



Европейская экономическая комиссия

Комитет по внутреннему транспорту

Рабочая группа по статистике транспорта

Семьдесят третья сессия

Женева, 15–17 июня 2022 года

Пункт 7 с) предварительной повестки дня

Сбор данных, разработка методологии

и согласование статистики транспорта:

статистика транспортных средств

Зарядка электромобилей: анализ выбросов CO₂

Записка секретариата

Резюме

Настоящий документ представлен в качестве промежуточного анализа, проведенного секретариатами Рабочей группы по статистике транспорта, Рабочей группы по проблемам энергии и загрязнения окружающей среды, проекта «В интересах будущих систем внутреннего транспорта» (ForFITS) и Рабочей группы по тенденциям и экономике транспорта. В нем исследуются выбросы, связанные с зарядкой электромобилей, в режиме реального времени и их последствия для политики. В качестве примера приведены имеющиеся данные по углеродоемкости производства электроэнергии в Великобритании с получасовым интервалом.

I. Справочная информация

1. В настоящее время в мире эксплуатируется около 7 млн полных аккумуляторных электромобилей (АЭМ)¹, причем, как ожидается, в будущем их доля в числе новых регистраций транспортных средств существенно возрастет. Одни страны уже установили сроки поэтапного отказа от продажи новых автомобилей с двигателями внутреннего сгорания, и предполагается, что другие последуют их примеру. Некоторые автопроизводители также объявили о будущем прекращении продаж двигателей внутреннего сгорания и в настоящее время инвестируют значительные средства в АЭМ как средство внедрения технологии нулевых выбросов отработавших газов. И, хотя при эксплуатации АЭМ объем выбросов отработавших газов равен нулю, при их зарядке используется электроэнергия, что приводит к выбросам CO₂, количество которых зависит от источника электроэнергии. По данным

¹ IEA, 2021, Global EV outlook, <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021>.



Глобальной инициативы по экономии топлива (ГИЭТ)², общий объем выбросов при эксплуатации электромобилей можно уменьшить, если углеродоемкость электроэнергии будет составлять менее 800 г CO₂ на 1 кВт·ч. Среднемировой показатель углеродоемкости электроэнергии в 2018 году составил около 479 г CO₂/кВт·ч, а среднегодовой показатель почти каждой страны — менее 800 г CO₂/кВт·ч. Данные об интенсивности выбросов CO₂ при производстве электроэнергии легко доступны по большинству стран мира, но обычно они представляют собой лишь среднегодовые значения и за ними могут скрываться существенные различия в зависимости от времени суток, дня недели, месяца или времени года. Поэтому вполне возможно, что при общем преимуществе электромобилей в плане выбросов CO₂, рассчитанном по их среднегодовой интенсивности, на самом деле их экологические преимущества могут быть еще более выраженными, если они заряжаются в то время, когда интенсивность выбросов углерода при производстве электроэнергии самая низкая, или же, наоборот, менее выраженными, если автомобили заряжаются только в промежутки времени с максимальной интенсивностью выбросов углерода при производстве электроэнергии. Таким образом, осведомленность о показателях выбросов CO₂ в реальном режиме времени имеет большое политическое значение как для мониторинга, отчетности и распределения связанных с электроэнергией выбросов CO₂ по соответствующим секторам, являющимся конечными потребителями, так и для стимулирования пользователей электромобилей к тому, чтобы они заряжали свои транспортные средства в оптимальные промежутки времени, характеризующиеся минимальной углеродоемкостью электроэнергии. В настоящем документе рассматривается необходимость мониторинга связанных с ЭМ выбросов от подзарядки, влияние выбора времени на расчет объема выбросов от подзарядки, а также влияние времени подзарядки на годовой объем выбросов.

