

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202393230 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2024.02.09

(51) Int. Cl. G06Q 10/06 (2012.01)

(22) Дата подачи заявки
2022.05.14

(54) МЕТОД ПЛАНИРОВАНИЯ ПУТИ НА ОСНОВЕ КОЛИЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСТВА
ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА, СОВМЕСТИМОГО С
ЗАРЯДНОЙ СВАЕЙ С НАКОПИТЕЛЕМ ЭНЕРГИИ

(31) 202110530786.8

(71)(72) Заявитель и изобретатель:
ВЭЙ ТАО (CN)

(32) 2021.05.15

(33) CN

(74) Представитель:

(86) PCT/CN2022/092902

Кузнецова С.А. (RU)

(87) WO 2022/242579 2022.11.24

(57) В настоящем изобретении раскрывается метод планирования пути на основе количества электричества для электромобиля, совместимого с зарядной сваем с накопителем энергии. Метод включает в себя следующие шаги: 1) зарядные сваи во всей сети передают информацию о состоянии данной сваи на платформу диспетчерской системы, и перед отправлением электромобиля подает заявку на резервирование от платформы диспетчерской системы; 2) поиск кратчайшего пути от места отправления до места назначения; 3) платформа диспетчерской системы определяет, соответствует ли зарезервированное количество электричества электромобиля на одной или нескольких зарядных сваях вдоль пути требованию выносливости для движения к месту назначения; 4) если да, то формирует схему резервирования всего пути следования; 5) если нет, то исключает кратчайший путь, находит кратчайший путь из оставшихся путей и, начиная с шага 3), выполняет по кругу, пока не будут пройдены все пути. С помощью метода настоящего изобретения можно реализовать планирование пути электромобиля на основе электрического количества всего пути, реализовать совместное использование зарядной сваи с накопителем энергии и зарядной сваи с прямым питанием от электросети с использованием согласования времени прибытия, а также реализовать планирование зарядки транспортного средства через платформу диспетчерской системы, что позволяет полностью использовать электрическое количество ресурсов зарядной сваи во всей сети, особенно зарядной сваи с накопителем энергии.

A1

202393230

202393230

A1

**МЕТОД ПЛАНИРОВАНИЯ ПУТИ НА ОСНОВЕ КОЛИЧЕСТВА
ЭЛЕКТРИЧЕСТВА ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА,
СОВМЕСТИМОГО С ЗАРЯДНОЙ СВАЕЙ С НАКОПИТЕЛЕМ ЭНЕРГИИ**

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

[0001] Настоящее изобретение относится к области метода планирования пути на основе количества электричества для электрического транспортного средства, в частности, к методу планирования пути на основе количества электричества для электрического транспортного средства, совместимого с зарядным устройством с накопителем энергии.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[0002] В настоящее время широкое распространение получили электрические транспортные средства на основе новых источников энергии, такие как электромобили, электроходы и беспилотные летательные аппараты. В уровне техники существует множество методов планирования пути зарядки электрического транспортного средства, но в основном они подходят только для зарядных свай или зарядных станций с прямым питанием от электросети. Большинство существующих методов планирования пути зарядки электрического транспортного средства заключается в поиске следующей зарядной станции, которую пользователь может выбрать самостоятельно в соответствии с определением оставшегося количества электричества в текущем аккумуляторе электрического транспортного средства. Если для достижения пункта назначения на большом расстоянии требуется многократная подзарядка, то не существует разумного и эффективного метода планирования пути на основе количества электричества в течение всего пути. Зарядная свая с накопителем энергии обладает такими преимуществами, как медленное накопление электроэнергии и быстрая разрядка. Однако из-за ограниченного запаса энергии в зарядной свае или зарядной станции период простоя не равен эффективному периоду зарядки при достаточном запасе энергии, и в настоящее время не существует эффективного метода резервирования. Кроме того, для дорожной сети, включающей зарядные сваи или зарядные станции с накопителями энергии, в настоящее время также остается нерешенной проблемой, как реализовать совместное использование зарядных свай с

накопителями энергии и зарядных свай электросети во всей сети, и даже реализовать полное использование количества электричества зарядных свай во всей сети, особенно зарядных свай с накопителем энергии для обслуживания большего количества электрического транспортного средства.

РАСКРЫТИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0003] Для решения проблем, существующих в вышеуказанных техниках, в настоящем изобретении предлагается метод планирования пути на основе электрического количества для электрического транспортного средства, совместимого с зарядным устройством с накопителем энергии, который реализует совместное использование зарядной свай с накопителем энергии и зарядной свай с прямым питанием от электросети с использованием согласования времени прибытия и дифференцирования времени энергии, и выполняет планирование зарядки транспортного средства через платформу диспетчерской системы в то же время, так что электрическое количество ресурсов зарядной свай блока, особенно количество электричества накопителя энергии зарядной свай, во всей сети полностью используется. Другим объектом настоящего изобретения является обеспечить один метод резервирования электрического количества накопителя энергии зарядной свай, который реализует многопользовательское резервирование электрического количества накопителя энергии зарядной свай.

[0004] В настоящем изобретении для решения технических проблем используются следующие технические решения.

[0005] Что касается метода планирования пути на основе количества электричества для электрического транспортного средства, совместимого с зарядным устройством с накопителем энергии, то источник питания зарядной свай с накопителем энергии является дополнительным накопителем энергии на основании выработки электроэнергии из новой энергии или покупки электроэнергии из электросети, данный метод включает следующие шаги:

[0006] Все зарядные свай в электросети передают информацию о состоянии данной свай на платформу диспетчерской системы, соответственно, и перед отправлением пользователь электромобиля подает на платформу диспетчерской системы заявку на резервирование количества электричества от места отправления О

до места назначения D через сетевое соединение, причем заявка на резервирование количества электричества включает следующую информацию: модель электромобиля, качество загрузки автомобиля, время отправления, место отправления O, место назначения D и оставшееся количество электричества в аккумуляторе электромобиля пользователя на момент отправления;

[0007] Платформа диспетчерской системы находит кратчайший путь l_z от места отправления O до места назначения D на существующей карте, где $z=l$;

[0008] Платформа диспетчерской системы определяет, удовлетворяет ли резервированное распределенное количество электричества на каждой резервированной зарядной свай требованию выносливости электромобиля для движения от места отправления O до места назначения D, когда электромобиль выбирает одну или несколько зарядных свай вдоль кратчайшего пути l_z для резервирования зарядки соответственно в соответствии с информацией о состоянии свай, представленной каждой зарядной свай, и заявкой на резервирование количества электричества, поданной пользователем электромобиля; если да, то выполняется этап 4), если нет, то выполняется этап 5);

[0009] Платформа диспетчерской системы генерирует схему резервирования всего пути для электромобиля, где схема резервирования всего пути включает назначение каждой резервированной зарядной свай на кратчайшем пути l_z и соответствующего резервированного выделенного количества электричества для электромобиля, и возвращает информацию об успешном резервировании пользователю электромобиля для завершения данного резервирования; после отъезда электромобиля от места отправления O платформа диспетчерской системы направляет электромобиль на движение и зарядку в соответствии со схемой резервирования всего пути;

[0010] Платформа диспетчерской системы исключает кратчайший путь l_z , где $z=z+l$, и затем находит новый кратчайший путь l_z из оставшихся путей от места отправления O до места назначения D, выполняя шаги с 3) по 5) по кругу, если новый кратчайший путь l_z найден, и возвращая информацию о неудачном бронировании пользователю электромобиля, если новый кратчайший путь l_z не найден.

[0011] На шаге 3) электромобиль выбирает одну или несколько зарядных свай вдоль кратчайшего пути l_z для резервирования зарядки соответственно, причем метод

выбора заключается в следующем: если предположить, что существует n зарядных свай, распределенных вдоль кратчайшего пути l_z , то существует $(C_n^1 + C_n^2 + \dots + C_n^{n-1} + C_n^n)$ комбинаций зарядных свай, выбранных для зарядки электромобилем, и выбирается любая комбинация зарядных свай или резервируется для зарядки комбинация зарядных свай с наименьшим количеством зарядных свай.

