

Групиране на денонощни товари графици

Никола Кибритев

***Grouping of daily load schedules:** There is a need of methodology for grouping daily load schedules having similar characteristics. Such a methodology is developed and tested in real environment and with real load data. Daily load schedules are grouped using statistical processing and the results of the grouping are visualized. The research is automated using MATLAB®.*

Keywords: energy modeling, energy efficiency, energy management, methodology

ВЪВЕДЕНИЕ

Обект на настоящото изследване са всички корпуси в двора на Русенски университет „Ангел Кънчев“ и прилежащите му общежития. За периода 01.06.2010 – 31.03.2011 са разглеждани денонощните електрически товари графици. Товарът е отчетен на интервали от 15 минути, като за едно денонощие са налични 96 моментни стойности на електрическия товар.

Целта на изследването е да се предложи методика за обособяването на групи от дни, за които товарите графици притежават сходни характеристики. Дефинирането на методика гарантира, че група от дни се сформира според точно определени критерии и показатели. След като се извърши групирането, има възможност да се търсят конкретни обективни и субективни причини за попадане на определен ден в дадена група. Благодарение на дефинираните критерии и оценката на факторите на влияние, се получава завършен инструмент за моделиране на товари графици. Крайната цел е, предложената методика да може да се използва за всякакъв вид енергийни товари.

На пръв поглед изглежда разумно дните да се разделят на работни и почивни, както се процедира при изследване на битови абонати [2], [3]. С оглед на това, че университетския център е с по-гъвкаво натоварване, не би било убедително и коректно, ако изследването се ограничи с разделяне според критериите – работен или почивен ден. Затова е предложена методика за групиране, която не се влияе от календара, а благодарение на нея могат да бъдат направени изводи, защо определен ден попада в определена група. След извършване на групирането следва да се търсят факторите, които оказват влияние върху потреблението на енергия. Дефинираните фактори следва да бъдат обосновани, а тяхното влияние доказано.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Методика на изследването

Целта на методиката е да се групират дните в групи със сходни характеристики на товарите графици. Използваните величини са описани в Табл. 1. Процесът на вземане на решение преминава през следните етапи:

1. За всеки ден се пресмята средноаритметичната стойност на разхода на електрическа енергия.
2. Изчислява се коригираната дисперсия на разхода на електрическа енергия за всяко от денонощието.
3. Изчисляват се степените на свобода на коригираната дисперсия.
4. Групира се дните по двойки – всеки със всеки.
5. За всяка двойка дни се проверява хипотезата за равенство на дисперсиите на разхода на електрическа енергия, посредством изчисляване на критерия на Фишер F , като в числителя е по-голямата от двете дисперсии.
6. От [1] получаваме критичната стойност на критерия на Фишер.

7. Сравняват се изчисленият F и критичната стойност на F - F_{cr} , като при: $F < F_{cr}$ следва, че за двата дни има статистическо равенство и за проверка за равенство на средните стойности на разхода на електрическа енергия може да се използва t-критерия на Стюдънт. При $F > F_{cr}$ двойката дни не попадат в една група и се преустановява оценяването.
8. Изчисляват се коригираните средноквадратични отклонения за всички дни.
9. Изчисляват се степените на свобода на средноквадратичното отклонение.
10. Определя се общото средноквадратично отклонение за всички двойки дни.
11. Изчислява се t-критерия на Стюдънт.
12. Според (тук цитираме от къде проверяваме критичната стойност на критерия на Стюдънт) се проверява критичната стойност t_{cr} на t-критерия на Стюдънт при доверителна вероятност $\gamma=0,95$ и степени на свобода k. Сравняват се двете стойности за t-критерия – изчислената и критичната и се извършва преценка. Ако изчисленият t-критерий е по-голям от t_{cr} , то разходите на електрическа енергия за двойката дни се различават статистически значимо и товарите им графици не попадат в една група. В обратния случай двойката принадлежи към една и съща група.