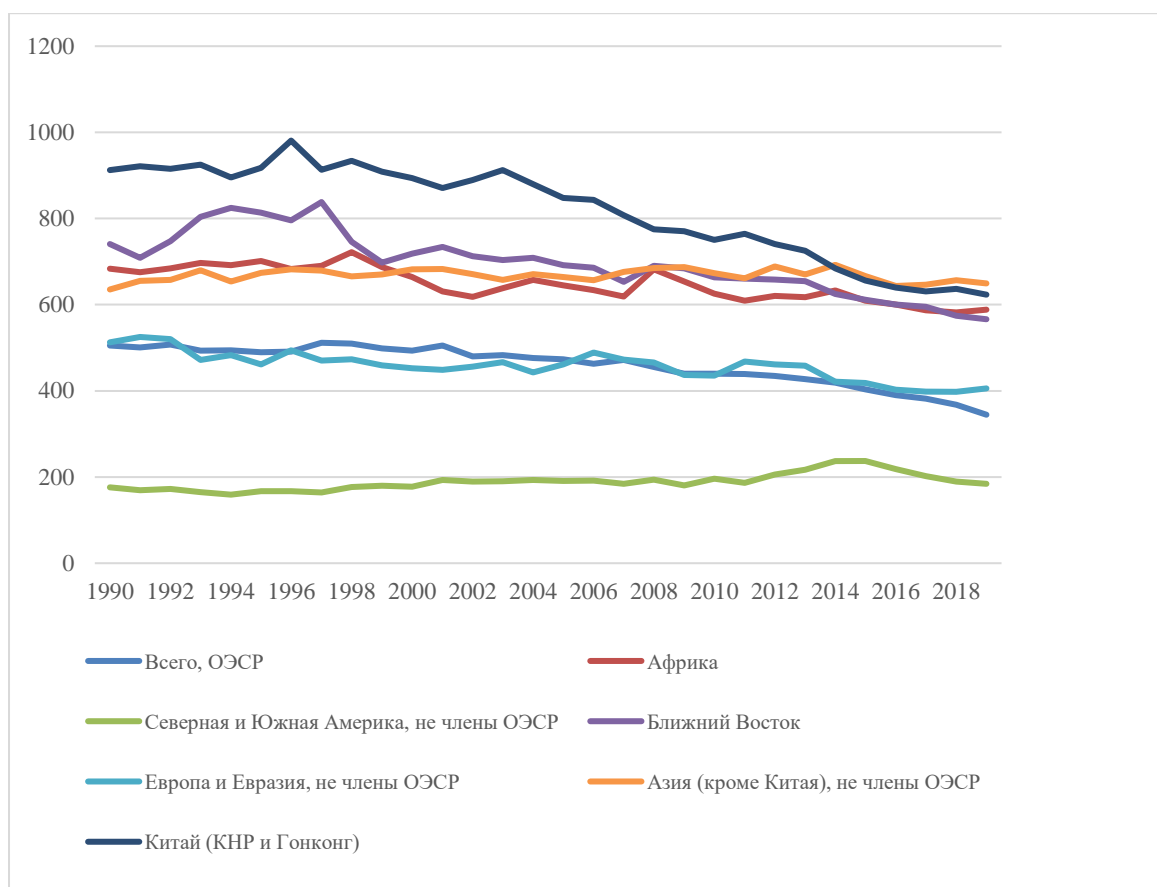
II. Структура электрогенерации и углеродоемкость электроэнергии

2. По данным МЭА, в 2019 году общемировой объем выбросов парниковых газов (ПГ) от сжигания топлива составил 34,2 Гт в эквиваленте CO₂. Доля прямых выбросов CO₂ из транспорта составила 8,2 Гт от упомянутого показателя. Во многих странах, которые в последние годы сократили выбросы CO₂, транспорт является единственным значительным сектором, в котором выбросы фактически увеличились.

3. С активизацией успешных усилий по декарбонизации электроэнергии средний показатель CO₂/кВт·ч в мире снизился с 537 г в 2000 году до 479 г в 2018 году. В разбивке по регионам (определенным МЭА) в наибольшей степени интенсивность выбросов CO₂/кВт·ч снизилась в Китае (рис. 1). Это изменение связано с использованием большего количества низкоуглеродных и безуглеродных источников электроэнергии, в частности с переходом от производства на угольном топливе к производству с большей долей газа и возобновляемых источников.

² GFEI Working Paper, 2021, <https://www.globalfueleconomy.org/data-and-research/publications/gfei-working-paper-22>.

Рис. 1
Показатель CO₂/кВт·ч, связанный с выработкой электроэнергии, в разбивке по (определенным МЭА) регионам



Источник: МЭА.