[0012] Конкретный способ определения того, соответствует ли зарезервированное выделяемое количество электричества на каждой зарезервированной зарядной сваях требованию выносливости электромобиля для движения от места отправления O до места назначения D , когда электромобиль выбирает одну или несколько зарядных свай вдоль кратчайшего пути l_z для резервирования зарядки соответственно на этапе 3), заключается в следующем:

[0013] Предполагая, что комбинация зарядных свай, зарезервированных электромобилем для зарядки в последовательности вдоль кратчайшего пути l_z , это $(j_{x1}, j_{x2}, \dots, j_{xk})^T$, последовательное определение того, удовлетворяет ли зарезервированное выделяемое количество электричества, соответствующее каждой из зарядных свай j_w , набору неравенств 2-1-1, причем если да, то кратчайший путь l_z удовлетворяет требованию выносливости электромобиля для движения от места отправления O до места назначения D ; в противном случае кратчайший путь l_z не удовлетворяет требованию по выносливости электромобиля при движении от места отправления O до места назначения D ;

$$[0014] \quad \begin{cases} RE_i(t_w) + TP_w \geq EC_{w,w+1} \\ bat_cap_{str} + \sum_{w=x1}^{xk} TP_w \geq EC_{0,n+1} \end{cases} \quad \forall w \in [x1, xk], \text{ 2-1-1}$$

[0015] Где в наборе неравенств 2-1-1 $RE_i(t_w)$ - это расчетный остаток электроэнергии электромобиля в момент времени t_w , когда электромобиль прибывает на зарядную сваю j_w , TP_w обозначает зарезервированное выделяемое количество электричества электромобиля на зарядной свае j_w , $EC_{w,w+1}$ обозначает расчетный расход энергии электромобиля от текущей зарядной сваи j_w до следующей зарядной сваи j_{w+1} , если зарядная свая j_w является последней зарядной сваем на кратчайшем пути l_z , $EC_{w,w+1}$ обозначает расчетный расход энергии электромобиля от текущей зарядной сваи j_w до пункта назначения D ; bat_cap_{str} - начальный остаток электроэнергии в силовой батарее в момент времени отправления t_0 электромобиля;

$\sum_{w=x_1}^{x_k} TP_w$ обозначает сумму зарезервированного выделенного количества электроэнергии всех зарезервированных зарядных свай электромобиля при комбинации зарядных свай $(j_{x_1}, j_{x_2}, \dots, j_{x_k})^T$; $EC_{0,n+1}$ обозначает расчетный расход энергии электромобилем за весь путь по кратчайшему пути l_z от места отправления O до места назначения D.

[0016] Время t_w прибытия электромобиля на зарядную свая j_w оценивается по следующему уравнению 6-1:

[0017] $t_w = t_0 +$ сумма предварительно зарезервированной продолжительности зарядки + сумма продолжительности предварительной очереди на зарядку $+t_{0,w}$ 6-1

[0018] В уравнении 6-1 t_0 означает время отправления электромобиля; $t_{0,w}$ - расчетная продолжительность движения электромобиля по кратчайшему пути l_z от места отправления O до зарядной свая j_w ; сумма предварительно зарезервированной продолжительности зарядки означает суммарное значение расчетной продолжительности зарядки, зарезервированной для зарядки на других зарядных сваях вдоль пути, когда электромобиль прибывает на зарядную свая j_w по кратчайшему пути l_z от места отправления O; сумма продолжительности предварительной очереди на зарядку означает суммарное значение расчетной продолжительности очереди на зарядку на других зарядных сваях вдоль пути, когда электромобиль прибывает на зарядную свая j_w по кратчайшему пути l_z от места отправления O.