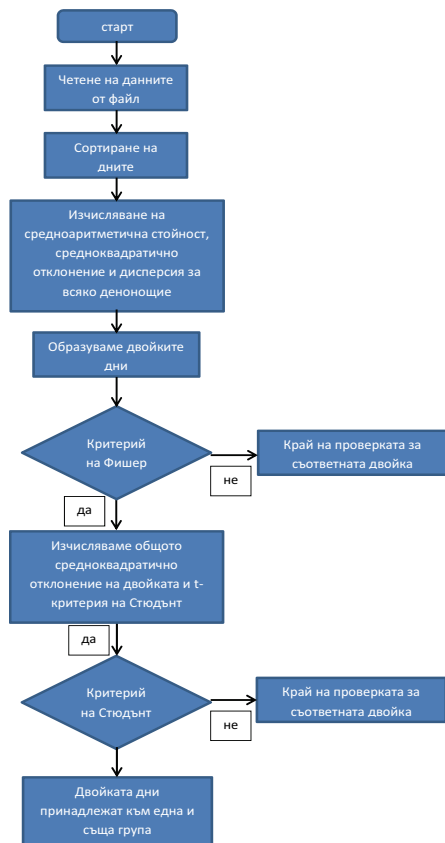
Табл. 1.Точкови оценки на случайната величина и други показатели [1]

| Наименование | Формула |
|---|--|
| Средноаритметичната стойност на денонощния товар за j-я ден | $W_{avj} = \frac{\sum_{i=1}^{m_j} w_i}{m_j}$ |
| Коригираната дисперсия на разхода на електрическа енергия | $s^2[W_j] = \frac{\sum_{i=1}^{m_j} (w_i - W_{avj})^2}{m_j - 1}$ |
| Степени на свобода на коригираната дисперсия | $k_j = m_j - 1$ |
| Общ брой на двойките дни | $C_n^2 = \frac{n \cdot (n - 1)}{2}$ |
| Критерий на Фишер | $F = \frac{s^2[W_i]}{s^2[W_j]}$ |
| Коригирано средноквадратично отклонение за един ден | $s[W_j] = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m_j} (w_i - W_{avj})^2}{m_j - 1}}$ |
| Общото средноквадратично отклонение за една двойка дни | $s[W_i, W_j] = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m_i-1} (w_i - W_{avj})^2 + \sum_{j=i+1}^{m_j} (w_j - W_{avj})^2}{(m_i - 1) + (m_j - 1)}}$ |
| Изчислен t-критерий на Стюдънт | $t = \frac{W_{avj} - W_{avj}}{s[W_i, W_j]} \sqrt{\frac{m_i \cdot m_j}{m_i + m_j}}$ |
| | |

Практическа реализация на методиката

При изследване на денонощните товари графици на обект, данните следва да се обединяват в еднотипни масиви. По този начин се осигурява лесна автоматизация на изследването и добавяне на нови данни не причинява затруднения. В конкретния случай, за всеки месец разполагаме с денонощните товари графици за всяко денонощие, като моментната стойност на електрическия товар е измерена на интервали от 15 минути. За едно денонощие разполагаме с 96

стойности. Целесъобразно е, данните за всеки месец да се разположат в матрична форма с размерност $[96:n]$, където n е броят дни във всеки месец. Тъй като потреблението през работните дни съществено се различава от това през почивните, обработваме поотделно всички работни дни и поотделно всички почивни дни.



Фиг. 1. Блокова схема на програмната реализация на методиката

класирането, като се започне с тези дни, които са на последно място.

Дни 7, 8, 9, 10, 15, 18 формират първообраза на групата. Към тях се добавят дни 2, 5, 6, 13, 22, тъй като не колидират с горепосочените. Проверява се, дали следващите в класирането дни могат да бъдат причислени към групата. Дни 12, 16, 17, 20 също не колидират с вече оформената група, затова добавяме и тях. Останалите дни се „нулират“ с поне един ден от вече сформираната група и не следва да бъдат част от нея. Окончателно в групата влизат: 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 22.

