

УДК 621.316

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СУТОЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ

Каракулова Ю.Ю., студент гр. ЭПм-211, I курс
Воронин В.А., научный сотрудник
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Введение и постановка проблемы. Согласно [1] существенного снижения электрических нагрузок предприятий угольной промышленности можно добиться за счет разработки регулировочных мероприятий с использованием потребителей-регуляторов. К таким мероприятиям могут быть отнесены:

- перенос начала смены на другое время;
- организация ремонтных и профилактических работ в часы максимума нагрузки энергосистемы;
- полное или частичное отключение отдельных энергоемких потребителей в часы максимума нагрузки энергосистемы;
- использование емкостей, имеющихся на отдельных участках технологической схемы.

Кроме того, в последние годы все большее распространение получают промышленные накопители электроэнергии большой мощности, а также системы распределенной генерации [2–4].

Совокупный эффект от реализации вышеперечисленных мероприятий может обеспечить энергетическую гибкость горных предприятий, предусматривающую возможность изменения спроса на электроэнергию в течение суток, что может быть использовано в том числе для снижения затрат на электроэнергию и мощность.

Для определения потенциала внедрения систем экономического управления спросом необходимо выполнить исследование электрических нагрузок горных предприятий, с целью выявления характерных суточных профилей нагрузки и оценки неравномерности характера электропотребления. В данной работе выполнен анализ потребления электроэнергии одной из угольных шахт Кемеровской области.

Методология. Анализируемый массив измерений включает в себя данные о почасовой электрической нагрузке угольной шахты Кузбасса с января по август 2020 г. (8 месяцев).

Обработка данных и основные расчеты были выполнены с использованием Microsoft Excel 2016, а также библиотек визуализации и обработки данных на языке программирования Python.

Результаты и обсуждение. Исследуемая угольная шахта в среднем потребляет 8,27 МВт, однако, в течение периода наблюдений отмечались колебания потребляемой мощности от 2,6 до 17 МВт. Гистограмма частот электропотребления угольной шахты за весь период измерений приведена на рис. 1.

