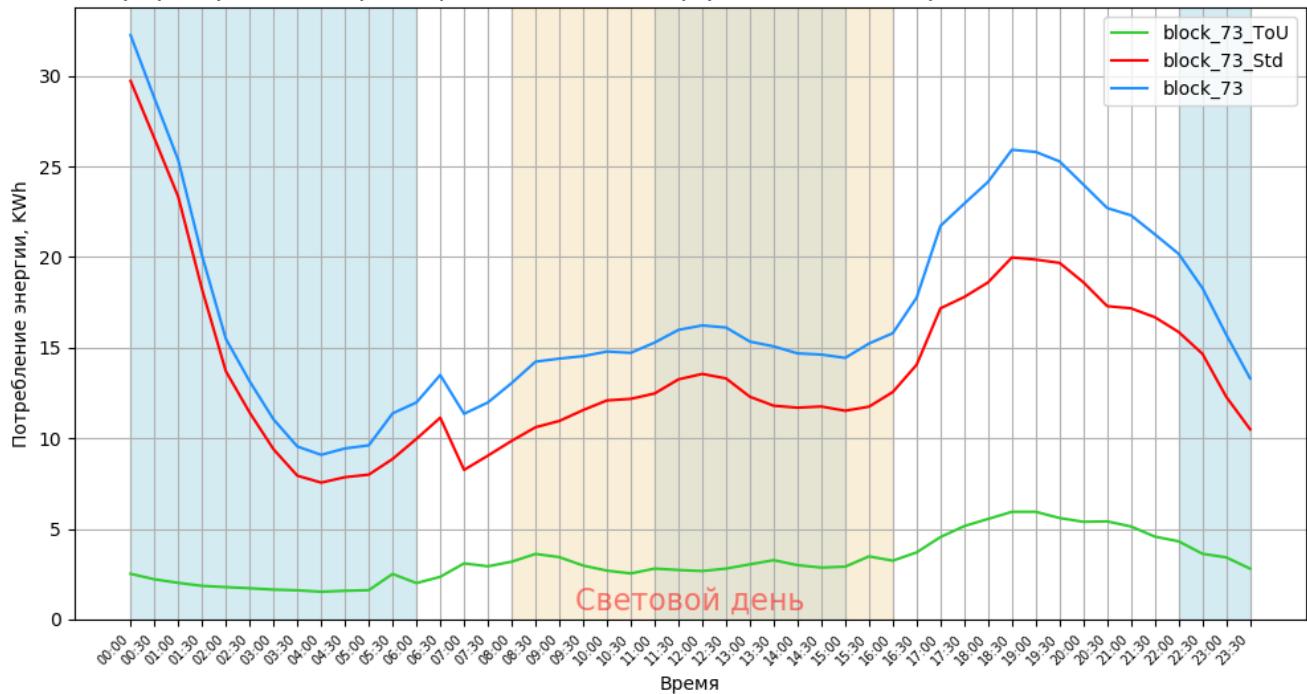


График среднего энергопотребления в день по формам оплаты за период 2013-08-01 - 2013-09-05

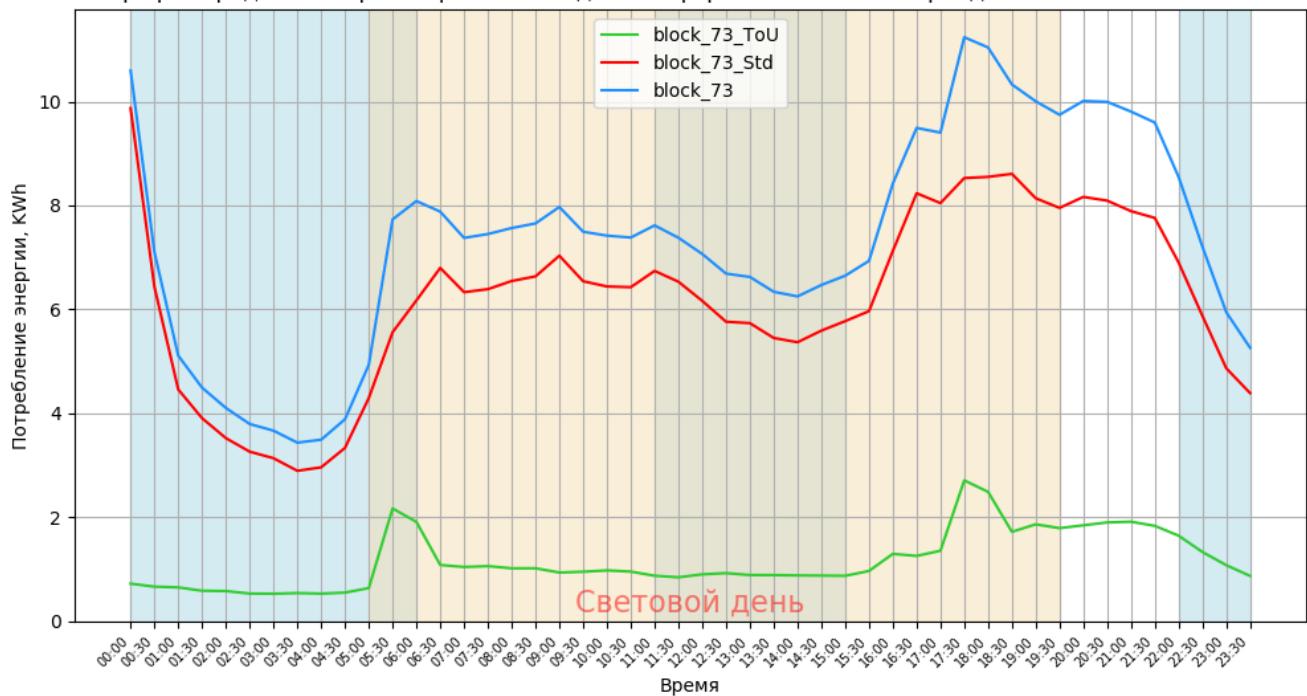


График среднего энергопотребления в день по формам оплаты за период 2012-12-23 - 2013-01-28

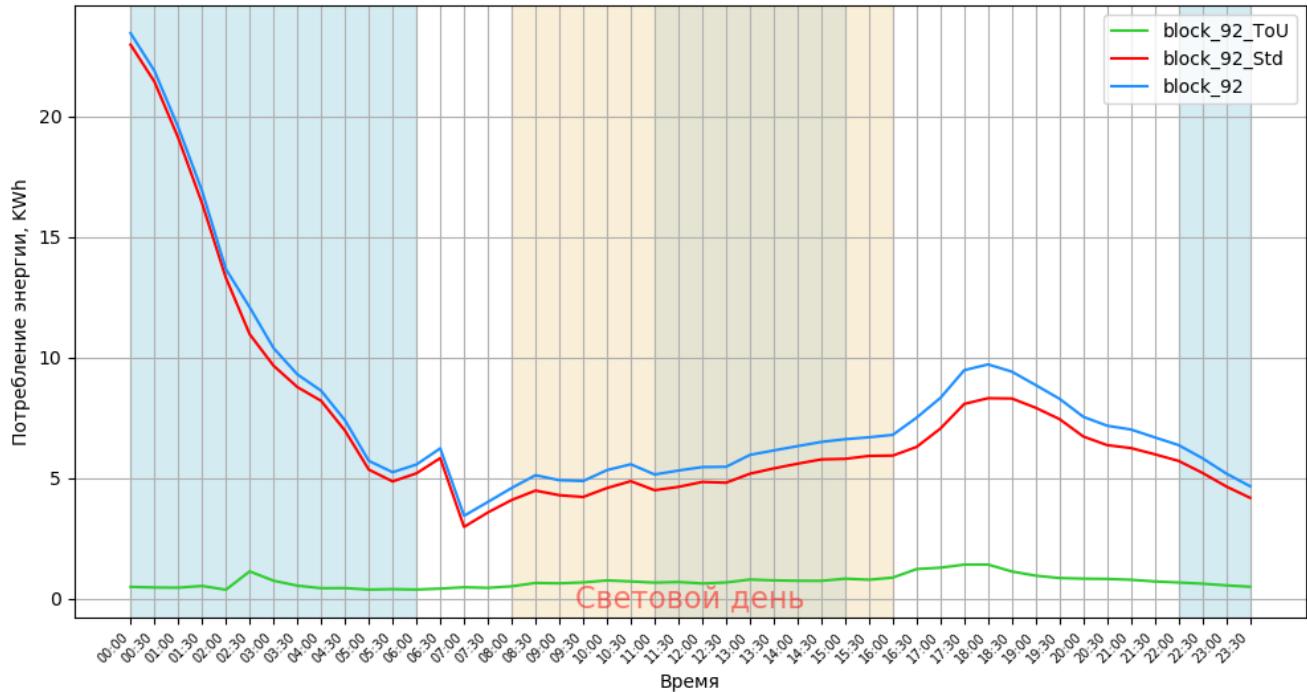


График среднего энергопотребления в день по формам оплаты за период 2013-08-01 - 2013-09-05

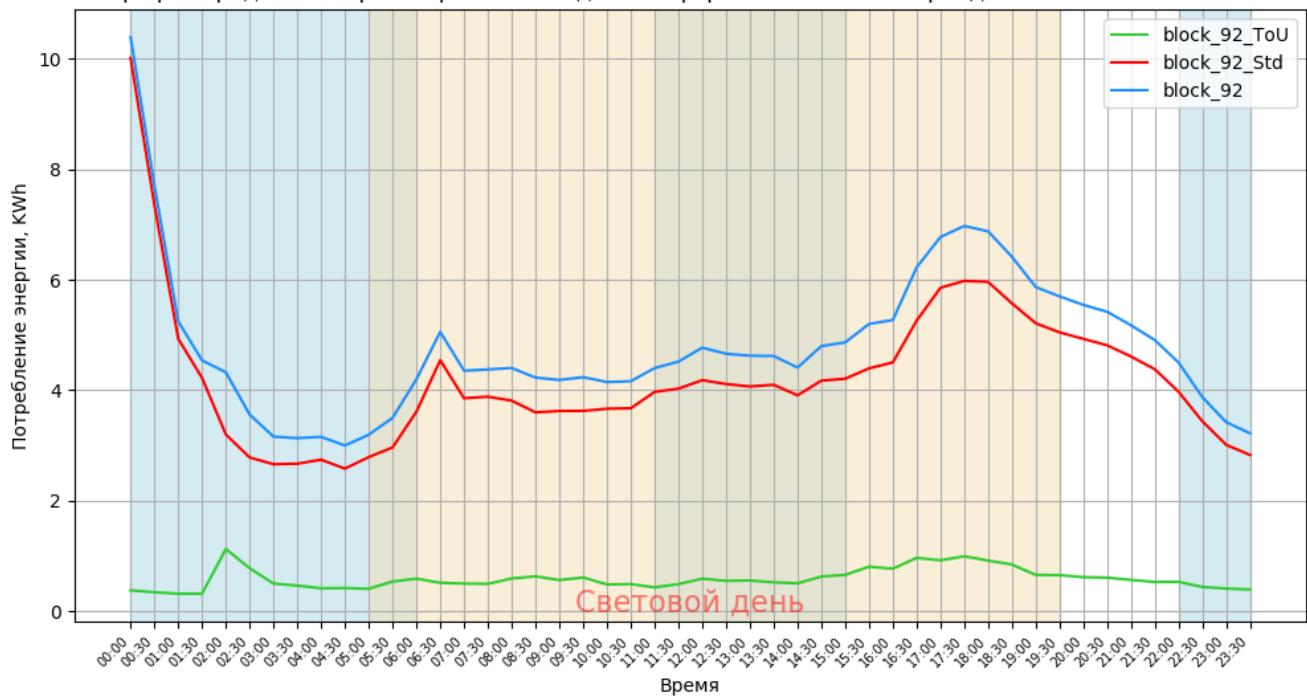


График среднего энергопотребления в день по формам оплаты за период 2012-12-23 - 2013-01-28

