

УДК 621.31

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ДОМОХОЗЯЙСТВА

Лиляева А.А., студент гр.ЭПб-221, I курс
Научный руководитель: Воронин В. А., научный сотрудник
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Введение и постановка проблемы. Сбережение электроэнергии является одной из главных проблем в современном мире. Повышение цен на электроэнергию даёт потребителям повод задуматься о рациональном использовании энергии при ведении хозяйства.

Одним из способов снижения платы за электроэнергию является использование индивидуальных солнечных панелей небольшой мощности, работа которых сможет частично компенсировать электропотребление из электрической сети. Для оценки экономической эффективности солнечных панелей требуется достаточно большой массив измерений электрических нагрузок или имитационная модель, позволяющая с достаточной точностью моделировать электропотребление домохозяйства.

График электрических нагрузок домохозяйства складывается из работы отдельных бытовых электроприборов с разной мощностью и режимами работы. Рациональным подходом для создания имитационной модели является разделение всей совокупности электроприборов на характерные классы и рассмотрение всей системы, как мультиагентной.

Предложенный подход позволит моделировать суточные профили электропотребления домохозяйств, которые могут быть использованы для разработки мероприятий по энергосбережению.

Методология. Имитационная модель разработана на языке программирования Python с использованием библиотеки numpy. При разработке использованы методы объекто-ориентированного программирования, в соответствии с которыми все бытовые электроприемники были разделены на несколько классов по режимам работы. Каждый класс электроприборов имеет следующий набор параметров:

- распределение вероятностей включения электроприбора по часам суток;
- распределение вероятностей длительности работы электроприбора;
- количество включений электроприбора в течение суток.

Алгоритм работы модели показан на рис. 1. В результате выполнения алгоритма формируется суммарный график электрической нагрузки заданной совокупности электроприборов.

В связи со стохастическим характером представленного алгоритма, при моделировании целесообразно использовать метод Монте-Карло для получения усредненных профилей электрических нагрузок.

Продолжительность и режимы работы электроприборов принимались в соответствии со сведениями из литературы [1, 2] и личным опытом. Были заданы наиболее вероятные часы работы, длительность работы в утреннее и вечернее время для групп электроприборов, представленных в табл. 1.

Таблица 1

Классы бытовых приборов

Устройство	Мощность, кВт	Время работы, ч
Электроприборы, работающие в утреннее время (от 10 до 60 минут) Количество включений: 1- 2 раза		
Освещение	0,12	1
Тостер	1	0,2
Микроволновая печь	1,5	0,3
Чайник	2,2	0,3
Фен	1,6	0,3
Всего: 5 устройств	0,12-2,2 кВт	10 мин. - 60 мин.
Электроприборы, работающие в вечернее время (от 1 до 3 часов) Количество включений: 1- 2 раза		
Зарядное устройство	0,06	1
Телевизор	0,105	3
Компьютер персональный	0,6	3
Посудомоечная машина	2	2
Стиральная машина	2,2	2,5
Плита электрическая	2	1,5
Вытяжка кухонная	0,22	1
Освещение	0,12	1
Всего: 8 устройств	0,06-2,2 кВт	1ч.-3 ч.
Электроприборы, работающие вне зависимости от времени суток Количество включений: 3 и более раз		
Холодильник	0,6	6