[0019] Остаток электроэнергии $RE_i(t_w)$ электромобиля в момент времени t_w , когда электромобиль прибывает на зарядную свая j_w , оценивается по следующему уравнению 7-1:

[0020] $RE_i(t_w) = bat_cap_{str} +$ сумма предварительно зарезервированного выделенного количества электричества - $EC_{0,w}$ 7-1

[0021] В уравнении 7-1 bat_cap_{str} - это начальный остаток электроэнергии на момент отправления электромобиля; сумма предварительно зарезервированного выделенного количества электричества - это суммарное значение зарезервированного выделенного количества электричества на других зарядных сваях вдоль пути до момента времени t_w , когда электромобиль прибывает на зарядную станцию j_w из

места отправления O по кратчайшему пути l_z ; $EC_{0,w}$ обозначает расчетное потребление энергии электромобилем, движущимся по кратчайшему пути l_z от места отправления O до зарядной сваи j_w .

[0022] Резервное выделяемое количество электричества электромобиля на зарядной свае j_w равно TP_w , и если зарядная свая j_w является зарядной сваем с накопителем энергии, то конкретный этап метода оценки резервного выделенного количества электричества TP_w выглядит следующим образом:

[0023] (10-1-1) в предположении, что электромобиль является электромобилем i , сначала устанавливается ограничение времени ожидания в очереди σ после времени t_w , когда электромобиль i прибывает на зарядную сваю j_w , где σ - заданное пользователем значение времени;

[0024] (10-1-2), в соответствии со списком зарезервированных услуг зарядной сваи j_w , поиск типов периода простоя зарядной сваи j_w между t_w и $t_w + \sigma$, при этом, если все найденные типы периода простоя являются периодами накопления энергии, то зарядная свая j_w не способна резервировать для зарядки электромобиля i , то есть зарезервированное выделяемое количество электричества $TP_w = 0$; если найденный тип периода простоя является периодом простоя выделенного количества электричества, то переходим к шагу (10-1-3);

[0025] (10-1-3), поиск в списке зарезервированных услуг зарядной сваи j_w , если период простоя зарядной сваи j_w между t_w и $t_w + \sigma$ составляет $[t_1^\circ, \infty)$, $[t_1^\circ, \infty)$ означает, что после t_1° нет ни одного транспортного средства, зарезервированного для зарядки, то есть $[t_1^\circ, \infty)$ - это период простоя выделенного количества электричества, который бесконечен; если период простоя зарядной сваи j_w между t_w и $t_w + \sigma$ не бесконечен, переходим к шагу (10-1-4); предполагая, что предыдущее транспортное средство i_1 зарезервировано для зарядки в период $[t_1, t_1^\circ]$, где t_1 и t_1° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предыдущего транспортного средства i_1 соответственно, $E(t_1)$ и $E(t_1^\circ)$ соответствуют расчетному остаточному количеству электроэнергии в зарядной свае j_w в моменты времени t_1 и t_1° , а зарезервированное выделяемое количество электричества предшествующего транспортного средства i_1 равно $TP_1 = E(t_1^\circ) - E(t_1)$;

[0026] Резервное время начала зарядки $t_{w,i}^{\text{зарядка}}$ электромобиля i на зарядной свае j_w оценивается в соответствии со следующим уравнением 10-1:

$$[0027] \quad t_{w,i}^{\text{зарядка}} = \max(t_1^\circ, t_w) \quad 10-1$$

[0028] Распределяемое количество электричества $Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}})$ зарядной сваи j_w в $[t_1^\circ, \infty)$ оценивается в соответствии со следующим набором уравнений 10-2:

$$[0029] \quad \begin{cases} Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) = E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t), \text{ when } t_1^\circ \leq t_{w,i}^{\text{зарядка}} \leq t_{\text{номинал}} \\ Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) = E_{\text{номинал}} \text{ когда } t_{w,i}^{\text{зарядка}} > t_{\text{номинал}} \end{cases}$$

10-2

[0030] Ограничивающее условие набора уравнений 10-2 имеет следующий вид:

$$[0031] \quad 0 \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \leq E_{\text{номинал}}$$

[0032] Резервируемое выделяемое количество электричества TP_w зарядной сваи j_w в $[t_1^\circ, \infty)$ оценивается по следующему набору уравнений 10-3:

$$[0033] \quad TP_w = \min(Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}}), (bat_cap_i - RE_i(t_w))) \quad 10-3$$