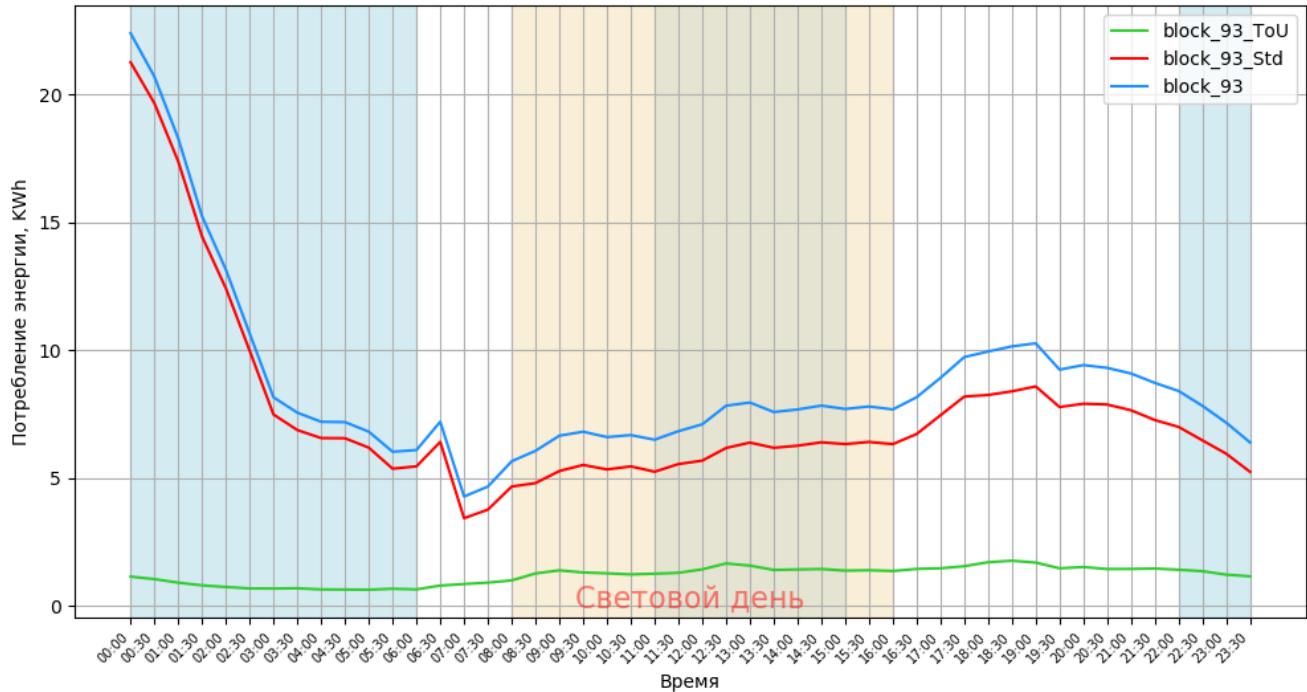
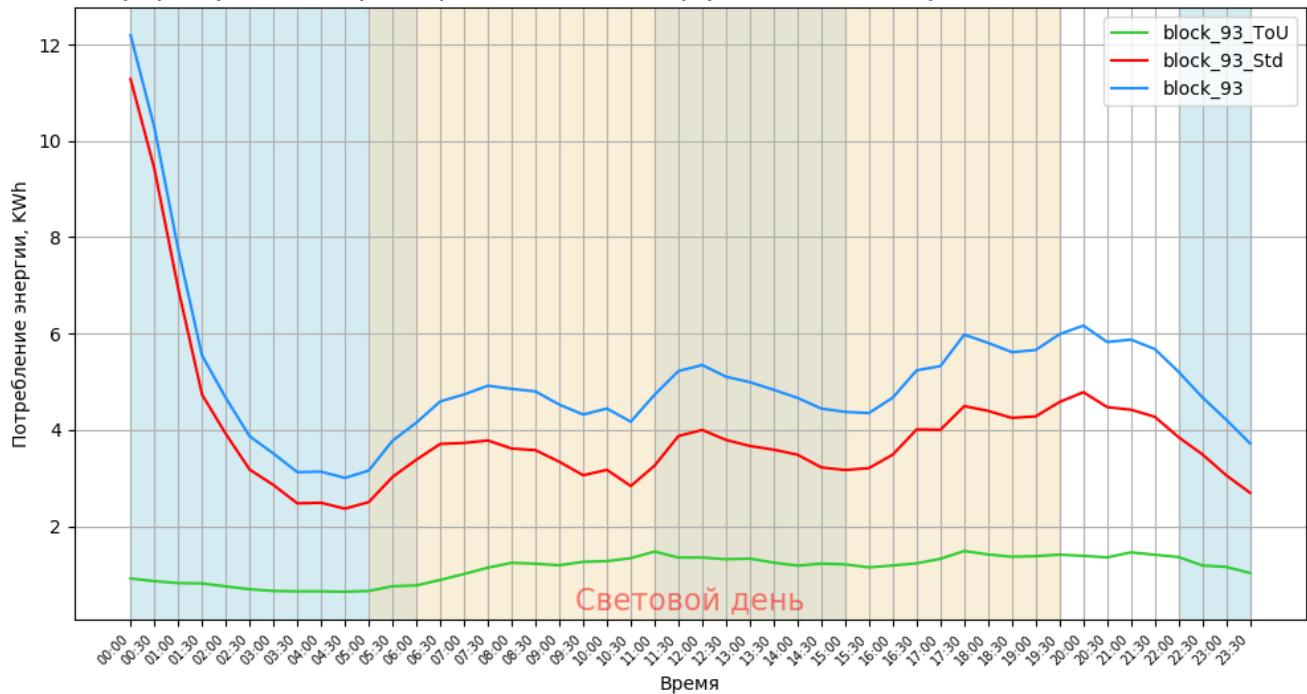


График среднего энергопотребления в день по формам оплаты за период 2013-08-01 - 2013-09-05



Выводы на основе графиков: разница в среднесуточном энергопотреблении по датчикам «Std» над «ToU» от 2 до 10 раз в зависимости от дома.

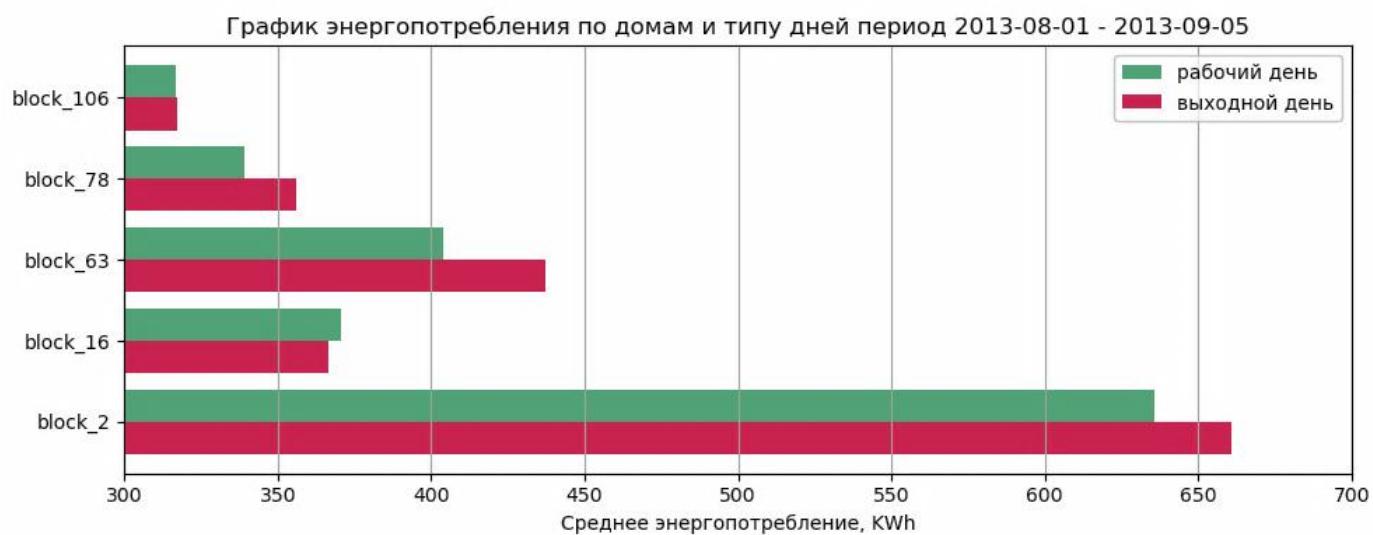
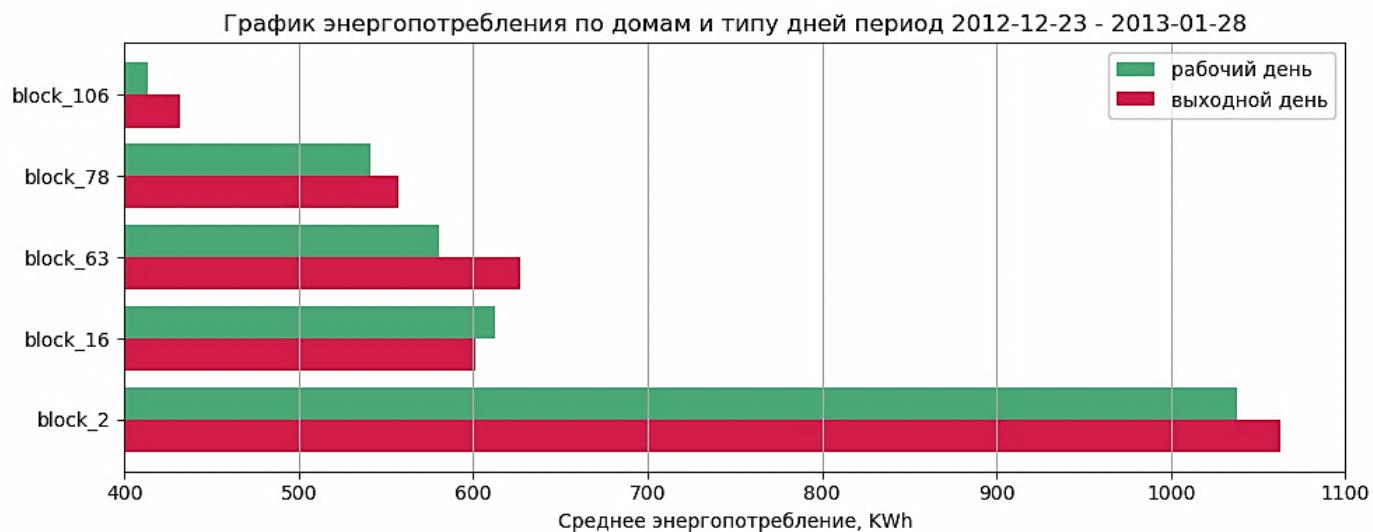
В зимнее время в домах block_92 и block_93 в полночь пиковое энергопотребление в 2 раза превышает вечернее. В летнее время такое соотношение сохраняется только у дома block_93.

12.6. Суточное энергопотребление по рабочим и выходным дням.

Исследуем распределение энергопотребления в течении суток по рабочим и выходным дням у выбранных домов в периоды максимального и минимального энергопотребления.