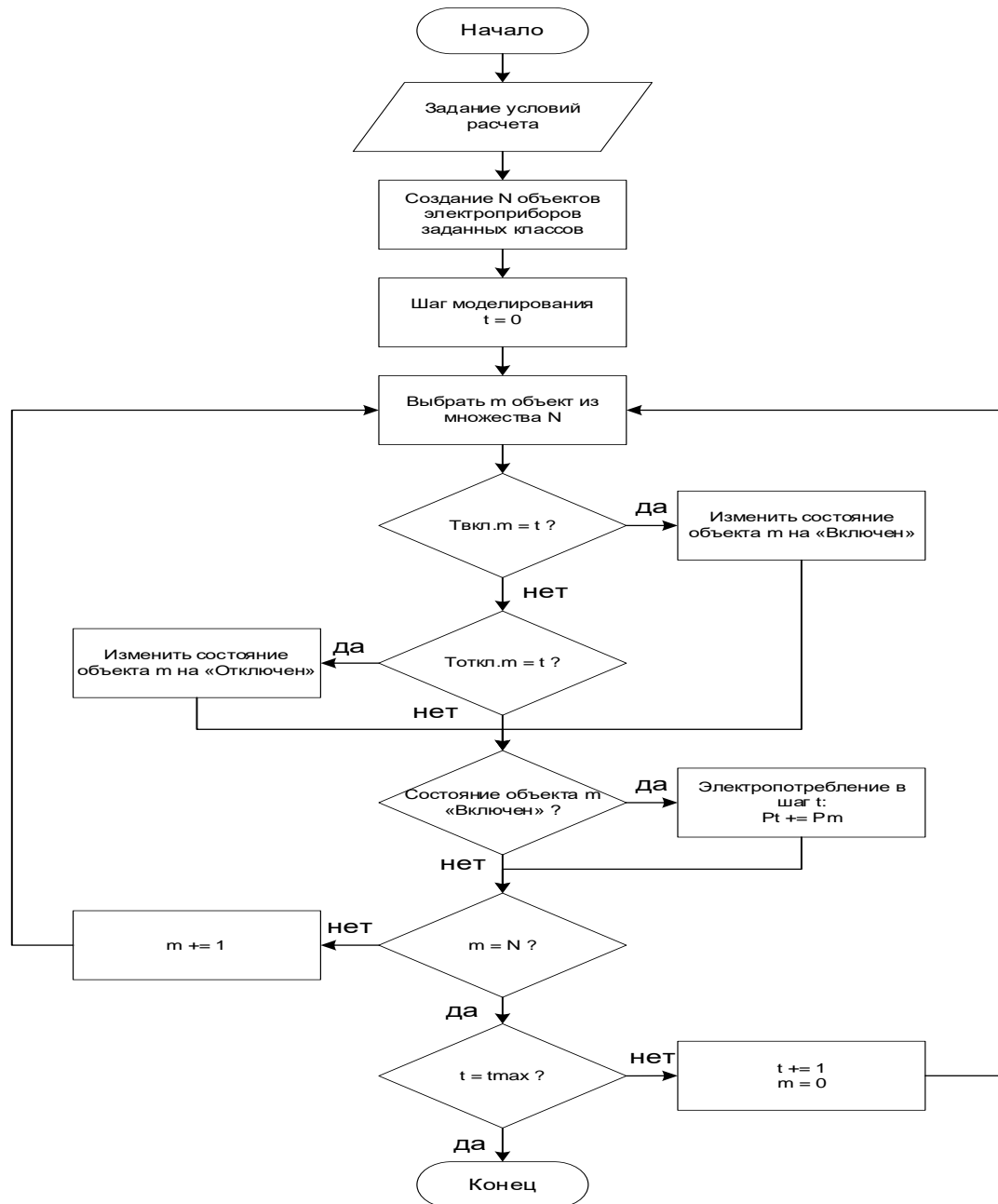


Рис. 1. Блок-схема имитационной модели

Результаты и обсуждение. Ниже представлены результаты работы модели. На рис. 2 приведен суточный график электрической нагрузки домохозяйства (в соответствии с табл. 1), полученный при однократном прогоне модели и сглаженный суточный график электрической нагрузки, полученный на основе усреднения 500 прогонов модели.