Тестване на методиката с реални данни

Проведена е проверка за приложимостта на методиката посредством реални товари графици. Разгледани са денонощните товари графици на консумацията

По този начин се обособяват групи измежду работните и групи измежду почивните дни. След обособяването на първата група дни, за останалите, прилагаме методиката отново, до групиране на всички дни от месеца.

Автоматизирано на изследването може да се извърши посредством MATLAB®. Разполагането на дните в матрична форма улеснява прилагането на функциите в MATLAB®. На Фиг. 1е показана блоковата схема на програмната реализация на методиката. Резултатите от приложението на методиката са нанесени в Табл. 2 Следва да се направи извод, кои двойки попадат в една група и кои не. За улеснение, неподходящите комбинации са оцветени в червено.

Извършва се класиране на дните:

1. Ден 19 - 18 нули
2. Ден 21 - 14 нули
3. Ден 14 - 11 нули
4. Ден 1 - 9 нули
5. Ден 4, 11 - 6 нули
6. Ден 3 - 5 нули
7. Ден 12, 16, 17, 20 - 4 нули
8. Ден 2, 5, 6, 13, 22 - 3 нули
9. Ден 7, 8, 9, 10, 15, 18 - 2 нули

Класирането е според това, колко нули е събрал всеки от дните. Извършва се проверка за това, кои дни отговарят на критериите да попаднат в една група. Условието е в групата да не попада двойка, която е получила „нула“. Проверката се извършва в обратен ред на

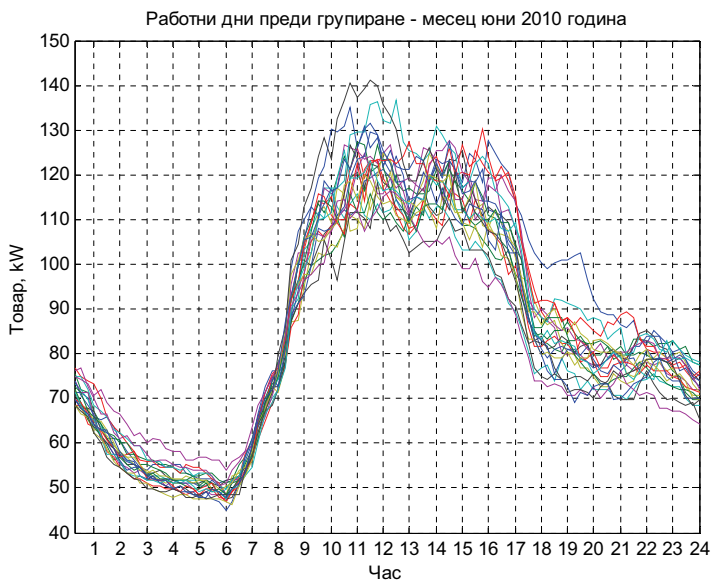
на електрическа енергия от Русенски университет „Ангел Кънчев“ и прилежащите общежития за всички работни дни през месец юни 2010г -Фиг. 2. След прилагане на методиката, товарите графици, които се различават статистически значимо отпадат и резултатът може да се види на Фиг. 3. Дните, които не попадат в групата са визуализирани на Фиг. 4