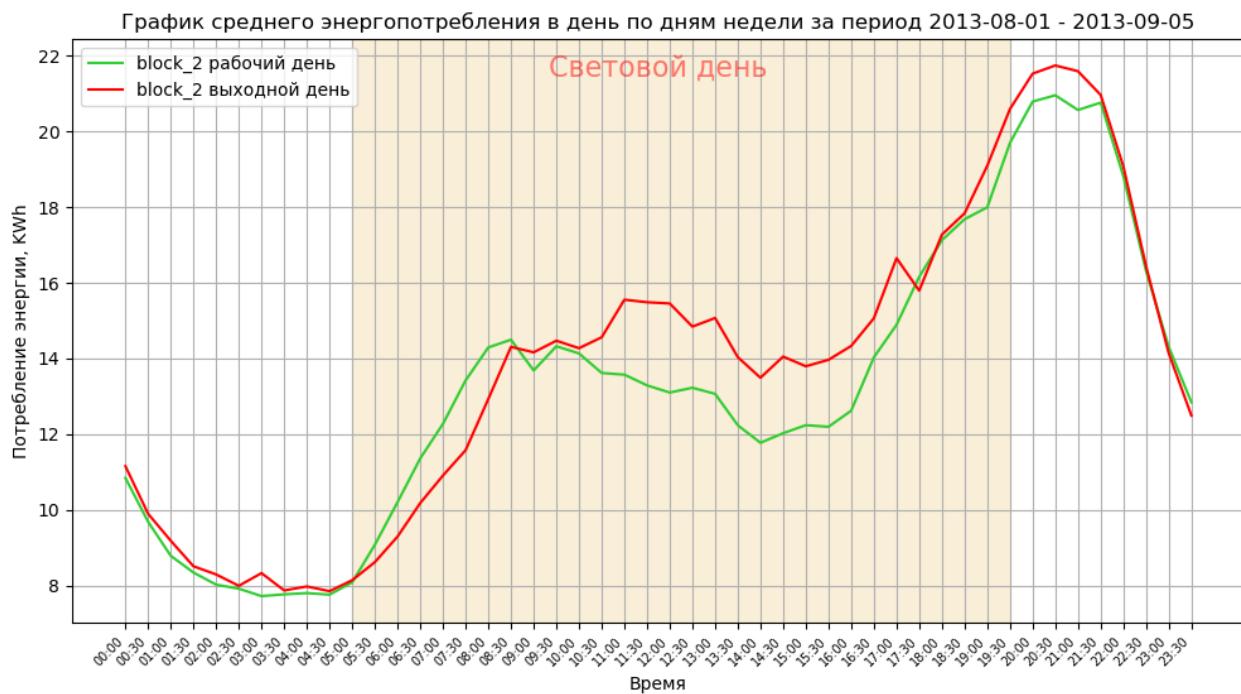
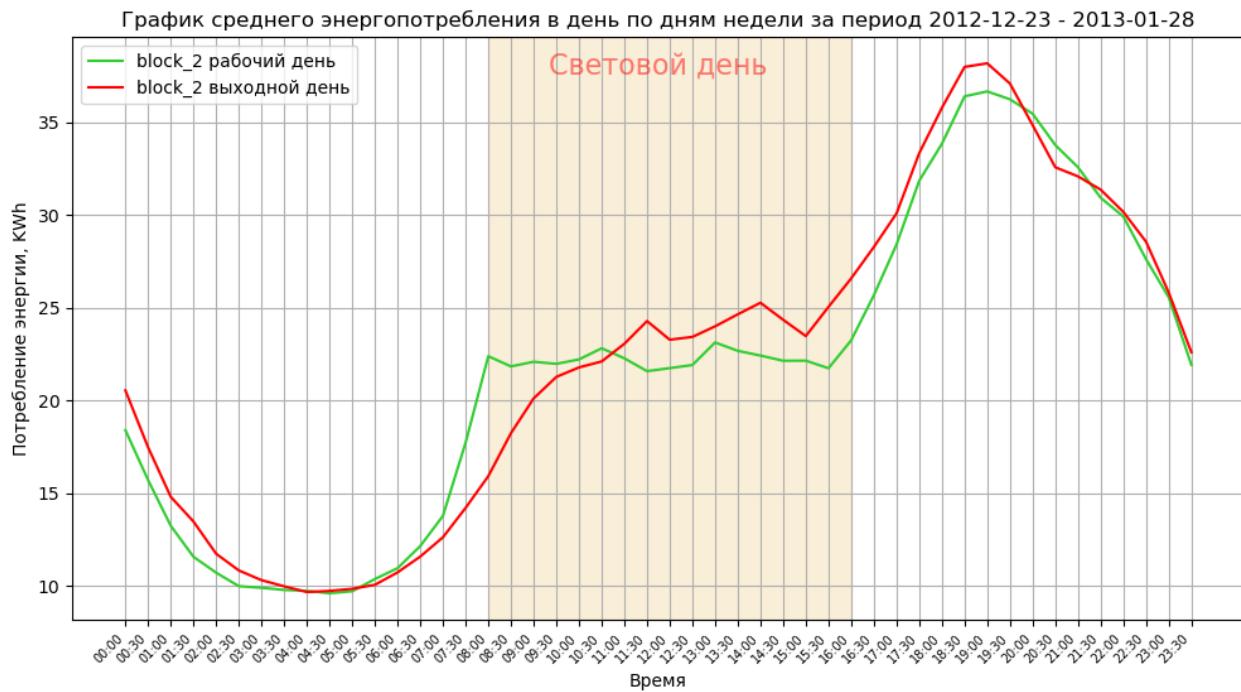
Напомню таблицу с выбранными домами:

| Дом | Подгруппа Acorn | Группа Acorn | | |
|-----------|--------------------------|--------------|-------------------------|------------------------|
| block_2 | 1 Купающиеся в деньгах | ACORN-A | Lavish Lifestyles | Олигархи |
| block_16 | 2 Процветающие | ACORN-E | Career Climbers | Карьеристы |
| block_63 | 3 Удобные сообщества | ACORN-H | Steady Neighbourhoods | Стабильные соседства |
| block_78 | 4 Финансово ограниченные | ACORN-L | Modest Means | Скромные средства |
| block_106 | 5 Городская беднота | ACORN-Q | Difficult Circumstances | Сложные обстоятельства |



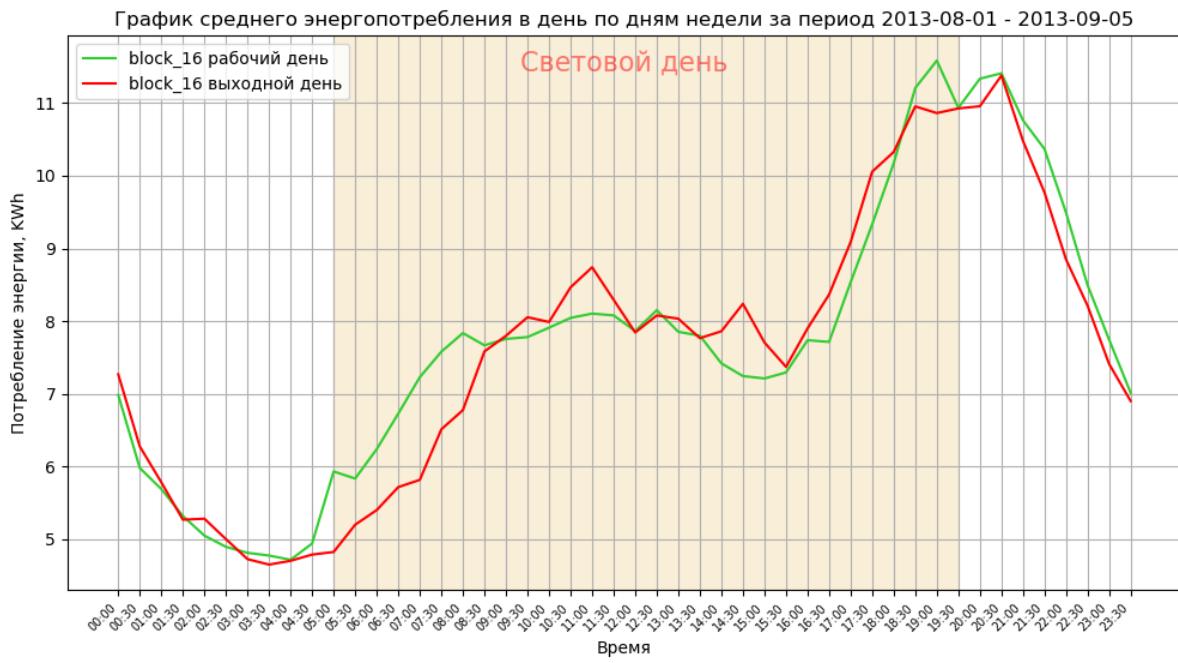
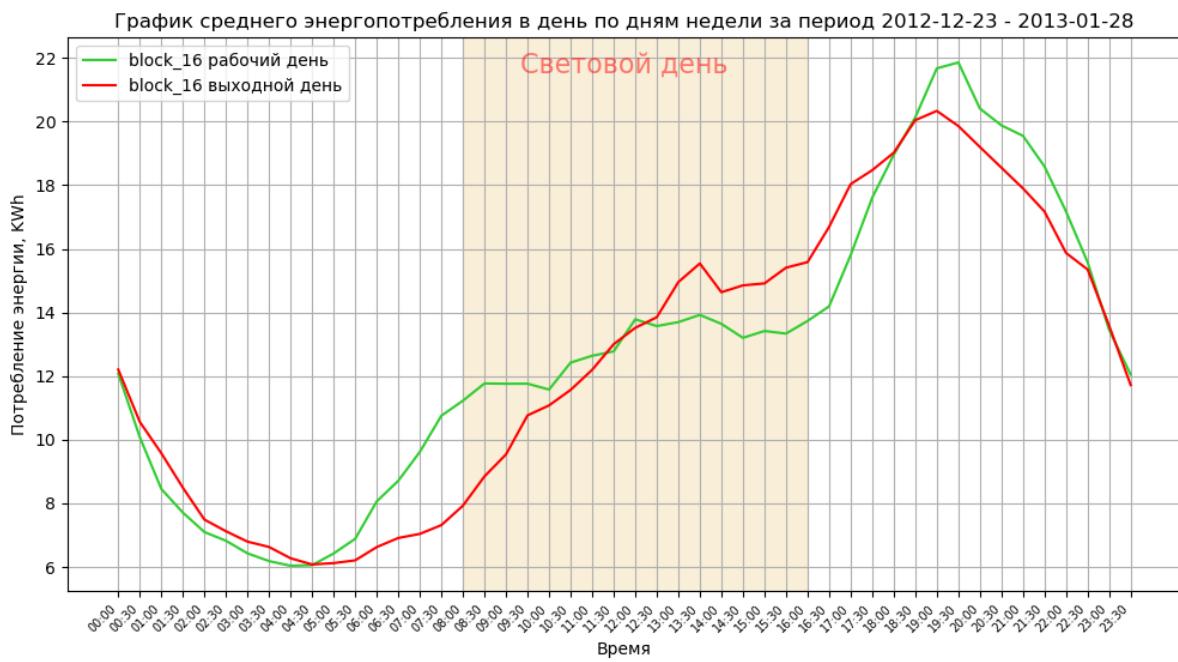
Выводы, сделанные выше для подгрупп, справедливы для отдельных домов в этих группах: в зимний и летний периоды энергопотребление в выходные дни, преобладает над рабочими днями, в теплое время года эта разница чуть меньше. У одного дома (группы ACORN-E, как и у в всей подгруппы «2 Процветающие») энергопотребление по рабочим дням оказалось чуть выше (возможно уезжают куда-то на выходные).

Рассмотрим среднее энергопотребление в течении суток:



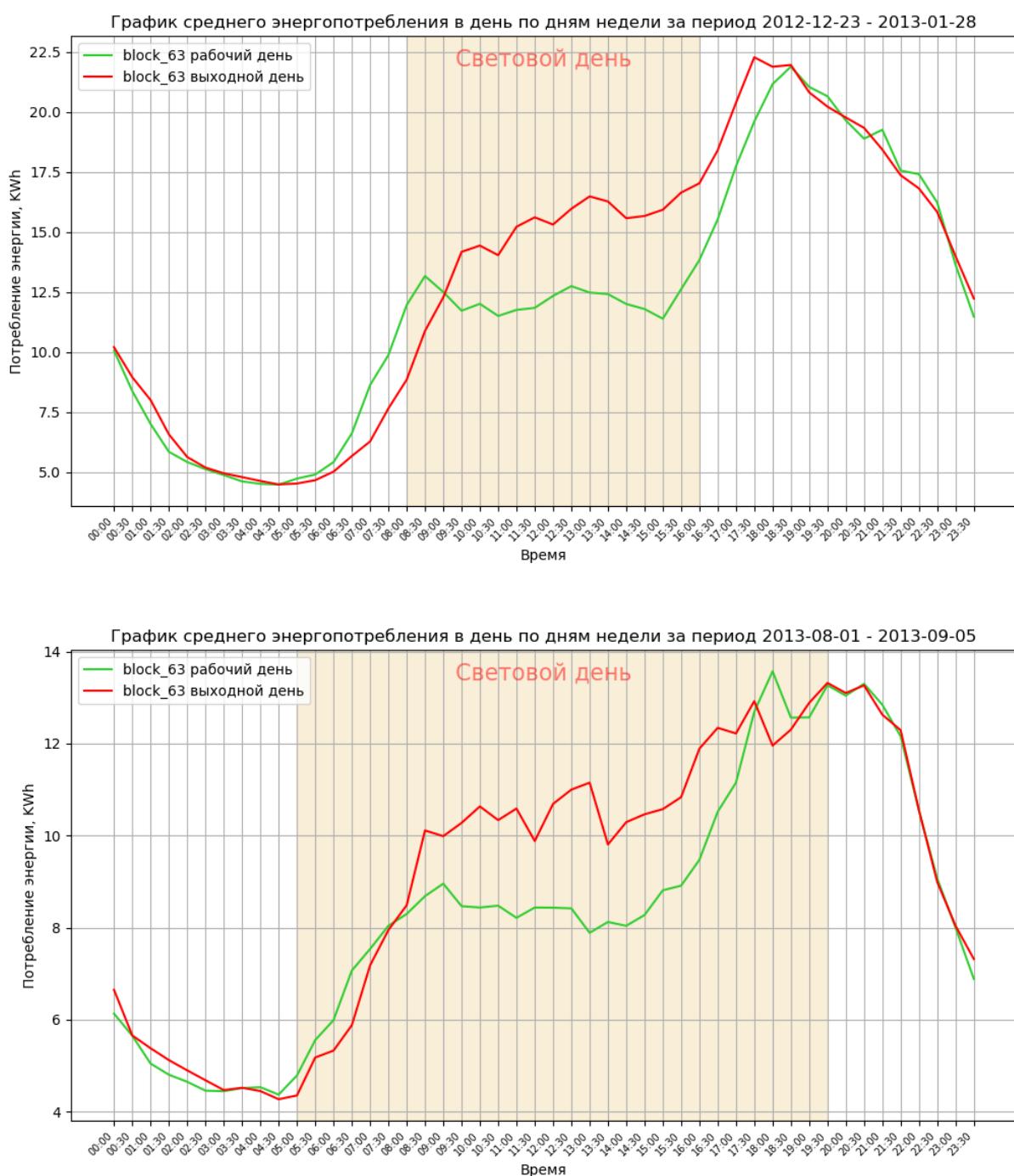
На графиках суточного распределения видны особенности в энергопотреблении между рабочими и выходными днями: в выходные утреннее начало роста

энергопотребления сдвинуто на полчаса позже, а вечерний рост начинается на полчаса раньше, и сам график расположен выше, т.к. энергопотребление стало больше.