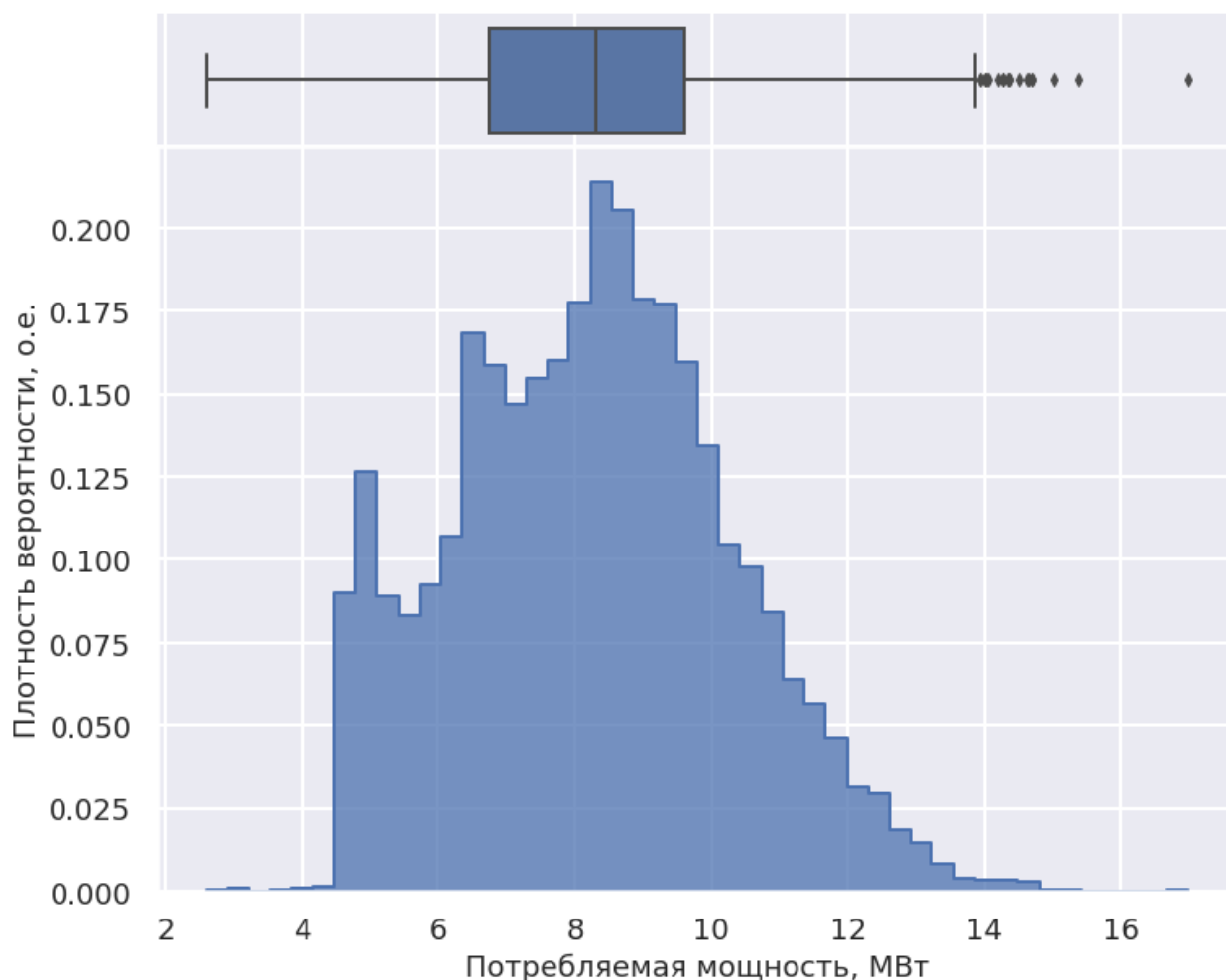


Рис. 1. Гистограмма частот электропотребления угольной шахты

На рис. 2 представлен усредненный суточный профиль электрической нагрузки исследуемой угольной шахты. Суточное электропотребление шахты неравномерно. Размах изменения суточной потребляемой мощности изменяется от 2,56 МВт до 10,44 МВт (в среднем 6 МВт). Коэффициент неравномерности суточного графика нагрузки в среднем составляет 0,49.

На рис. 3 приведена диаграмма часов максимального потребления угольной шахты. Наиболее загруженные часы определялись по превышению потребляемой мощности 90 % процентиля. На рис. 3 заметна цикличность технологического процесса угольной шахты, из чего можно сделать вывод о трехсменном режиме работы предприятия. Наиболее загруженными являются периоды времени 3-4 ч, 12-й ч и 16-20 ч.

Отмеченные интервалы максимальной нагрузки частично попадают в плановые часы пиковой нагрузки для оптового и розничного рынков, а также

в час максимального совокупного потребления электроэнергии в субъекте Российской Федерации (отчетный час), что приводит к увеличению платы за мощность угольной шахты. За период наблюдений средняя мощность угольной шахты в течение плановых часов пиковой нагрузки на 9,1 % превышала среднюю потребляемую мощность, а за отчетный час – на 8,37 %.