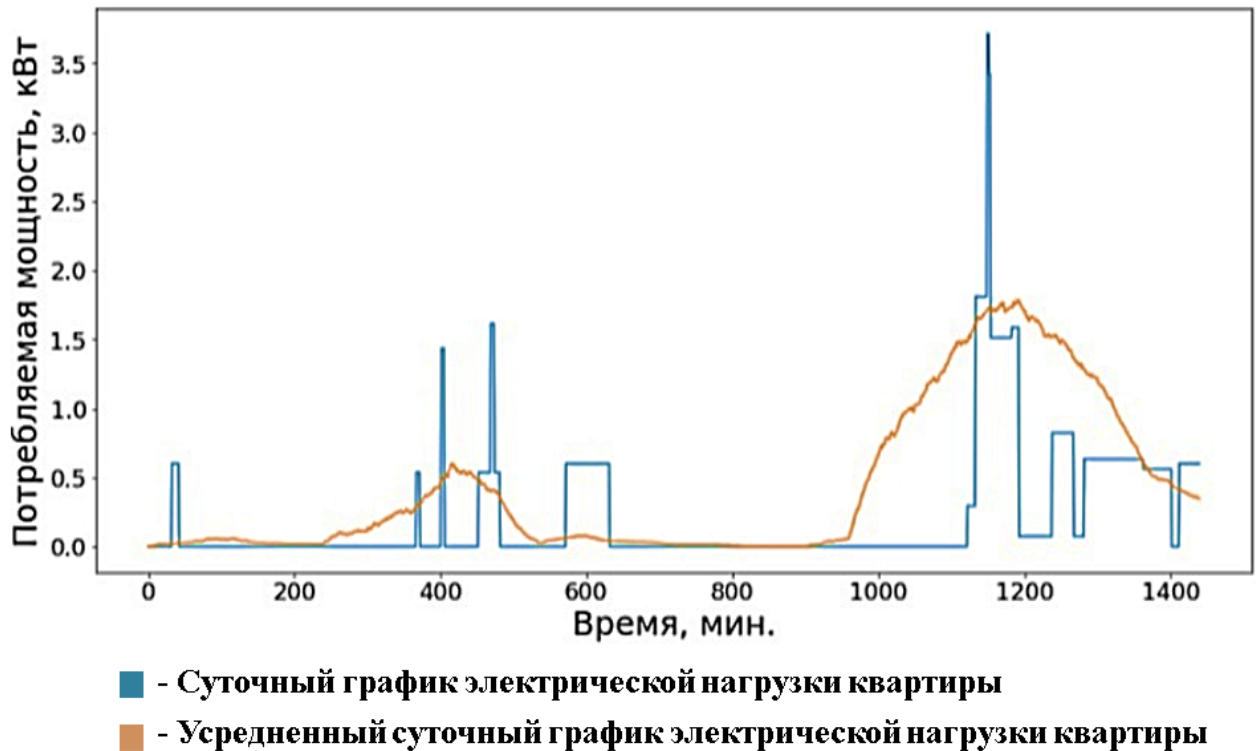


Рис. 2. Суточный график электрической нагрузки домохозяйства

На рис. 2 наблюдается высокая электрическая нагрузка в утреннее и вечернее время. Потребление энергии возрастает с 5 до 8 часов утра и с 16 до 20 часов вечера, принимает максимальные значения в 7 часов утра и 18-19 часов вечера.

Необходимо отметить, что представленный график электрической нагрузки может существенно варьироваться в зависимости от образа жизни и количества людей, проживающих в квартире. Это может быть учтено в разработанной модели за счет корректировки распределения вероятностей включения электроприборов течение суток и количества включений.

Моделирование электрической нагрузки в течение года позволяет получить средний объем месячного электропотребления в 211 кВт·ч, что соответствует нормативам электропотребления [3].

Адекватность полученных результатов подтверждается их сопоставлением с аналогичными графиками, представленными в литературе, например, в работах [4, 5].

Заключение. В данной работе рассмотрено моделирование графиков электрических нагрузок бытовых потребителей электроэнергии на основе агентного подхода.

Разработанная модель позволяет получить суточные профили изменения электрической нагрузки с шагом в 1 минуту. Полученные результаты могут быть использованы для технико-экономической оценки и выбора рациональных

параметров индивидуальных устройств микрогенерации (например, солнечных панелей).

Список литературы:

1. Таблица электропотребления бытовых приборов [Электронные ресурс]. URL: <https://masterpotoku.ru/full/potreblenie-elektroenergii-bytovymi-priborami.html/> (дата обращения:21.01.2022)
2. Как произвести расчёт потребления электроэнергии бытовыми приборами [Электронные ресурс]. URL: <https://radio-blog.ru/master/theory/kak-proizvesti-raschet-potrebleniya-elektroenergii-bytovymi-priborami/> (дата обращения:21.01.2022)
3. Нормативы потребления [Электронный ресурс]. URL: <https://kuzesc.ru/consumption-standards/> (дата обращения: 09.01.2023)
4. Sizing domestic batteries for load smoothing and peak shaving based on real-world demand data / Mair Jason[et al.] // Energy & Buildings. — 2021. — Vol.247. — С. 13.
5. Modeling and Validation of Electrical Load Profiling in Residential Buildings in Singapore/ Chuan Luo[et al.] //Building Energy Management & Efficiency. — 2015. —С. 11.

Информация об авторах:

Лиляева Ангелина Алексеевна, студент гр. ЭПб-221, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, angelinalilaeva@gmail.com

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