В доме из группы ACORN-E (Career Climbers – Карьеристы) единственной группы, у которой энергопотребление по выходным меньше. В выходные дни утреннее начало роста энергопотребления сдвинуто на час-полтора. В зимний период энергопотребление растет до обеда в 13:30, после небольшой спад и рост продолжается до вечернего пика, который наступает на полчаса раньше, чем в рабочие дни, уменьшение энергопотребления вечером так же начинается на полчаса раньше. В выходные в дневное время энергопотребление выше, чем в рабочие дни, но за счет утреннего сдвига начала роста энергопотребления и меньшего вечернего пика общее энергопотребление в выходной день

ниже, чем в рабочий. В летнее время начало роста энергопотребления аналогично зимнему, но в 11 часов достигает утреннего пика, затем энергопотребление начинает уменьшаться до 15:30 и начинается вечерний рост до 18:30, затем полтора часа стабильности, небольшой рост до 20:30 и далее постоянное уменьшение до 3:00.



В этом доме в выходные дни утреннее начало роста энергопотребления сдвинуто в зимнее время на полчаса-час, в летнее – на полчаса. На графиках видно, что с утра и до вечера энергопотребление в выходные дни выше, чем в рабочие. Зимой пик энергопотребления наступает на час раньше и его уровень выше. Летом в 18:00 в рабочие дни наступает пик, в выходные небольшой спад, но с 18:30 до полуночи графики совпадают.

График среднего энергопотребления в день по дням недели за период 2012-12-23 - 2013-01-28

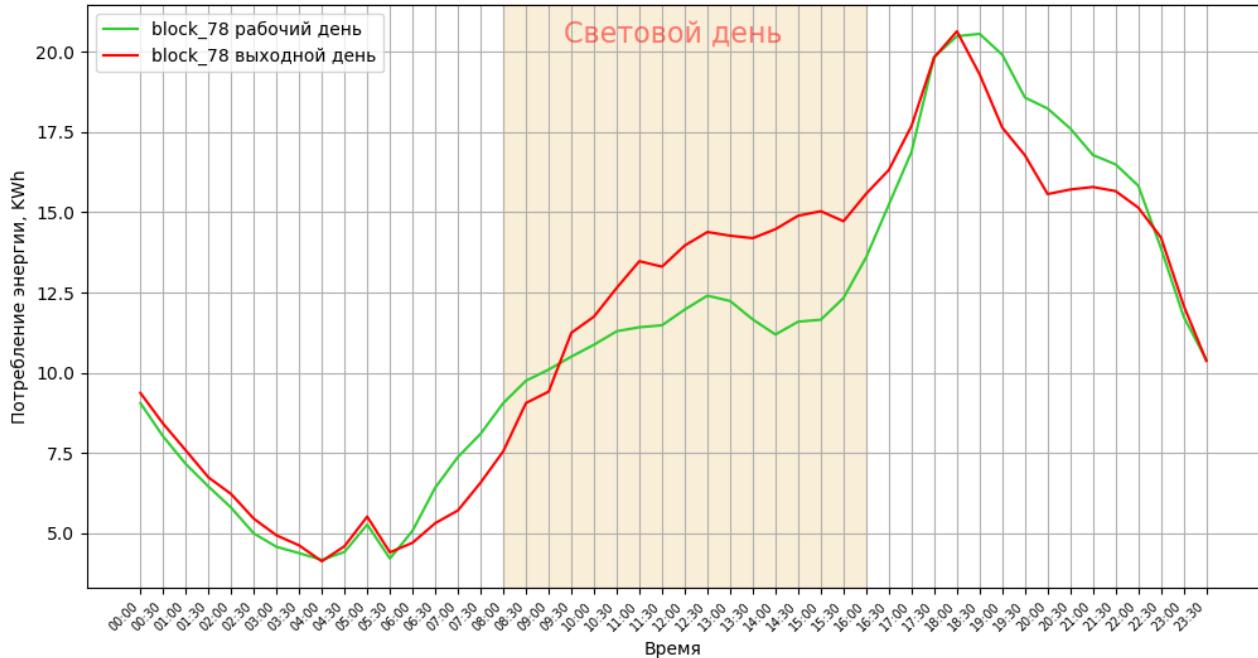
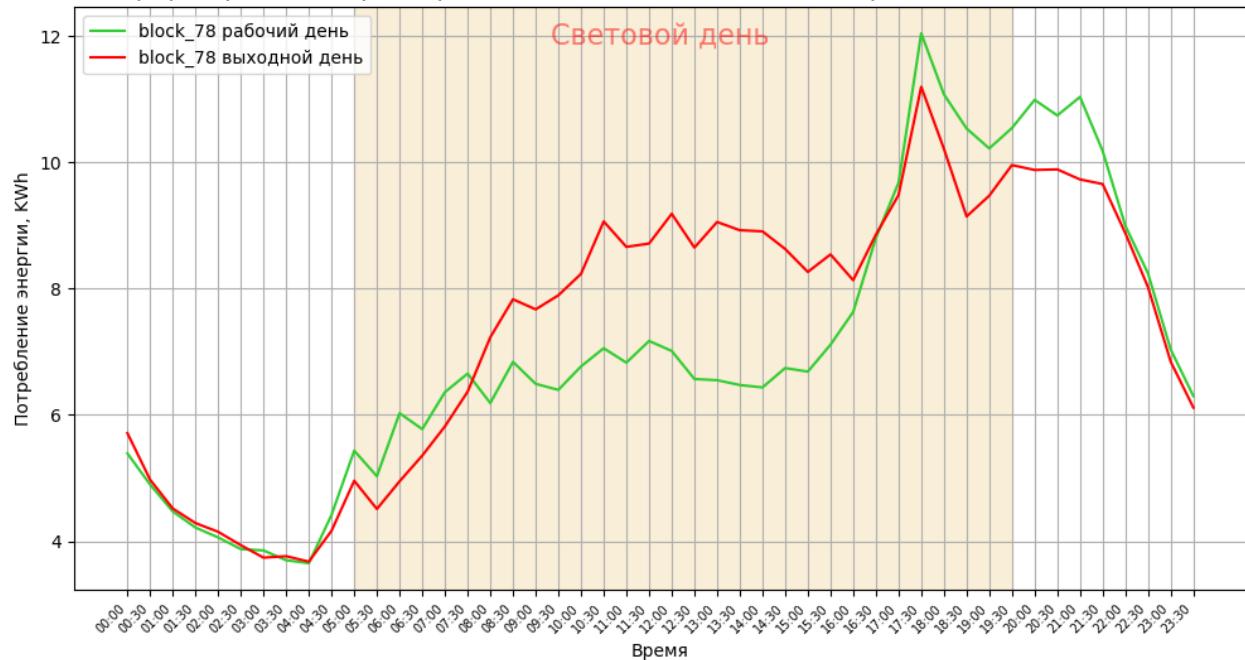
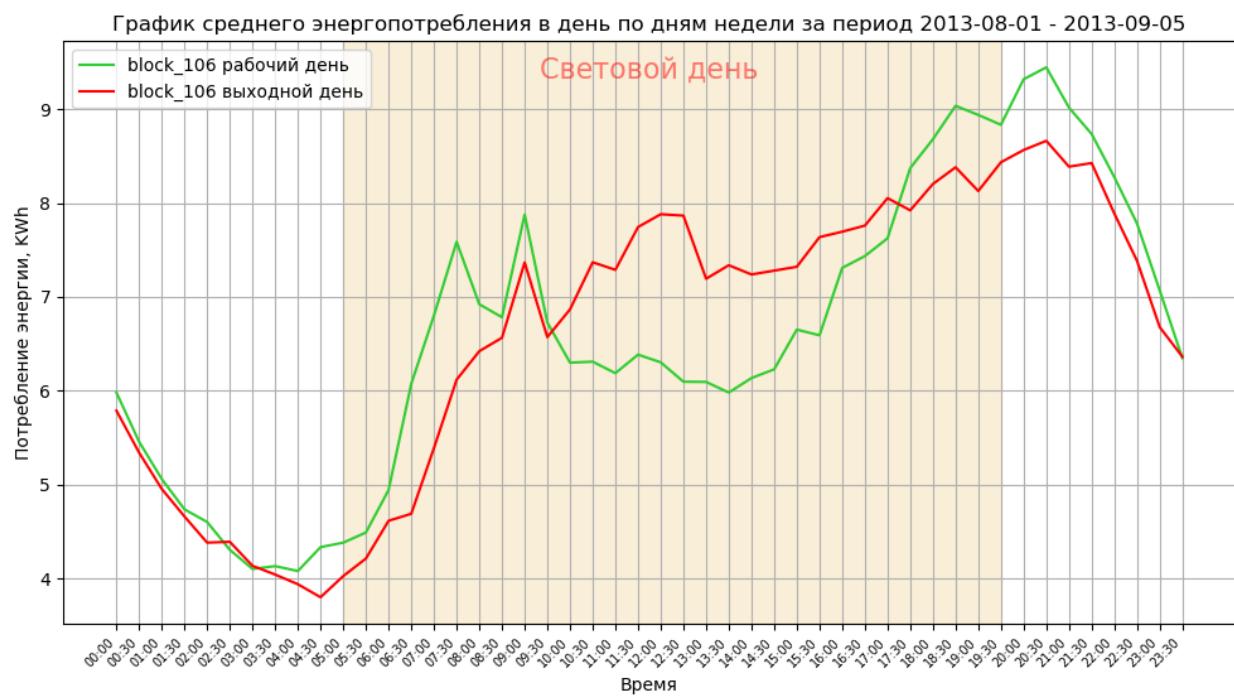
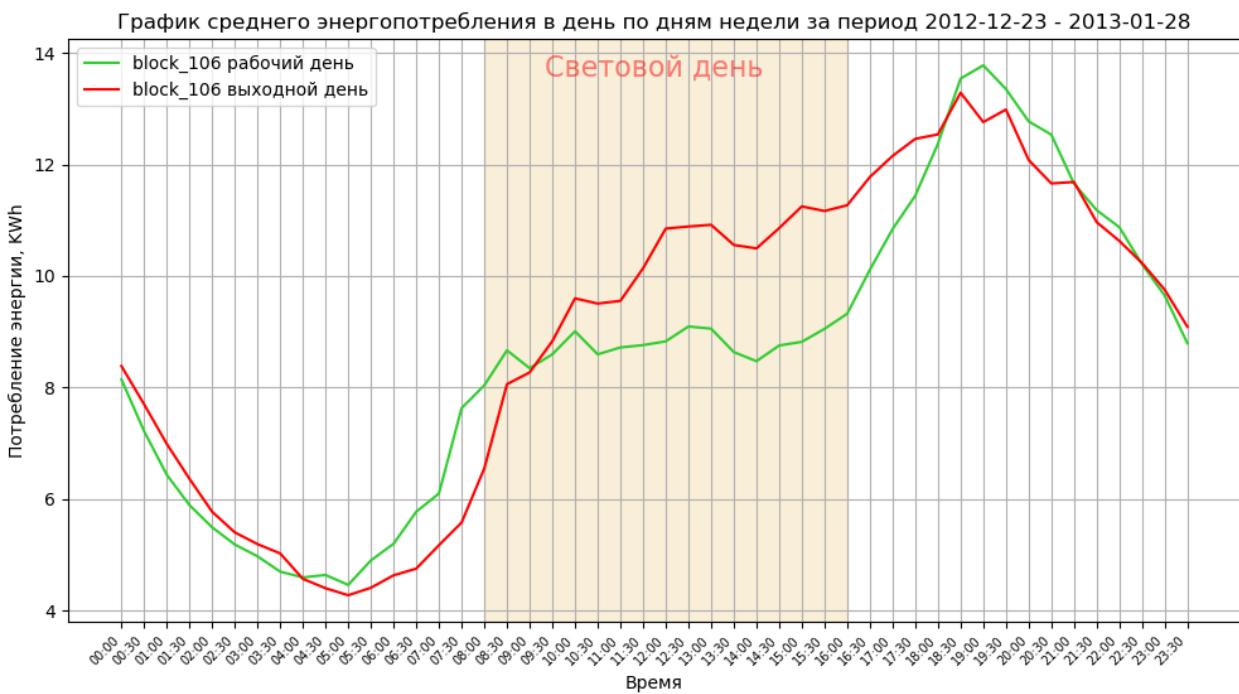