4. Электроэнергия — это вторичная энергия, производимая из какого-либо первичного источника энергии; различные первичные источники энергии имеют разную углеродоемкость, поэтому среднее содержание углерода в электроэнергии, вырабатываемой в тот или иной момент времени, зависит от структуры энергобаланса генерации. В последние годы наблюдается активное внедрение таких возобновляемых источников электроэнергии, как ветер или солнце, которые характеризуются более низкой углеродоемкостью по сравнению с другими источниками электроэнергии.

5. Большинство возобновляемых источников энергии имеют прерывистый характер и не способны обеспечить постоянную подачу электроэнергии в сеть; так, солнечные и ветровые установки могут обеспечивать электроснабжение только при наличии достаточного количества солнечной и ветровой энергии соответственно. Для точного учета выбросов от того или иного электрического устройства необходимо иметь возможность сопоставлять потребление электроэнергии со временем ее выработки, в том числе во время подзарядки автомобиля, когда он подключен к сети.

6. Пополнение парка электромобилей приведет к увеличению спроса на электроэнергию, причем потребность в дополнительных мощностях электрогенерации будет зависеть от возможности подзарядки электромобилей в непиковые часы и/или в моменты, когда в изобилии вырабатывается прерывистая низкоуглеродная электроэнергия, не требующая дополнительных мощностей. И, хотя дополнительными источниками электрогенерации для подзарядки электромобилей могут быть более углеродоемкие источники, в настоящем документе в качестве источника подзарядки ЭМ рассматривается только средний мгновенный энергобаланс.

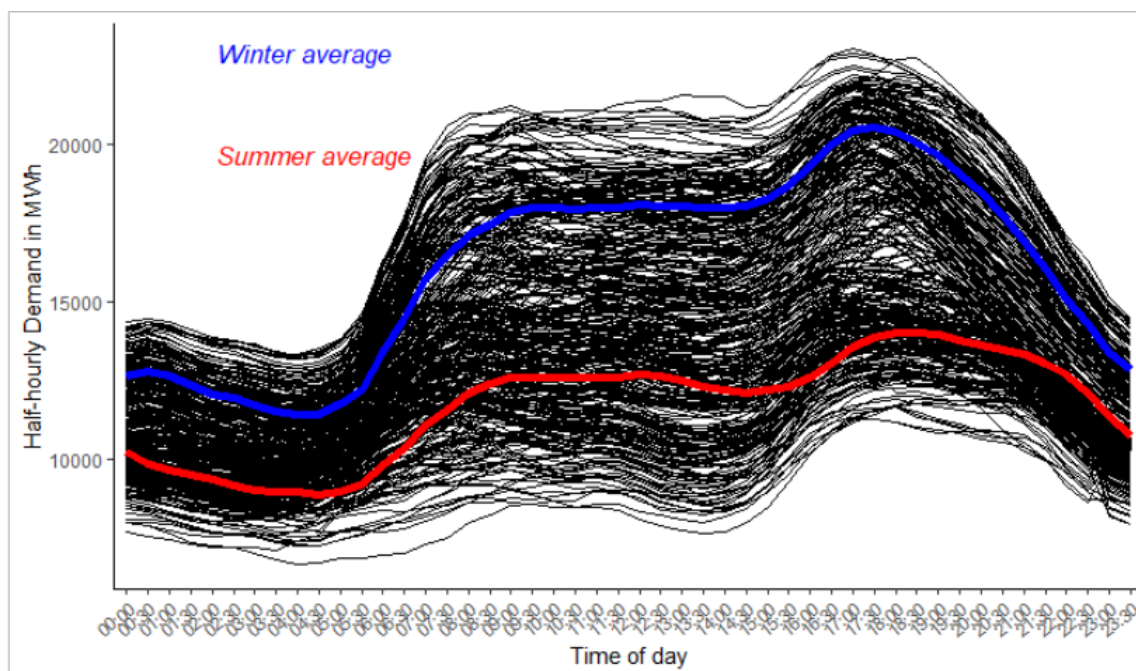
III. Выбросы CO₂ от электрогенерации в режиме реального времени: тематическое исследование по Великобритании