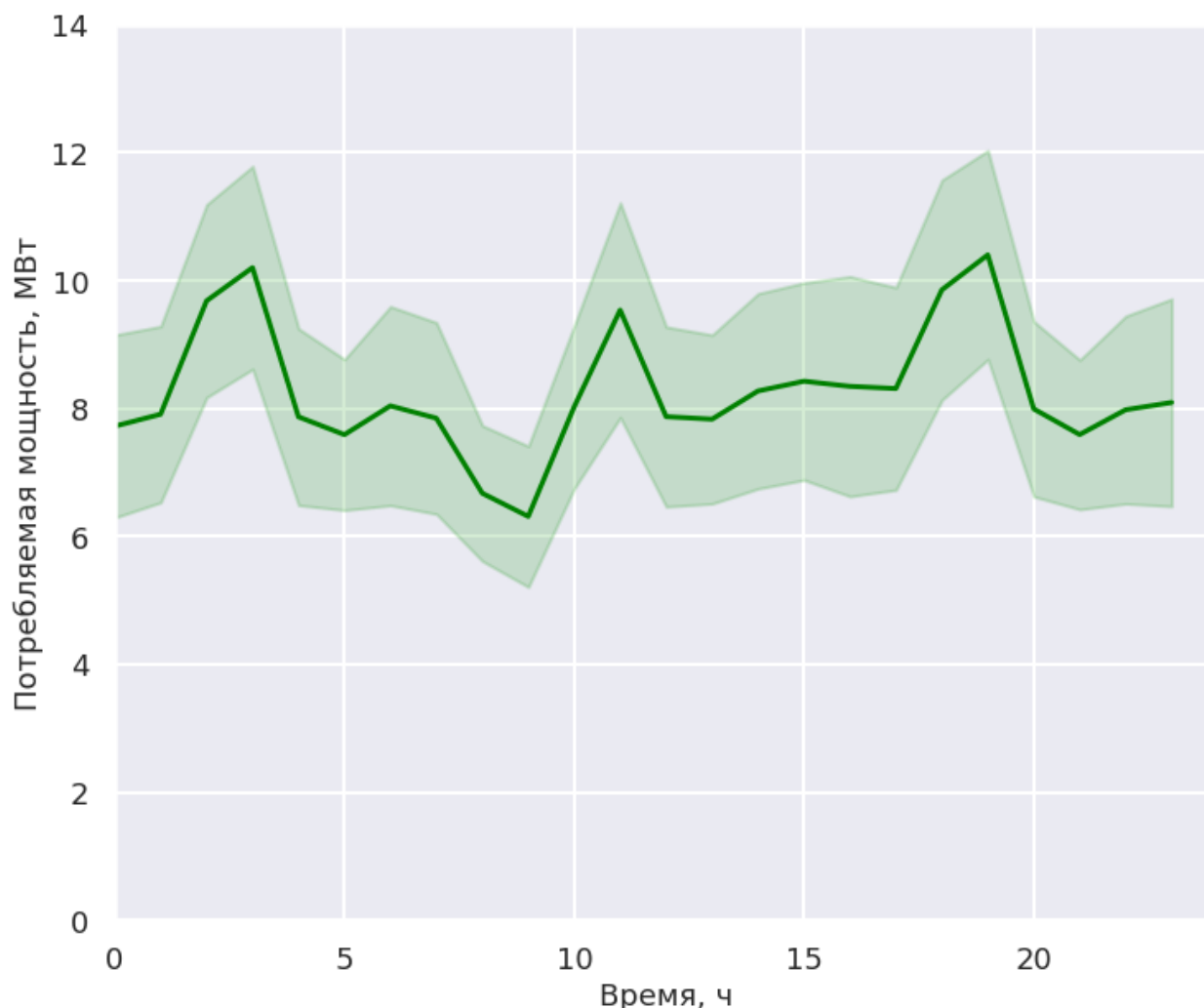


Рис. 2. Усредненный суточный профиль нагрузки угольной шахты

В ходе анализа был выявлен сезонный характер электропотребления угольной шахты. На рис. 4 представлена диаграмма среднемесячных нагрузок исследуемого предприятия. Разница потребляемой мощности в зимний и летний периоды варьируется примерно от 1,3 до 2,8 МВт, что объясняется работой системы теплоснабжения стволов, штреков и горных выработок. Наибольшей величины нагрузка достигла в феврале, а минимум наблюдался в июне.

Проведенный статистический анализ не показал значимой корреляции между уровнем электропотребления и днем недели, что объясняется непрерывным характером технологического процесса угледобычи.