График среднего энергопотребления в день по дням недели за период 2013-08-01 - 2013-09-05



Дом block_78 («умный дом») – в нем пользуются преимуществами датчиков «ToU»: в 4:00 (независимо от сезона) начинается рост энергопотребления, причем по датчикам «ToU» (об этом были выводы выше), в 5:00-5:30 – спад, после 5:30 начинается рост энергопотребления, примерно до 9:30 зимой энергопотребление одинаковое в рабочие и выходные дни, далее в выходные дни энергопотребление выше, чем в рабочие примерно на четверть. Пик энергопотребления приходится почти на одно время зимой в 18:00-18:30, летом в 17:30. Уменьшение энергопотребления в выходные дни начинается раньше на полчаса-час, но к 22:00 (в 22:30 зимой) энергопотребление становится одинаковым в рабочие и выходные дни.



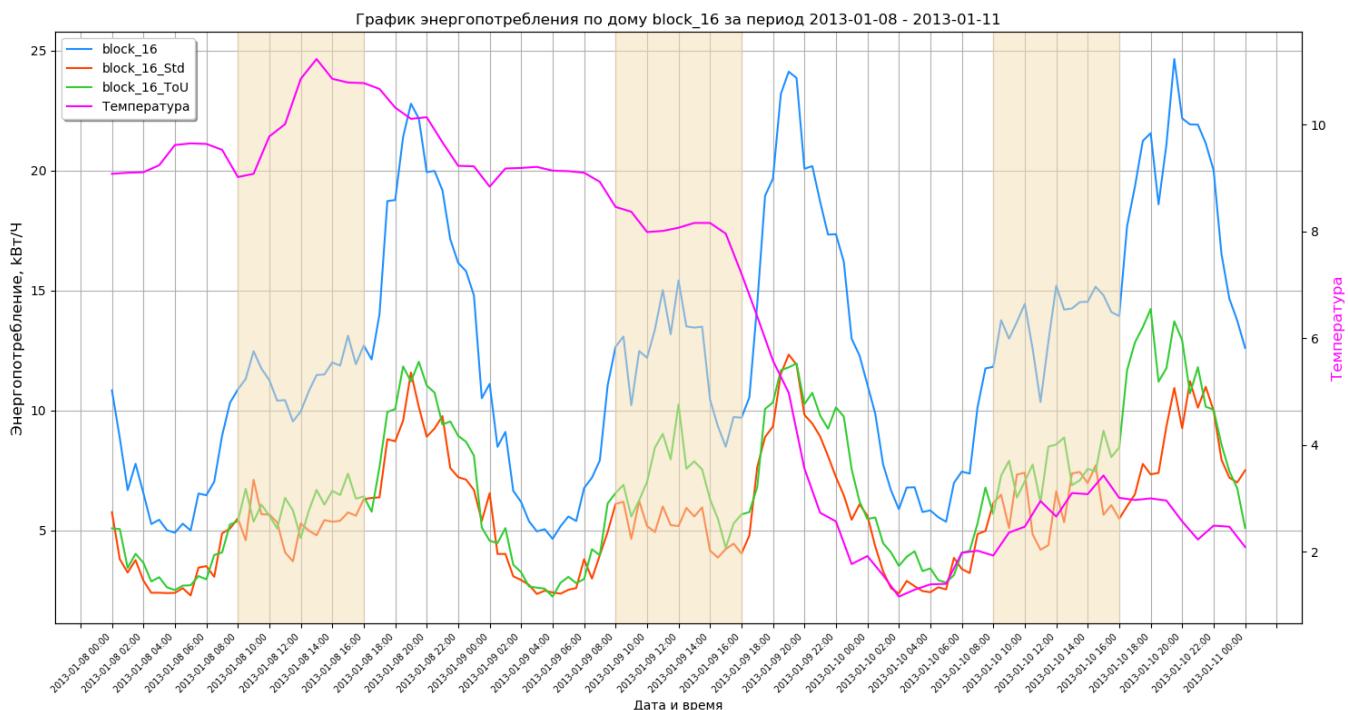
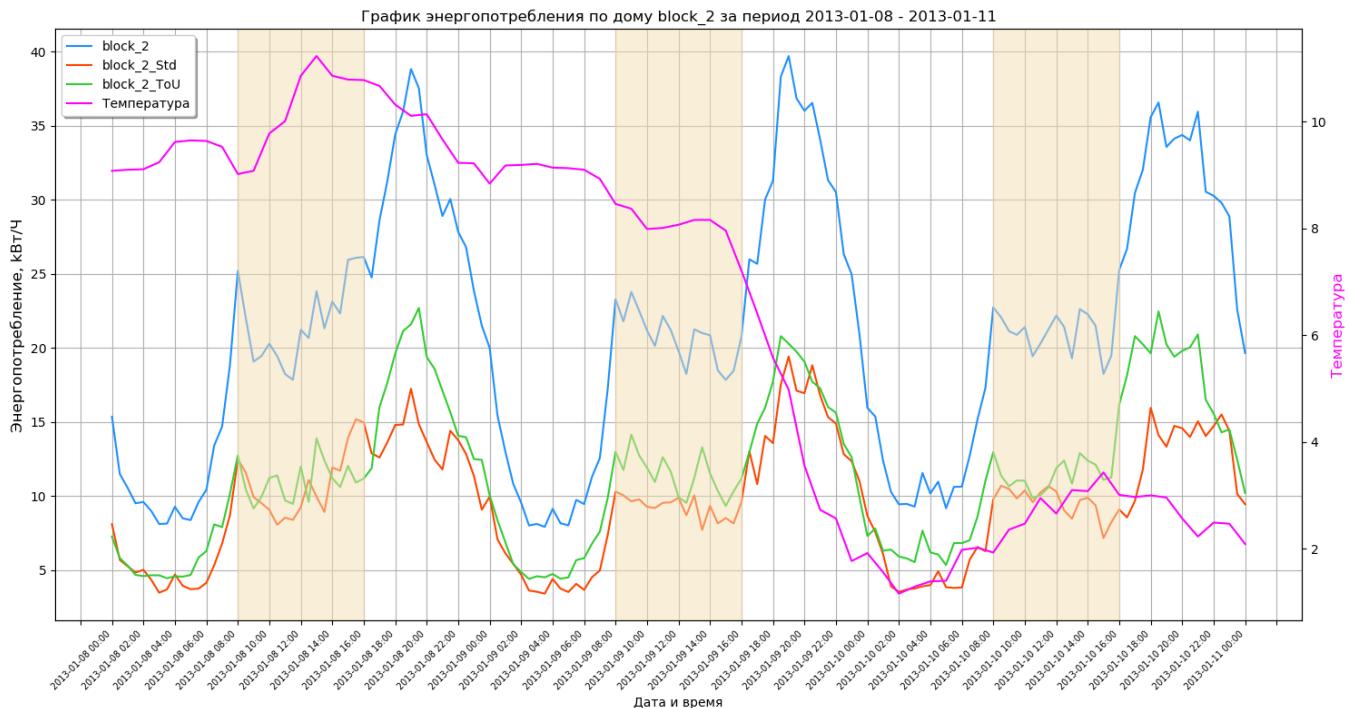
Последний дом из беднейшей категории населения: в выходные рост энергопотребления начинается на полчаса позже, 8:00 разница достигает уже часа. В зимнее время в период 8:00-15:00 в рабочие дни энергопотребление изменяется в небольших пределах, в летнее – уменьшается, в выходные в этот период наблюдается рост энергопотребления до 18:30. В рабочие дни пиковое энергопотребление чуть выше, чем в выходные дни. После 21:00 зимой и 21:30 летом энергопотребление в выходные и рабочие дни выравнивается.

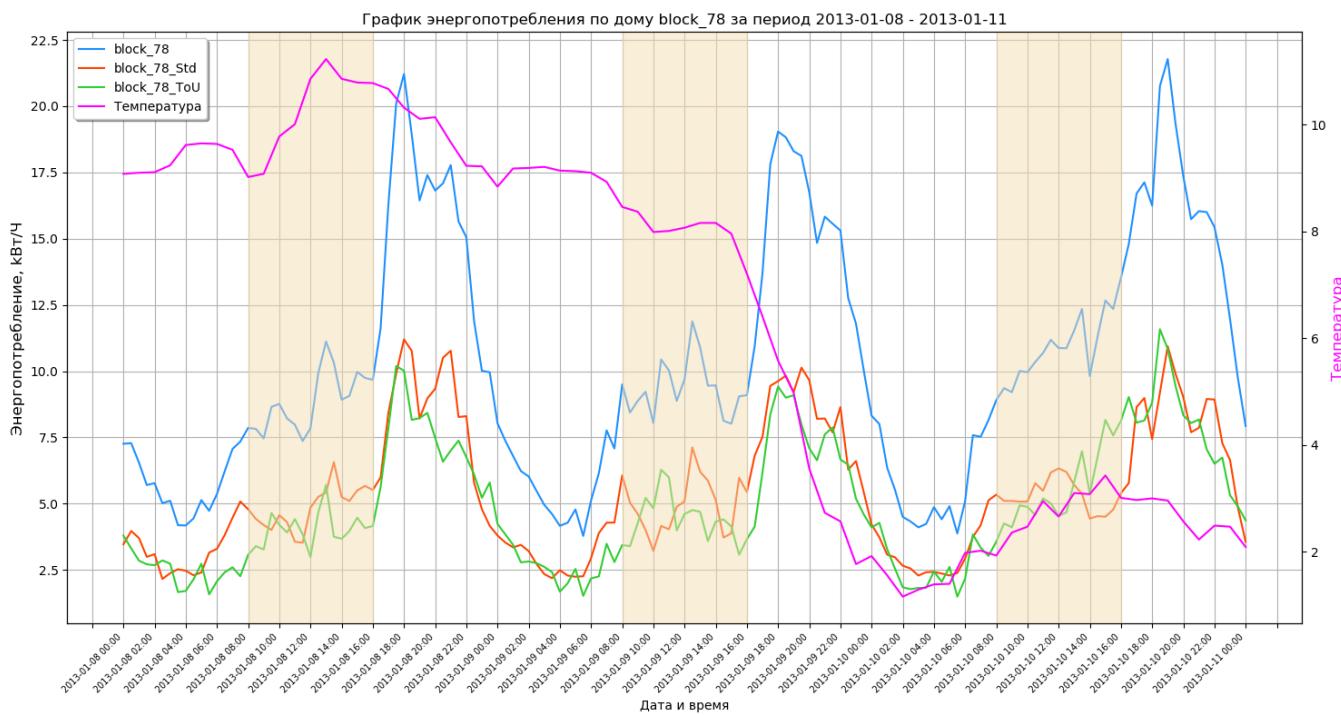
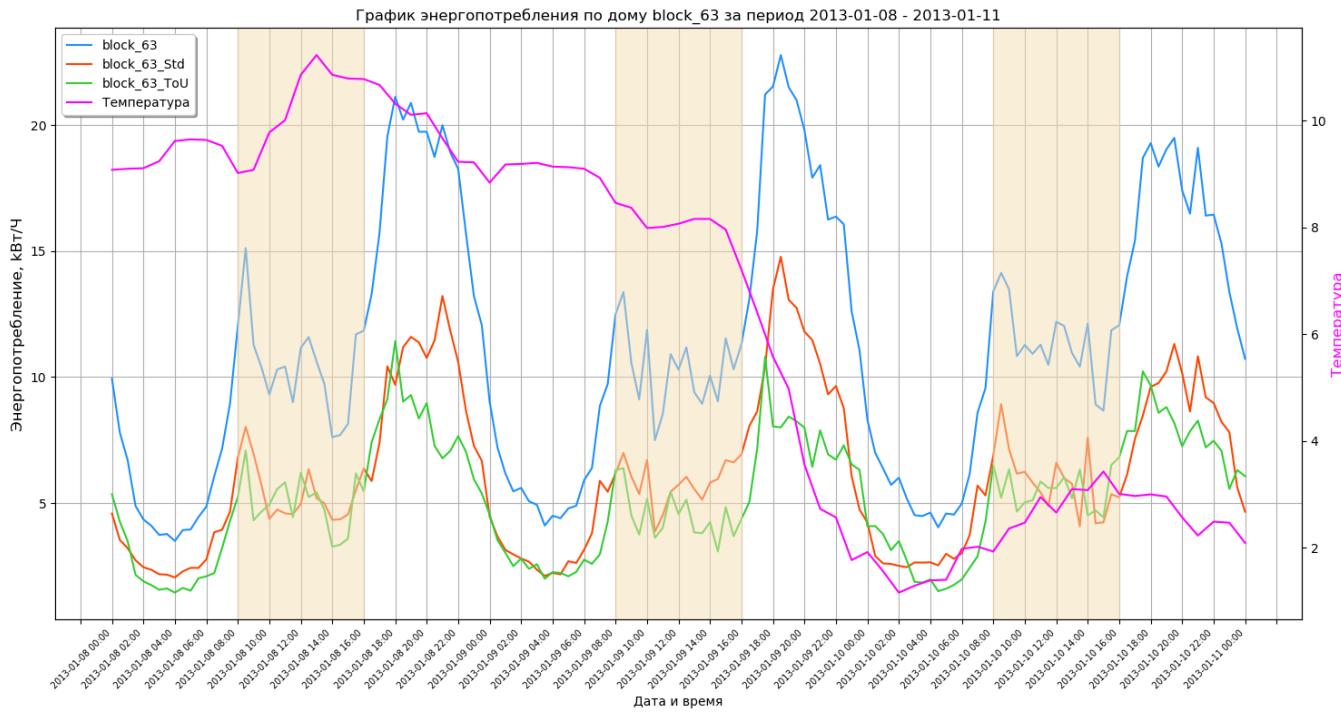
12.7. Энергопотребление в периоды максимального перепада температур в зимнее время.