7. Большинство операторов сети электроснабжения, называемых также операторами электrorаспределительных сетей (ОЭС), способны в режиме реального времени определять состав электрогенерирующих мощностей в своей сети, причем многие из них передают эти данные гласности. Наилучший временной ряд, выявленный ЕЭК ООН, относится к Великобритании, по которой ЕЭК ООН проанализировала потенциальное сокращение выбросов CO₂ в зависимости от времени и продолжительности подзарядки. Такие веб-источники, как electricitymap.org, публикуют подобные данные по разным странам, однако некоторые данные и методики защищены правом интеллектуальной собственности. Поэтому далее мы сосредоточимся на Великобритании в качестве предмета тематического исследования.

8. Прежде чем рассматривать интенсивность выбросов CO₂ как таковую, имеет смысл рассмотреть основные факторы, которые ее обуславливают. На показатели интенсивности выбросов CO₂ определенным образом влияют непостоянные возобновляемые источники энергии, равно как и потребительский спрос. На рис. 2 показан спрос на электроэнергию по каждому дню 2020 года в Великобритании, а поверх графика также нанесены среднее зимнее и среднее летнее значения.

Рис. 2

Суточный спрос на электроэнергию в Великобритании в 2020 году и средние сезонные показатели



Источник: Национальная электросеть.

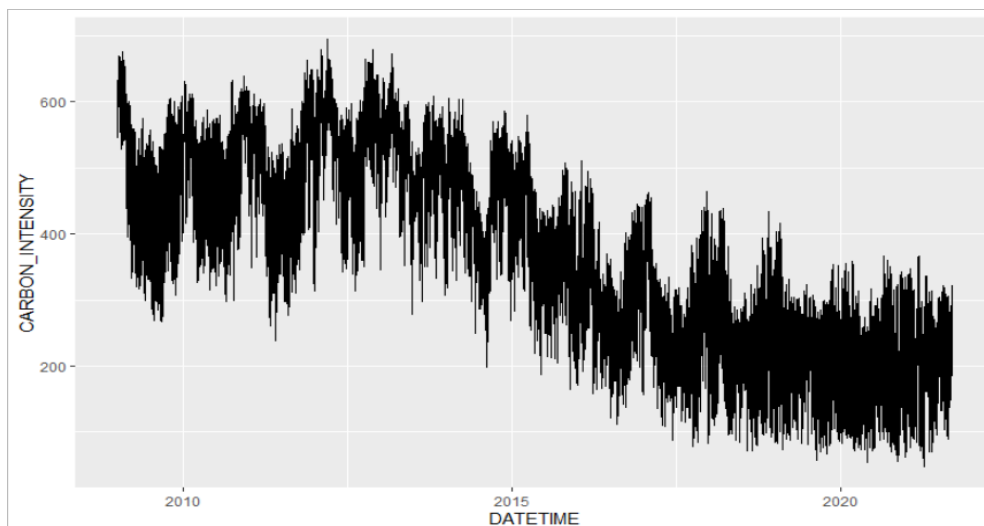
9. Каждые сутки в течение всего года показатели спроса свидетельствуют о стабильном росте, начиная с момента ночного минимума, который отмечается в 05 ч 00 мин и позже, до устойчиво высокого значения в дневное время, примерно с 08 ч 00 мин до 16 ч 00 мин, за которым следует вечерний пик с 16 ч 00 мин до 19 ч 00 мин. Летний средний показатель в дневное время стабильно ниже зимнего, что отражает повышенную потребность в отоплении в зимний период.

10. В продолжение этого анализа на рис. 3 показана интенсивность выбросов CO₂, связанных с электросетями Великобритании, замеренная с получасовыми интервалами, начиная с 1 января 2009 года. Этот график свидетельствует о значительных успехах, достигнутых в деле декарбонизации производства электроэнергии. Так, в 2010 году средняя интенсивность выбросов CO₂ составляла

498,3 г/кВт·ч, тогда как в 2020 году этот показатель снизился на 61 %, составив 192,3 г/кВт·ч.