[0034] Резервная продолжительность зарядки $T_{w,i}^{\text{зарядка}}$ электромобиля i на зарядной свае j_w оценивается по следующему уравнению 10-4:

$$[0035] \quad T_{w,i}^{\text{зарядка}} = TP_w \div P_w^{\text{out}} \quad 10-4$$

[0036] Оставшееся количество электричества за резервное время начала зарядки $t_{w,i}^{\text{зарядка}}$, соответствующий зарядной сваи j_w , равен $E(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) = Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}})$, оставшееся количество электричества за резервное время окончания зарядки $(t_{w,i}^{\text{зарядка}} + T_{w,i}^{\text{зарядка}})$, соответствующее зарядной сваи j_w , составляет $E(t_{w,i}^{\text{зарядка}} + T_{w,i}^{\text{зарядка}}) = E(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) - TP_w$;

[0037] Вышеуказанные переменные в уравнениях шага (10-1-3) определяются следующим образом: $t_{w,i}^{\text{зарядка}}$ - зарезервированное время начала зарядки электромобиля i на зарядной свае j_w ; t_w - расчетное время прибытия электромобиля i на зарядную сваю j_w ; $Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}})$ - распределяемое количество электричества на зарядной свае j_w в $[t_1^\circ, \infty)$; $E(t_1^\circ)$ - остаток электричества в

зарядной свае j_w в зарезервированное время окончания зарядки t_1° , соответствующее предшествующему автомобилю i_1 ; $p_{\text{накопление}}(t)$ - прогнозируемая мощность накопления энергии зарядной сваи j_w в соответствующий момент времени t , которая прогнозируется с помощью существующего уровня техники; P_w^{out} - постоянная выходная мощность зарядной сваи j_w ; $E_{\text{номинал}}$ - номинальное количество электричества в накопительном аккумуляторе зарядной сваи j_w ; $t^{\text{номинал}}$ - время достижения накопленной энергии зарядной сваи j_w номинального количества электричества $E_{\text{номинал}}$ в $[t_1^\circ, \infty)$; bat_cap_i - номинальное количество электричества силовой батареи автомобиля i , $RE_i(t_w)$ - расчетное остаточное количество электричества автомобиля i в момент времени t_w , когда автомобиль прибывает к зарядной свае j_w ; TP_w - зарезервированное выделяемое количество электричества автомобиля i в $[t_1^\circ, \infty)$ зарядной сваи j_w ; $T_{w,i}^{\text{зарядка}}$ зарядка - резервная продолжительность зарядки автомобиля i на зарядной свае j_w ;

[0038] (10-1-4), если период простоя зарядной сваи j_w между t_w и $t_w + \sigma$ является периодом простоя выделенного количества электричества и является конечным, если предположить, что предшествующее транспортное средство i_1 зарезервировало зарядку на зарядной свае j_w в период $[t_1, t_1^\circ]$, то зарезервированное выделяемое количество электричества равно $TP_1 = E(t_1^\circ) - E(t_1)$; если предположить, что предыдущее транспортное средство i_2 зарезервировало для зарядки на зарядной свае j_w в период $[t_2, t_2^\circ]$, то зарезервированное выделяемое количество электричества равно $TP_2 = E(t_2^\circ) - E(t_2)$; где t_1 и t_1° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предыдущего транспортного средства i_1 , соответственно, t_2 и t_2° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предыдущего транспортного средства i_2 , соответственно; $t_1 < t_1^\circ < t_2 < t_2^\circ$; $E(t_1)$, $E(t_1^\circ)$, $E(t_2)$ и $E(t_2^\circ)$ соответствуют расчетным остаткам количества электроэнергии на зарядной свае j_w в моменты времени t_1 , t_1° , t_2 и t_2° ; $[t_1^\circ, t_2]$ - период простоя распределяемого количества электроэнергии, условием того, что зарядная свая j_w позволит автомобилю i проскочить очередь на резервирование для зарядки в период простоя распределяемого количества электроэнергии $[t_1^\circ, t_2]$,