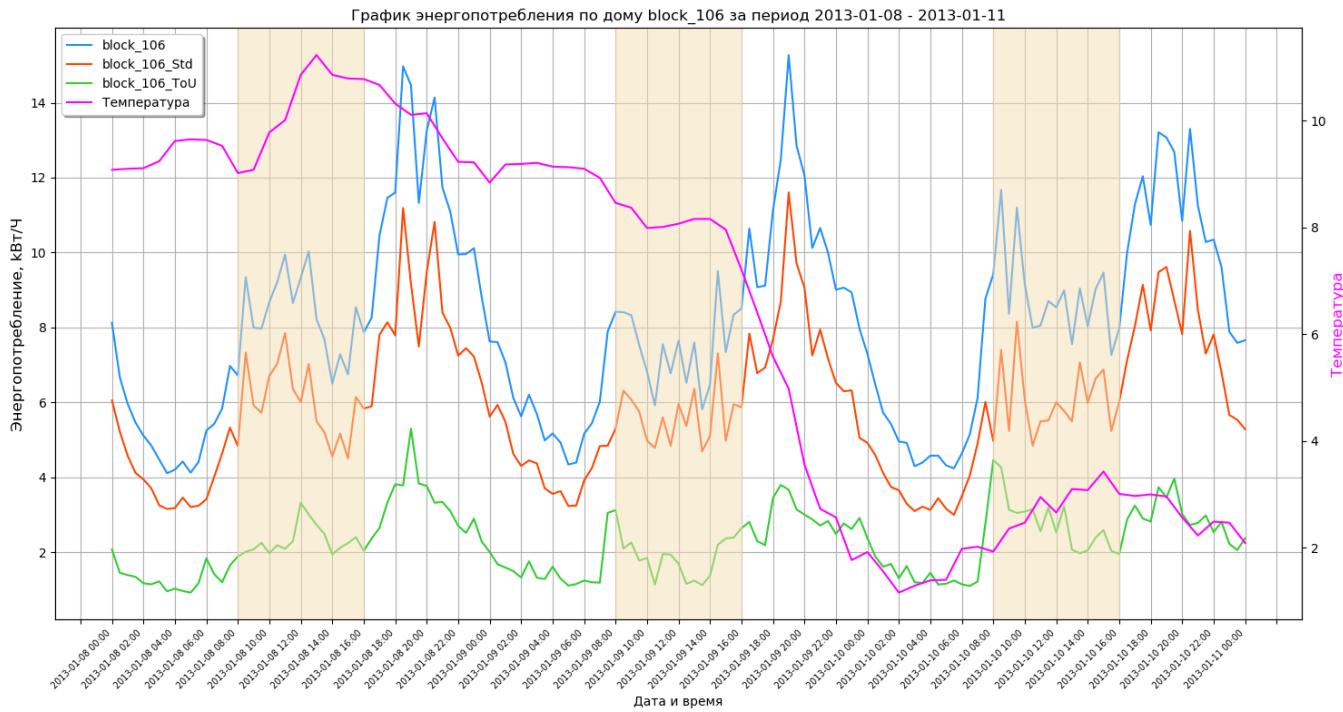
Исследуем энергопотребление в выбранных домах в периоды, когда между двумя днями был максимальный перепад температур, чтобы посмотреть зависимость энергопотребления от температуры. Для наглядности был выбран период в 3 дня.

На графиках отображено общее энергопотребление, энергопотребление по датчикам разной формы оплаты и температура с периодичностью полчаса.

В период максимального энергопотребления наибольший перепад температур зафиксирован между датами 9 и 10 января 2013 года







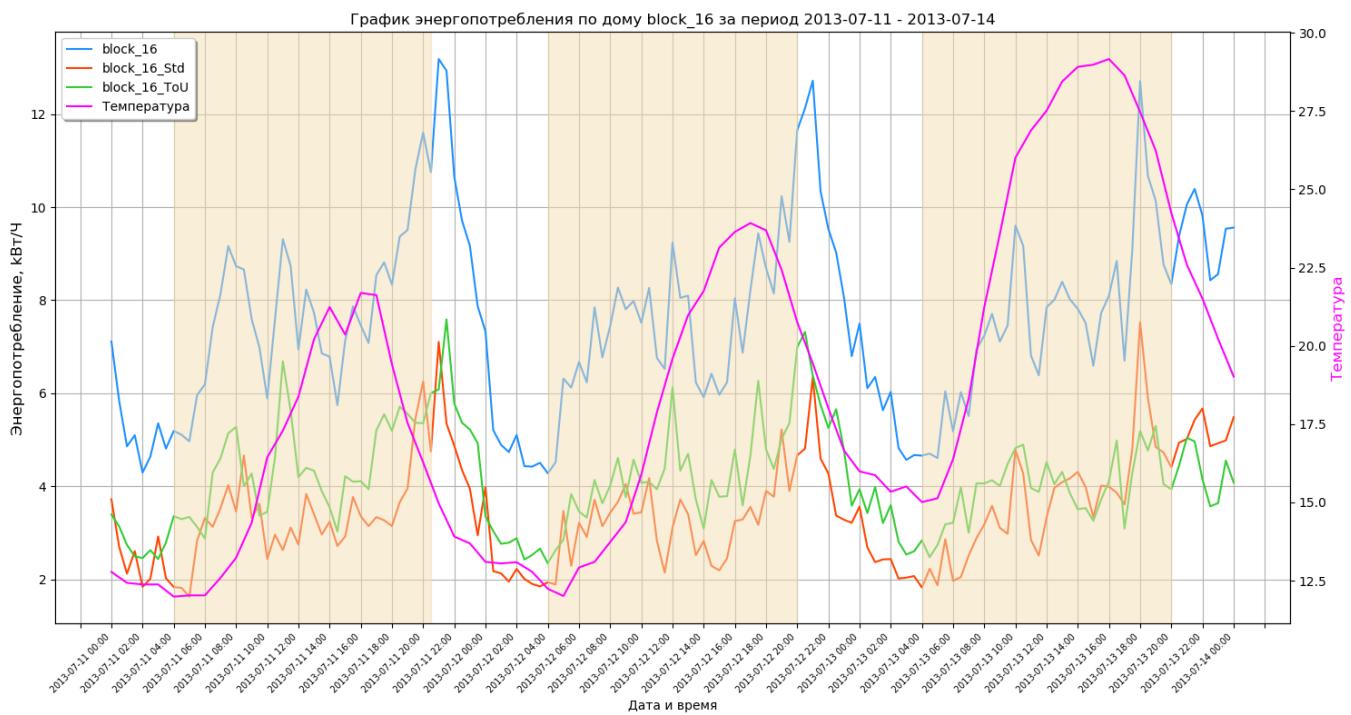
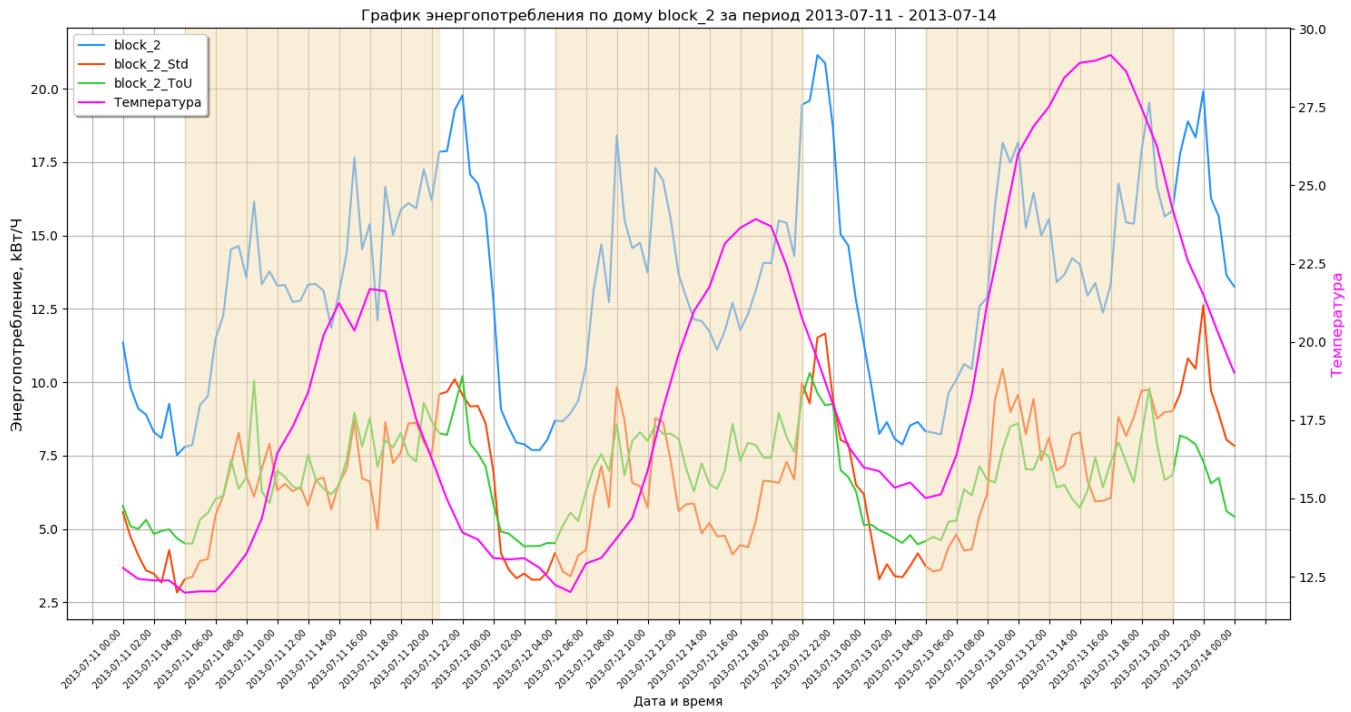
Коэффициенты корреляции в период Максимального энергопотребления:

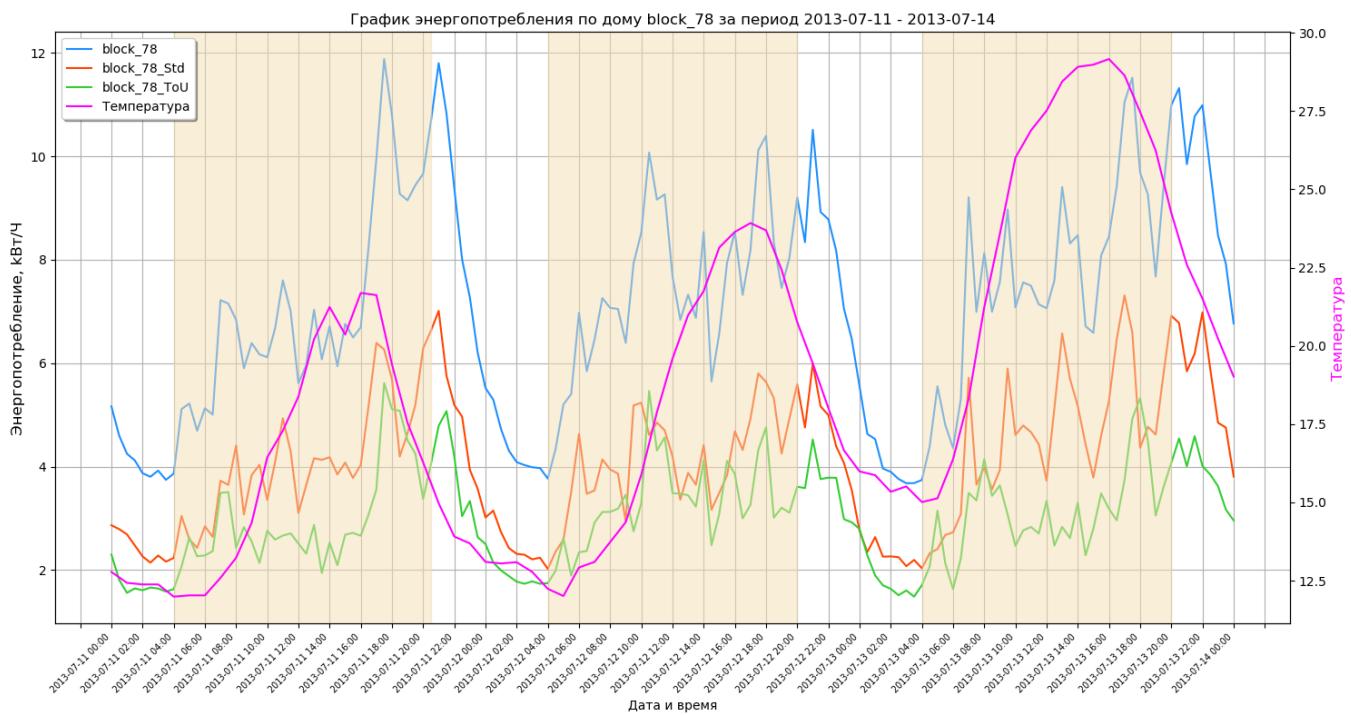
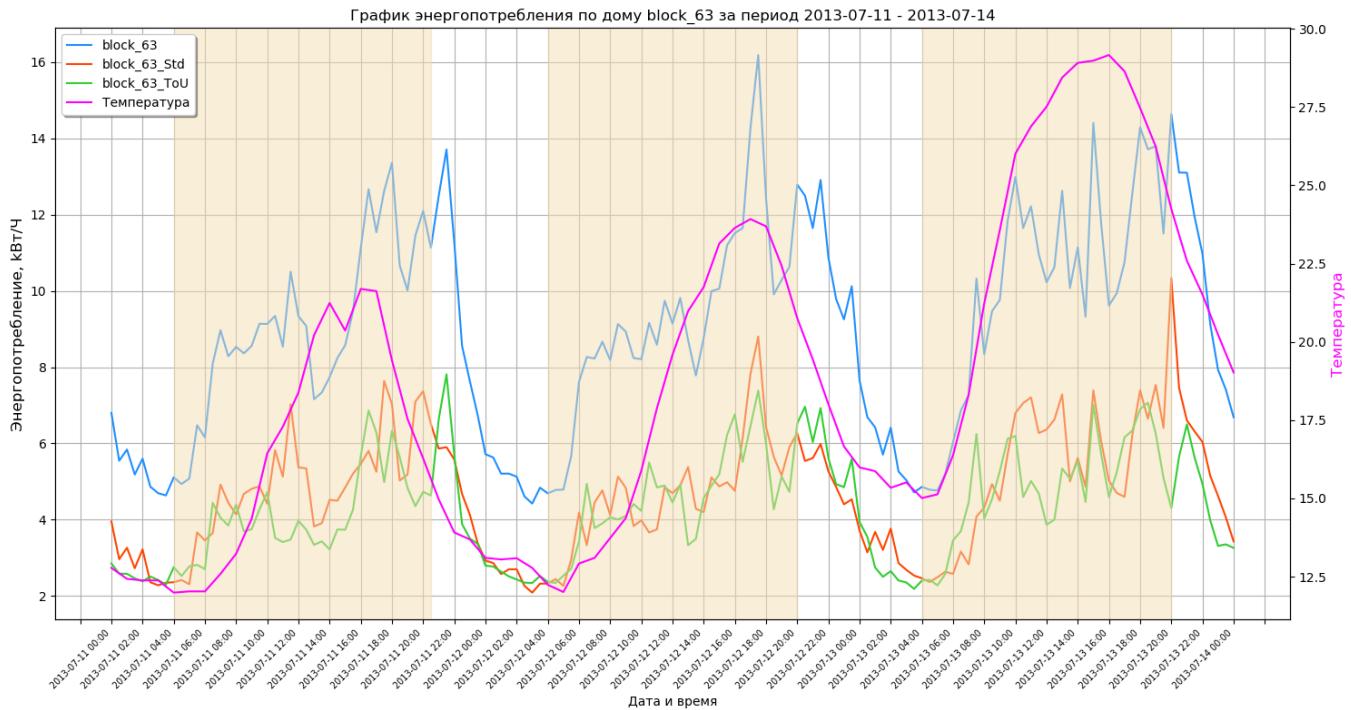
| Параметр | block_2 | block_16 | block_63 | block_78 | block_106 |
|-------------|---------|----------|----------|----------|-----------|
| time_of_day | 0,84 | 0,79 | 0,81 | 0,81 | 0,73 |
| humidity | -0,24 | -0,16 | -0,19 | -0,21 | -0,19 |
| dewPoint | -0,23 | -0,30 | -0,20 | -0,25 | -0,16 |
| pressure | -0,18 | -0,29 | -0,16 | -0,24 | -0,16 |
| temperature | -0,14 | -0,23 | -0,13 | -0,16 | -0,09 |
| windSpeed | 0,05 | -0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| windBearing | 0,03 | 0,08 | 0,01 | 0,05 | 0,09 |
| visibility | -0,02 | -0,12 | -0,06 | -0,07 | -0,07 |

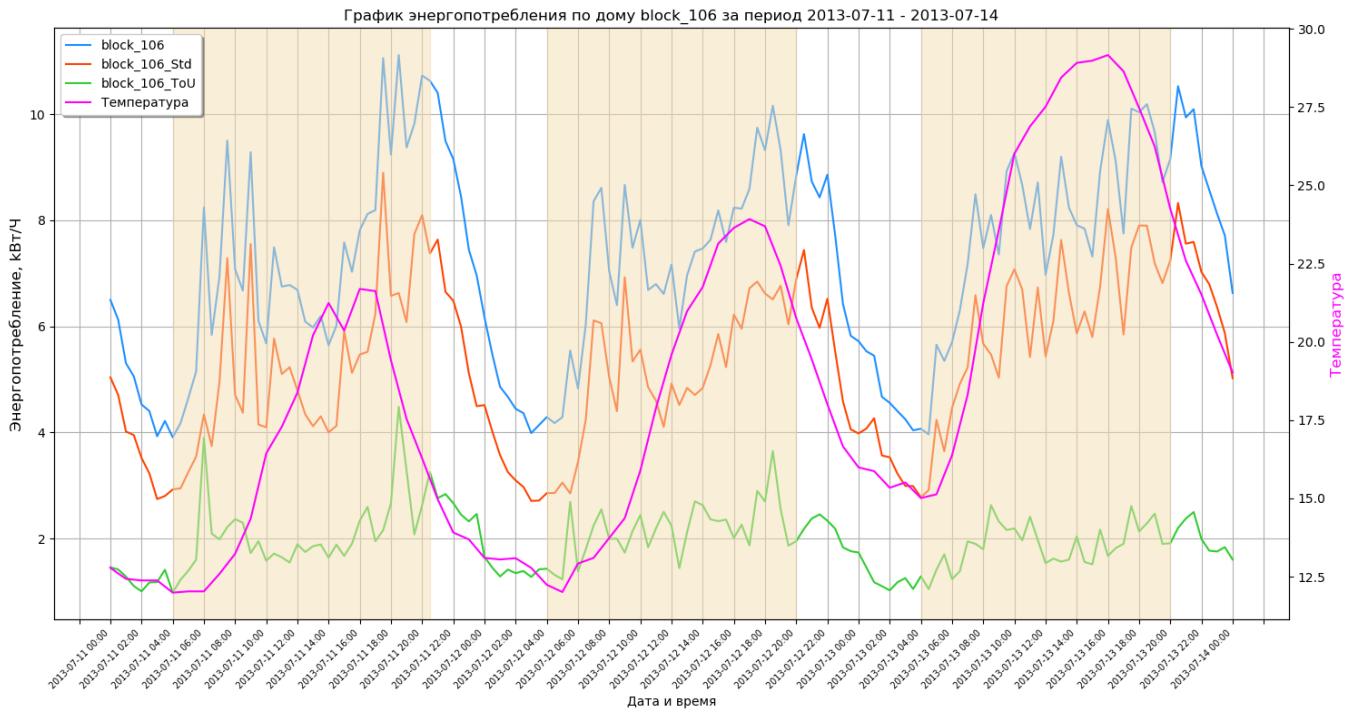
Зависимость энергопотребления от температуры в течении суток на графиках не прослеживается, это доказывает коэффициенты корреляции: только время суток влияет на энергопотребление с высокой степенью корреляции. Метеоусловия имеют степень влияния на границе слабой и очень слабой.

12.8. Энергопотребление в периоды максимального перепада температур в летнее время.

В период минимального энергопотребления наибольший перепад температур зафиксирован между датами 10 и 11 июля 2013 года.