Рис. 3

Динамика колебаний углеродоемкости электроэнергии в Великобритании (г/кВт·ч)



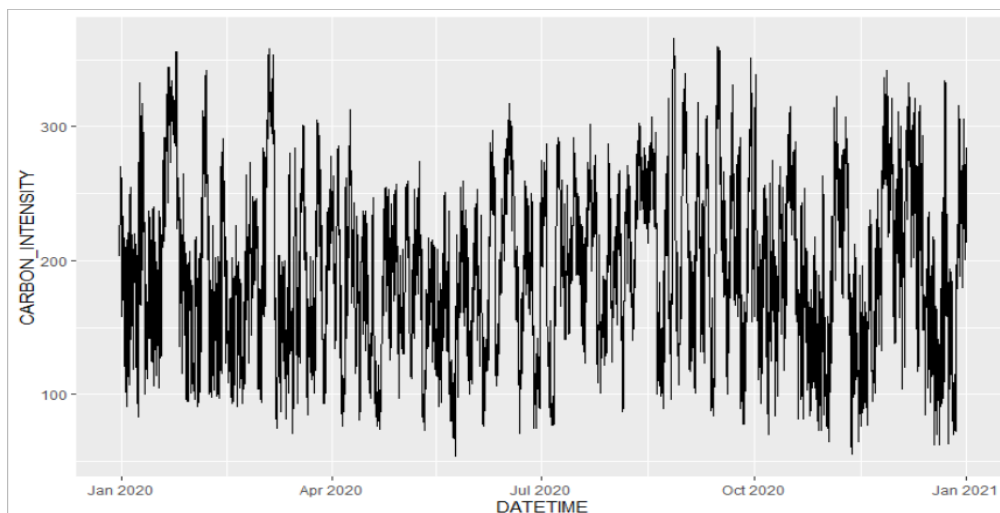
Источник: Национальная электросеть.

11. Как и в случае со спросом на электроэнергию, колебания углеродоемкости электроэнергии имеют выраженную сезонность, а именно в зимние месяцы средняя углеродоемкость примерно на 30 % выше, чем в летние. При усреднении всех данных средняя углеродоемкость в июне, июле и августе составляет 332,5, тогда как в декабре, январе и феврале — 405,6. Тем не менее за последние годы эта тенденция сгладилась, возможно, по причине активного использования ветровой энергии, которая мало зависит от времени года.

12. Далее, в целях устранения влияния, связанного со снижением коэффициентов выбросов с течением времени, анализ с получасовым интервалом был проведен только за 2020 год. На рис. 4 приведены показатели углеродоемкости за весь год, замеренные с получасовым интервалом. Несмотря на высокую вероятность погрешности, из графика становится очевидно, что даже максимальные пики интенсивности выбросов CO₂ в 2020 году ниже, чем средняя интенсивность выбросов в 2010 году (498 г/кВт·ч).

Рис. 4

Углеродоемкость электроэнергии в Великобритании (г/кВт·ч) в 2020 году, замеренная с получасовым интервалом

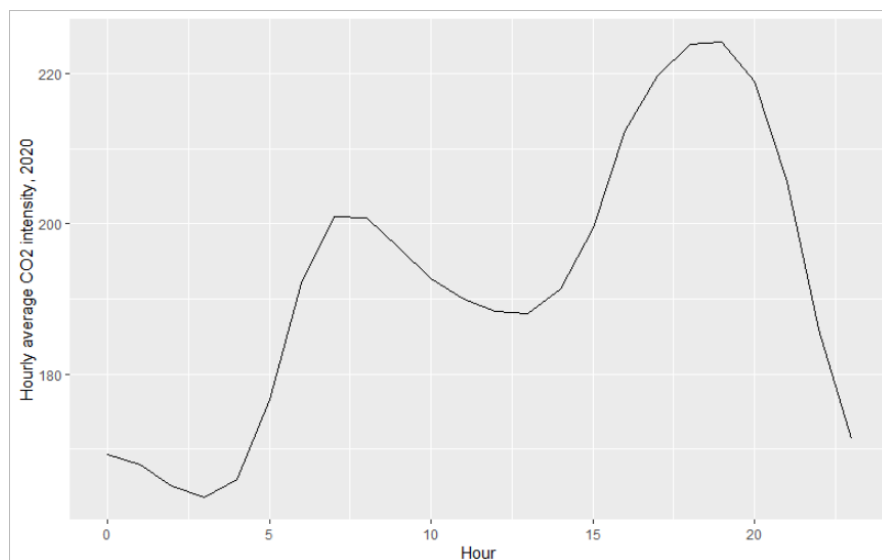


Источник: Национальная электросеть.