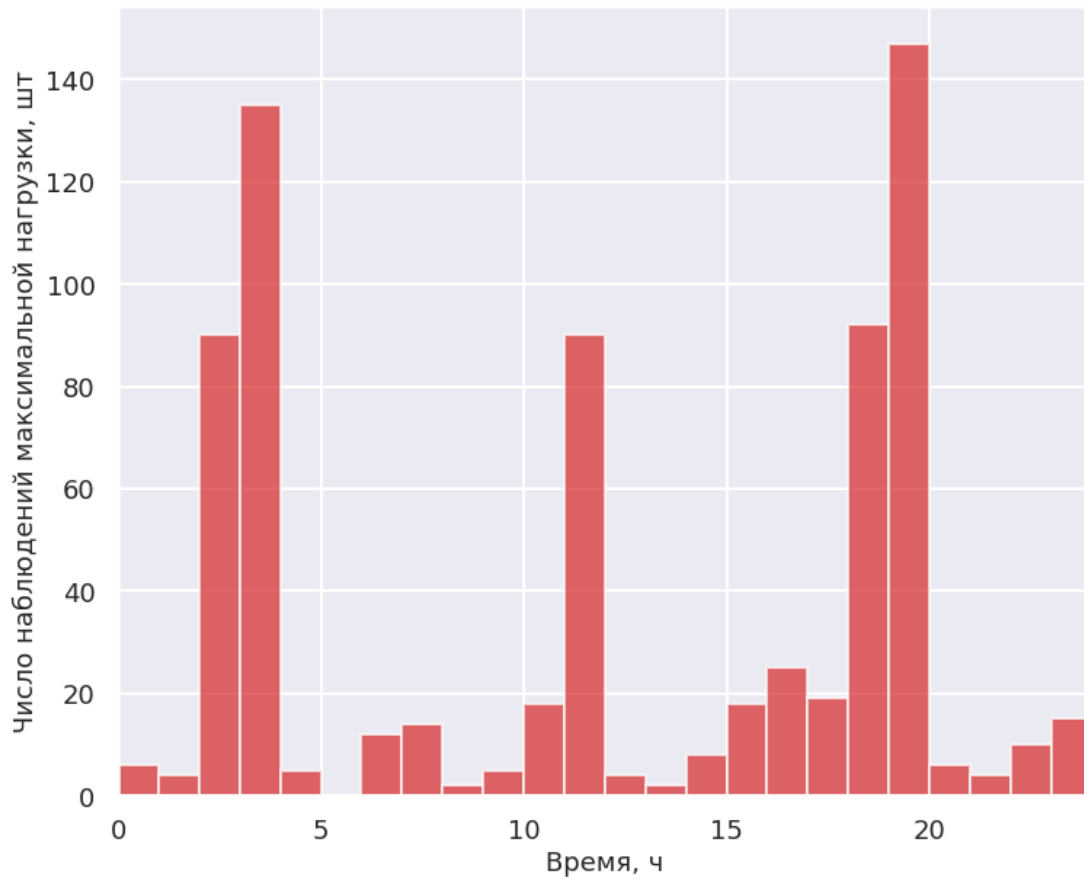


Рис. 3. Диаграмма часов максимальной нагрузки угольной шахты

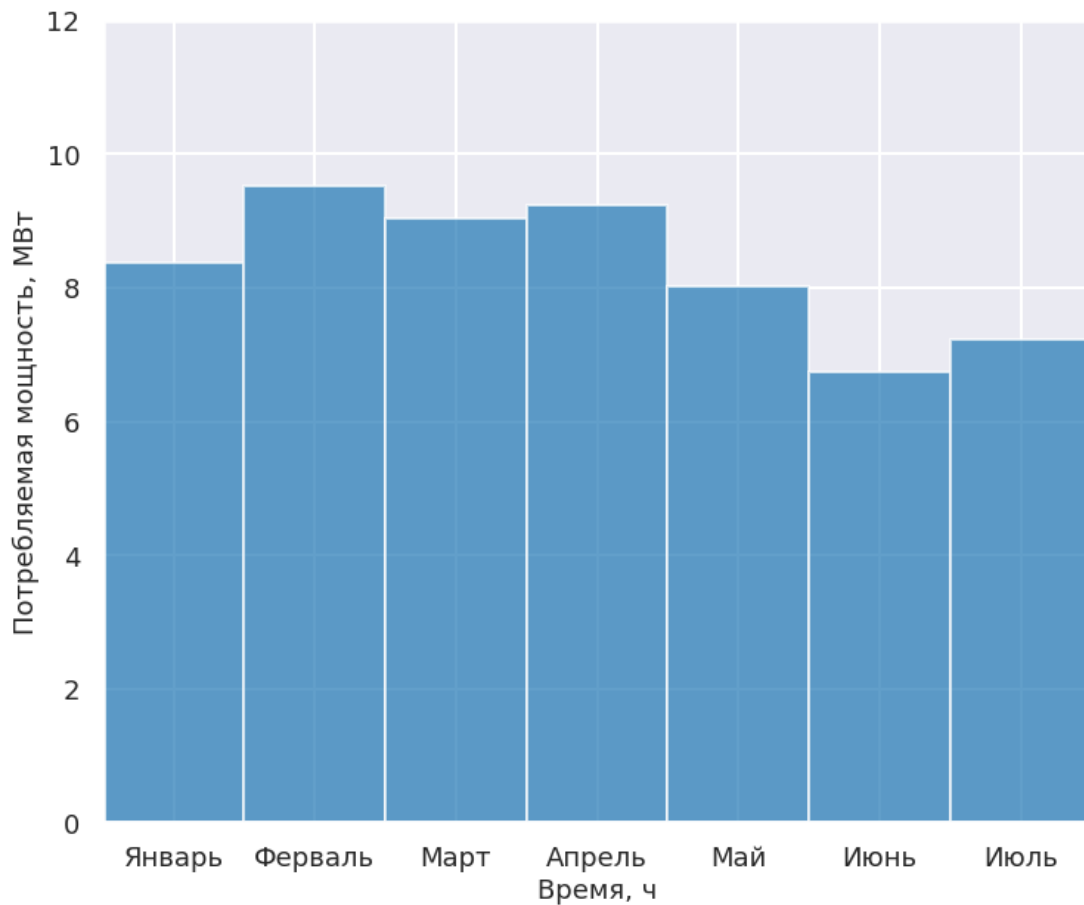


Рис. 4. Среднемесячная мощность угольной шахты

Заключение. В настоящей работе выполнен статистический анализ электрической нагрузки угольной шахты, по результатам которого было установлено, что суточный профиль нагрузки является неравномерным и циклически изменяющимся в течение суток со средним размахом в 6 МВт. Высокое потребление мощности угольной шахтой в периоды плановых часов пиковой нагрузки (на 10,27 % выше средней мощности) свидетельствует о наличии значительного потенциала для снижения платы за электроэнергию и мощности при реализации мероприятий по экономическому управлению спросом.

Список литературы:

1. РТМ 12.25.010-81 Указания по регулированию режимов электропотребления на предприятиях угольной промышленности. – Москва, 1981.
2. Optimal allocation of power supply systems in industrial parks considering multi-energy complementarity and demand response / W. Xu [et al.] // Applied Energy. – 2020. – Vol. 275. – P. 115407.
3. Optimal dispatching of an energy system with integrated compressed air energy storage and demand response / D. Yang [et al.] // Energy. – 2021. – Vol. 234. – P. 121232.
4. A multi-objective stochastic optimization model for electricity retailers with energy storage system considering uncertainty and demand response / S. Yang [et al.] // Journal of Cleaner Production. – 2020. – Vol. 277. – P. 124017.

Информация об авторах:

Каракулова Юлия Юрьевна, студент гр. ЭПм-211, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, yu.karakulowa@yandex.ru

Воронин Вячеслав Андреевич, старший преподаватель кафедры ЭГПП, научный сотрудник НИЛ ЦТПМСК, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, voroninva@kuzstu.ru