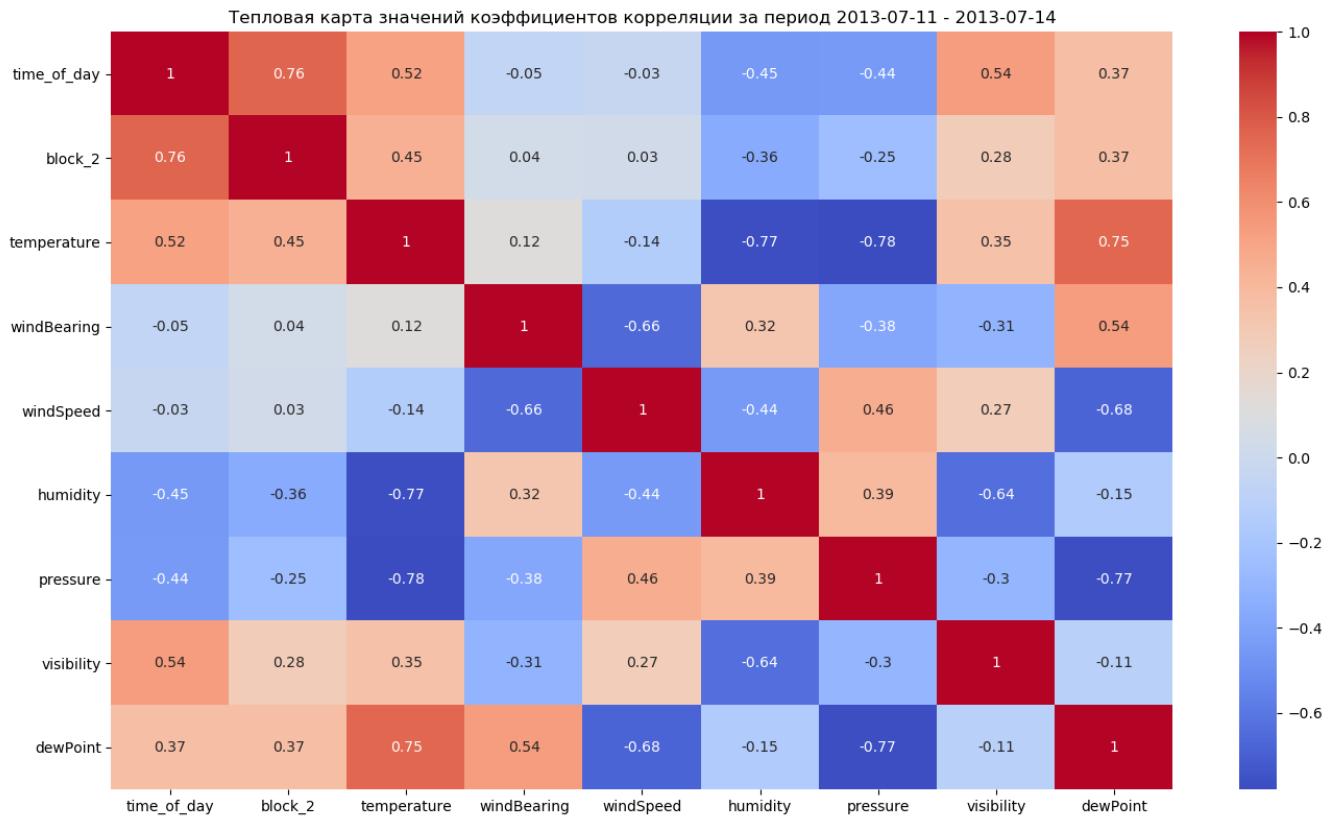
Коэффициенты корреляции в период Минимального энергопотребления:

| Параметр | block_2 | block_16 | block_63 | block_78 | block_106 |
|-------------|---------|----------|----------|----------|-----------|
| time_of_day | 0,76 | 0,73 | 0,75 | 0,78 | 0,75 |
| temperature | 0,45 | 0,37 | 0,70 | 0,56 | 0,58 |
| dewPoint | 0,37 | 0,30 | 0,47 | 0,43 | 0,42 |
| humidity | -0,36 | -0,30 | -0,63 | -0,46 | -0,50 |
| visibility | 0,28 | 0,31 | 0,47 | 0,39 | 0,40 |
| pressure | -0,25 | -0,26 | -0,52 | -0,39 | -0,42 |
| windBearing | 0,04 | -0,01 | -0,02 | 0,01 | 0,02 |
| windSpeed | 0,03 | 0,01 | 0,02 | -0,02 | 0,05 |

12.9. Выходы по энергопотреблению в периоды максимального перепада температур.

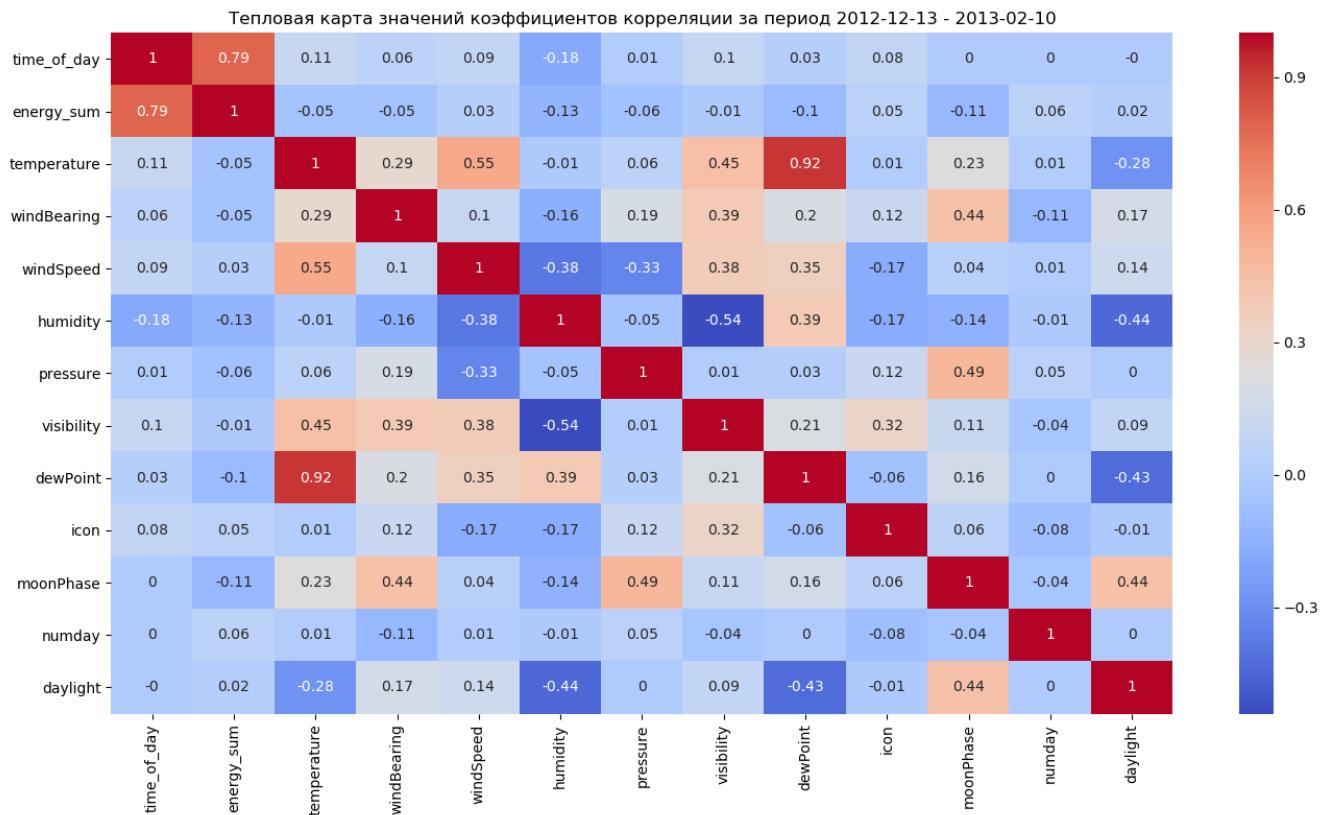
В летний период время суток так же влияет на энергопотребление с высокой степенью корреляции. Для домов block_63, block_78 и block_106 зависимость энергопотребления от температуры и связанных с температурой параметров имеет среднюю степень влияния. Для более обеспеченных домов степень влияния температуры на энергопотребление снижается до слабой. В летний период зависимость энергопотребления от температуры обусловлено колебанием температуры в течении суток: ночью температура падает - днем повышается. Таким же образом изменяется энергопотребление в течении суток.

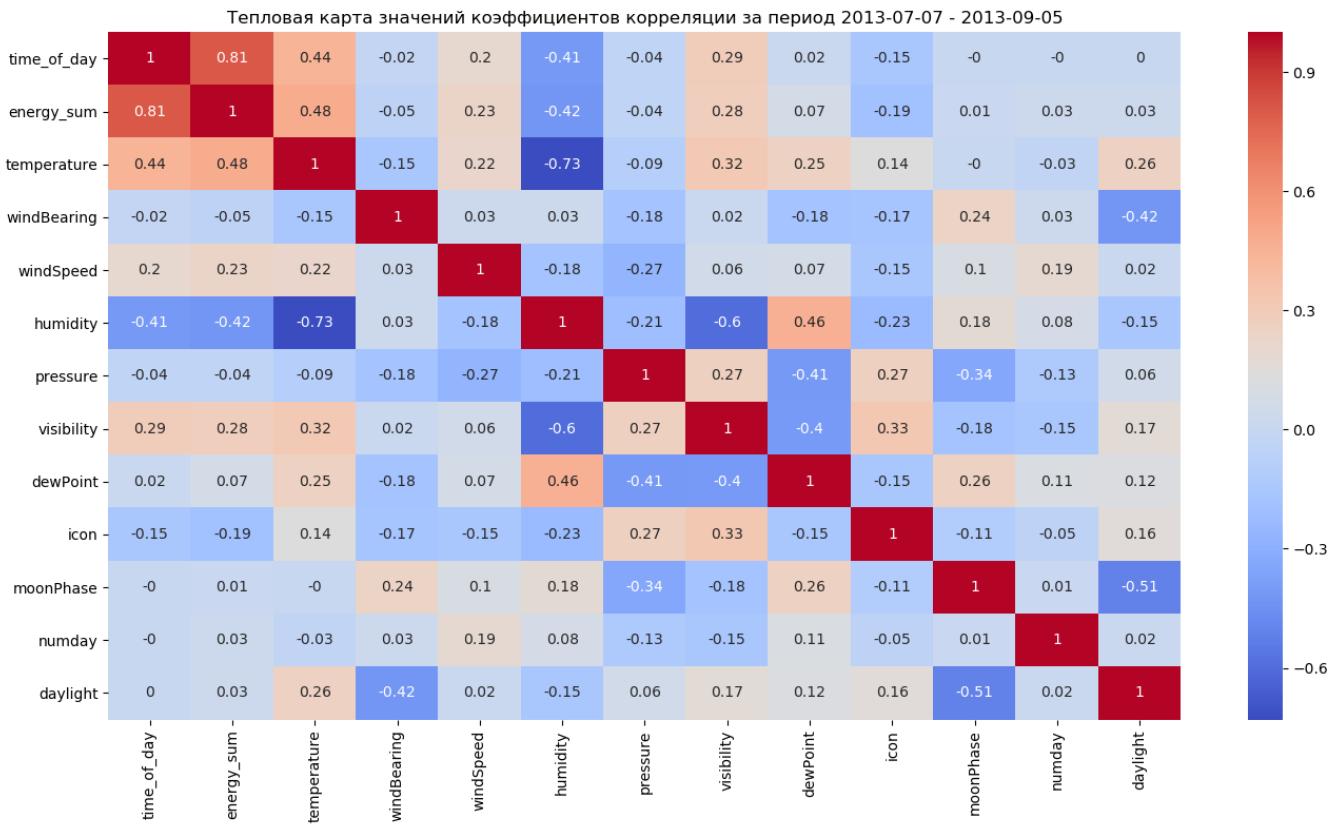
Коэффициент влияния времени суток на температуру в матрице корреляции равен 0,52 – это средняя степень влияния.



13. Матрицы корреляции в зимние и летние периоды.

Интересно посмотреть на матрицы корреляции за два синодических месяца в период максимального и минимального энергопотребления на всем датасете получасовых данных. Для уменьшения датафрейма суммируем энергопотребление за час, чтобы объединить с часовыми данными о погоде, добавим день недели и длительность светового дня.





В таблицах приведены коэффициенты корреляции для энергопотребления

| Период 2012-12-13 - 2013-02-10 | |
|--------------------------------|-------------|
| Параметр | Коэффициент |
| time_of_day | 0,79 |
| humidity | -0,13 |
| moonPhase | -0,11 |
| dewPoint | -0,10 |
| pressure | -0,06 |
| numday | 0,06 |
| temperature | -0,05 |
| windBearing | -0,05 |
| icon | 0,05 |
| windSpeed | 0,03 |
| daylight | 0,02 |
| visibility | -0,01 |

| Период 2013-07-07 - 2013-09-05 | |
|--------------------------------|-------------|
| Параметр | Коэффициент |
| time_of_day | 0,81 |
| temperature | 0,48 |
| humidity | -0,42 |
| visibility | 0,28 |
| windSpeed | 0,23 |
| icon | -0,19 |
| dewPoint | 0,07 |
| windBearing | -0,05 |
| pressure | -0,04 |
| numday | 0,03 |
| daylight | 0,03 |
| moonPhase | 0,01 |

Анализ этих матриц корреляции показал: только время суток влияет на энергопотребление с высокой степенью зависимости в любое время года для матриц корреляции на получасовых данных.

Только данные энергопотребления, сгруппированные посutoчно, выявляют связь с метеоусловиями, фазой луны, длительностью светового дня и днем недели.