13. Если рассматривать среднегодовые значения в разбивке по часовым отрезкам суток, то становятся очевидными существенные различия в зависимости от времени суток (рис. 5).

Рис. 5

Динамика углеродоемкости электроэнергии в Великобритании (г/кВт·ч) в 2020 году, среднечасовые значения

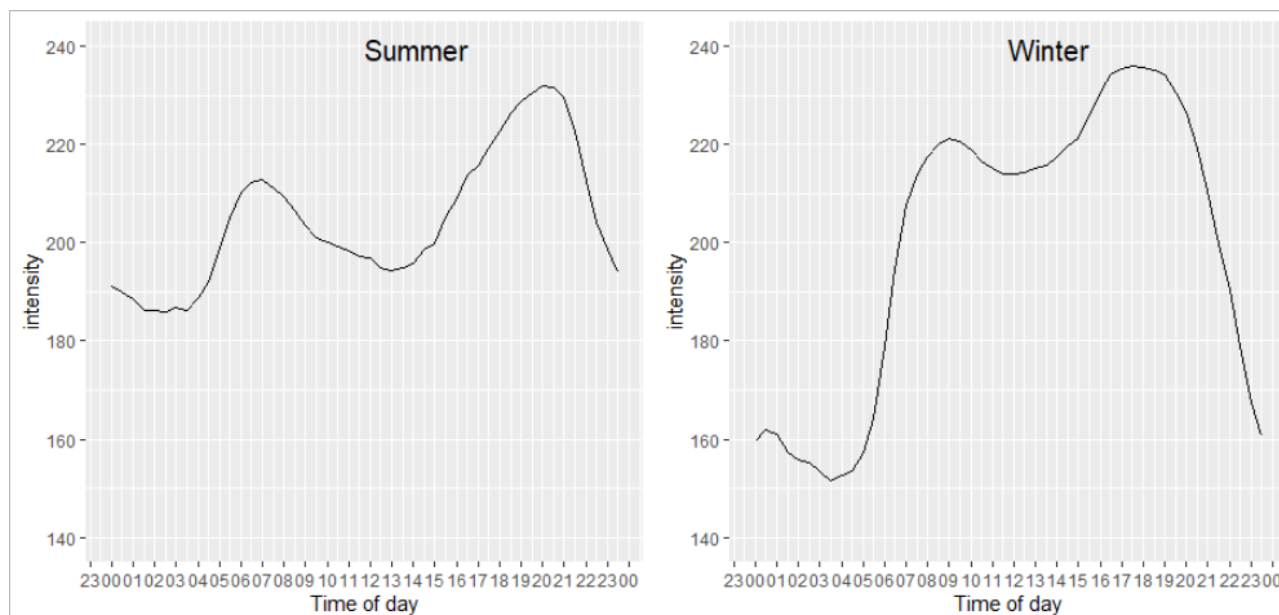


Источник: Национальная электросеть.

14. Более подробно этот график представлен на рис. 6, где приведены среднечасовые значения для зимы (декабрь–февраль) и лета (июнь–август) 2020 года. Наиболее углеродоемкий час в зимний период — 18 ч 00 мин — 19 ч 00 мин, что также соответствует ожидаемому зимнему пику спроса на электроэнергию (это означает, что дополнительная электроэнергия в Соединенном Королевстве будет в большей степени поступать от таких углеродоемких энергоносителей, как природный газ или уголь). Летом пик приходится на более позднее время — после 20 ч 00 мин, при этом падение спроса в ночное время гораздо менее выражено.