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

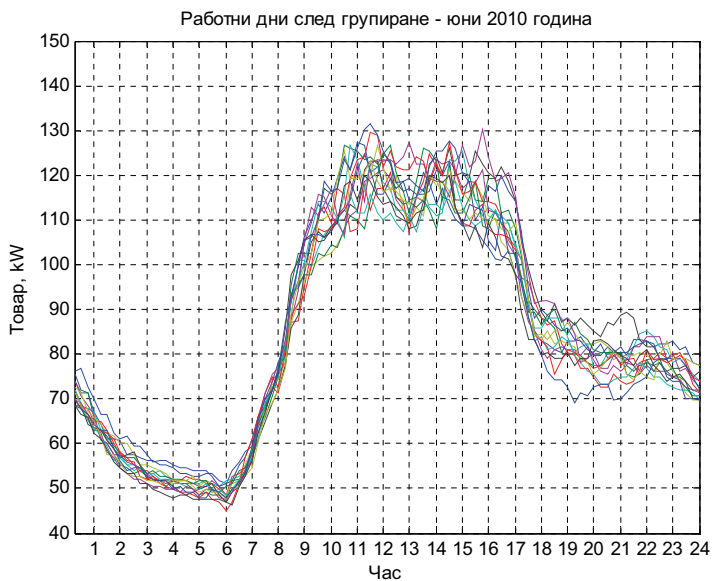
Предложена е методика за групиране на денонощни товари графици от всякакъв тип, посредством сравнителен анализ на статистическите им показатели.

Табл. 2. Резултат от приложението на методиката

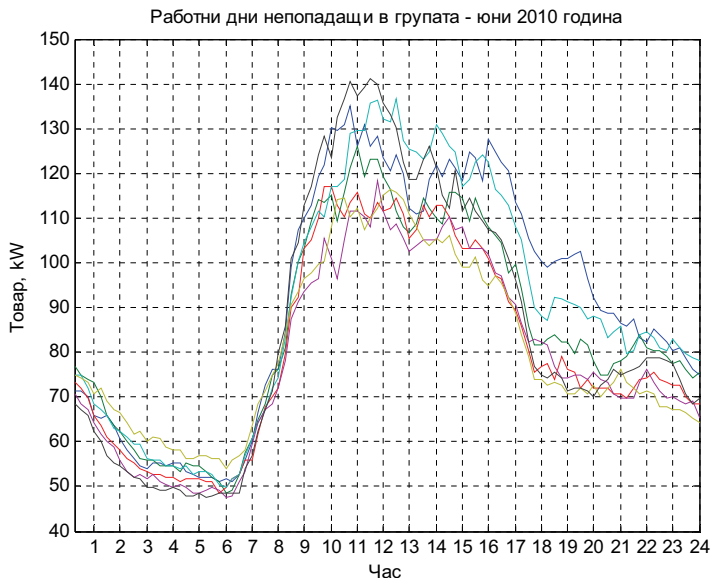
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| 2 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| 3 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | |
| 4 | | | | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | |
| 5 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | |
| 6 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| 7 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| 8 | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| 9 | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| 10 | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | |
| 11 | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| 12 | | | | | | | | | | | | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 1 | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |



Фиг. 2. Работни дни преди групиране



Фиг. 3. Работни дни след групиране



Фиг. 4. Непопадащи в групата дни

Предложена е блокова схема за програмна реализация и автоматизация на методиката. Предложен е начин за визуализация на резултатите от методиката. Предложен е алгоритъм за финално групиране на дните отговарящи на критериите на методиката.

С оглед на резултатите се стига до следните изводи:

1. Методиката за групиране на денонощни товари графици е приложима в реални условия.
2. Методиката подлежи на достъпна програмна реализация и симулация посредством MATLAB®.
3. Методиката представлява инструмент за подпомагане на изследването на факторите, които влияят върху денонощните товари графици.

Литература

[1] Денонощни товари графици на битови електропотребители, Русева В., С.С, Списание Енергетика 2000, 6-7, 14-28.

[2] Сравнителен анализ на денонощните товари графици на битови електропотребители, Русева В. С. С., Л.М, Списание Енергетика 2000, 4, 31-41.

[3] Статистически методи за изследване и оптимизиране на селскостопанска техника, Митков Ат., Д. М, София 1993, Земиздат.

За контакти:

Маг. инж. Никола Алексиев Кибритев, Русенски университет „Ангел Кънчев”, Катедра „Електроснабдяване и електрообзавеждане”, тел.:0898-713415, e-mail: nkibritev@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.