Рис. 6

Углеродоемкость в Великобритании в 2020 году, ежедневные колебания в летнее и зимнее время



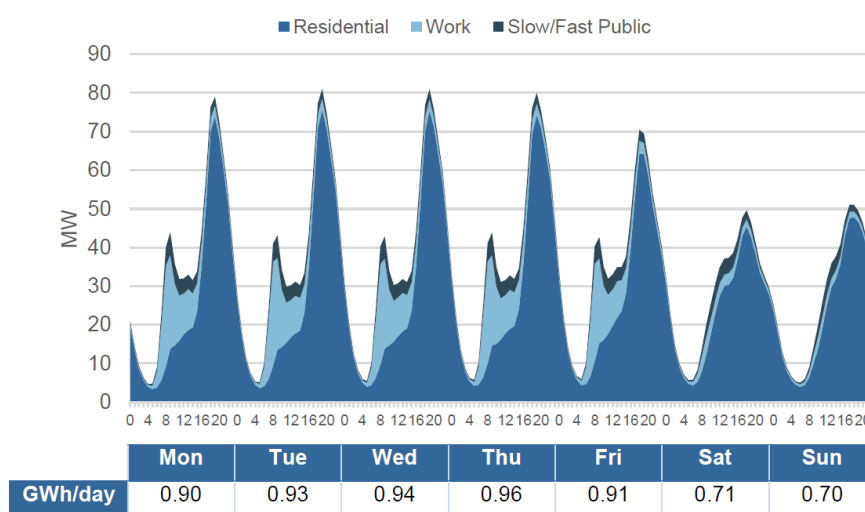
Источник: Национальная электросеть.

IV. Поведение пользователей при подзарядке электромобилей в Великобритании

15. По данным обследования, проведенного в Великобритании в 2017–2018 годах, пик спроса на электроэнергию для зарядки ЭМ приходится на вторую половину дня/ранний вечер, когда владельцы ЭМ подключают свои автомобили к электросети дома, вернувшись с работы (рис. 7); как показано выше, этот временной промежуток совпадает с пиком углеродоемкости электроэнергии. Следовательно, потенциал снижения пикового спроса и выбросов CO₂ будет высоким, если подзарядка электромобилей будет происходить в те временные промежутки, когда углеродоемкость электроэнергии ниже, в основном в ночное время и/или в периоды с высокой долей генерации от возобновляемых источников.

Рис. 7

Средний недельный спрос на электроэнергию для подзарядки ЭМ в Великобритании



Источник: Element Energy³.

16. Таким образом, пик спроса на электроэнергию для зарядки электромобилей близок к пику общего спроса на электроэнергию (по результатам сравнения рис. 2 и рис. 7), что обуславливает необходимость внедрения мер стимулирования и технологий для смещения времени подзарядки на временные промежутки с более низким общим спросом.

V. Отчетность по выбросам и заключительные замечания

17. В большинстве исследований, содержащих анализ связанных с электромобилями (ЭМ) выбросов «от скважины до колеса», в качестве основы для определения выбросов углекислого газа ЭМ обычно используется показатель среднегодовой углеродоемкости. Настоящий анализ показывает, что без какого-либо вмешательства электромобили заряжаются, как правило, в период наибольшей углеродоемкости электроэнергии, т. е. во время вечерних пиков. Поэтому выбросы CO₂ из ЭМ могут недооцениваться, по крайней мере в отношении таких систем электроснабжения, как в Великобритании, где углеродоемкость электроэнергии повышается во время вечерних пиков, особенно в зимний период. Настоящий предварительный анализ свидетельствует о том, что в среднем по Великобритании в 2020 году выбросы CO₂ от потребляемой ЭМ электроэнергии составляли 192 г/кВт·ч,

³ <http://www.element-energy.co.uk/wordpress/wp-content/uploads/2019/04/20190329-NG-EV-CHARGING-BEHAVIOUR-STUDY-FINAL-REPORT-V1-EXTERNAL.pdf>.

но при этом повышались до 364 г/кВт·ч, если зарядка производилась в наименее оптимальный час года.

18. Зарядка ЭМ в часы низкого спроса в ночное время позволяет значительно сократить выбросы. Настоящий документ содержит лишь предварительный анализ, а дальнейшая работа будет проводиться секретариатом в рамках инструмента ForFITS, с тем чтобы предоставить новые свидетельства о необходимости тщательного мониторинга и достоверной отчетности по выбросам ЭМ в режиме реального времени и продемонстрировать потенциальные преимущества внедрения стратегий «умной зарядки» для ее стимулирования в периоды выработки электроэнергии с низкими выбросами CO₂.