чтобы не повлиять на зарезервированное выделяемое количество электричества и зарезервированное время начала и окончания зарядки других предшествующих транспортных средств, которые уже зарезервировали зарядку после этого периода $[t_1^\circ, t_2]$, т.е. чтобы зарезервированное выделяемое количество электричества TP_2 предшествующего транспортного средства i_2 в зарезервированный период зарядки $[t_2, t_2^\circ]$ сначала оставалось неизменным, т.е. удовлетворяло следующему уравнению 10-5:

$$TP_2 \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) - P_w^{\text{out}} \times (t_3^\circ - t_{w,i}^{\text{зарядка}}) + \int_{t_3^\circ}^{t_2} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \quad 10-5$$

[0039] Ограничивающее условие уравнения

$$10-5: \left\{ \begin{array}{l} E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) - P_w^{\text{out}} \times (t_3^\circ - t_{w,i}^{\text{зарядка}}) + \int_{t_3^\circ}^{t_2} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \leq E_{\text{номинал}} \\ 0 \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \leq E_{\text{номинал}} \\ P_w^{\text{out}} \times (t_3^\circ - t_{w,i}^{\text{зарядка}}) \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \\ t_1 < t_1^\circ \leq t_{w,i}^{\text{зарядка}} < t_3^\circ < t_2 < t_2^\circ \end{array} \right.$$

[0040] В соответствии с уравнением 10-5 и его условием ограничения можно вычислить последнее время окончания зарядки t_3° электромобиля i , когда зарядная свая j_w позволяет электромобилю i проскочить очередь на зарядку, и оценить распределяемое количество электричества $Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}})$ зарядной сваи j_w в период простоя распределяемого количества электричества $[t_1^\circ, t_2]$ в соответствии со следующим набором уравнений 10-6:

$$[0041] \left\{ \begin{array}{l} Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) = E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t), \text{ когда } t_{w,i}^{\text{зарядка}} < t_{\text{номинал}} \\ Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) = E_{\text{номинал}}, \text{ когда } t_{\text{номинал}} \leq t_{w,i}^{\text{зарядка}} < t_3^\circ \text{ и } (t_3^\circ - t_{w,i}^{\text{зарядка}}) > \left(\frac{E_{\text{номинал}}}{P_w^{\text{out}}}\right) \\ Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) = P_w^{\text{out}} \times (t_3^\circ - t_{w,i}^{\text{зарядка}}), \text{ когда } t_{\text{номинал}} \leq t_{w,i}^{\text{зарядка}} < t_3^\circ \text{ и } (t_3^\circ - t_{w,i}^{\text{зарядка}}) \leq \left(\frac{E_{\text{номинал}}}{P_w^{\text{out}}}\right) \end{array} \right. \quad 10-6$$

[0042] В уравнении 10-5 и уравнении 10-6 оценивается резервное время начала зарядки $t_{w,i}^{\text{зарядка}}$ электромобиля i на зарядной свае j_w по следующему уравнению 10-7:

$$[0043] \quad t_{w,i}^{\text{зарядка}} = \max(t_1^\circ, t_w) \quad 10-7$$

[0044] По полученному $Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}})$ в соответствии с уравнением 10-6

оценить зарезервированного выделенного количества электричества TP_w электромобиля i на зарядной свае j_w в соответствии со следующим уравнением 10-8:

$$[0045] \quad TP_w = \min \left(Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}}), (bat_cap_i - RE_i(t_w)) \right) \quad 10-8$$

[0046] По полученному TP_w в соответствии с уравнением 10-8 оценить зарезервированную выделенную продолжительность зарядки $T_{w,i}^{\text{зарядка}}$ электромобиля i на зарядной свае j_w в соответствии со следующим уравнением 10-9:

$$[0047] \quad T_{w,i}^{\text{зарядка}} = TP_w \div P_w^{\text{out}} \quad 10-9$$

[0048] Если перед электромобилем i есть другие предшествующие транспортные средства, которые резервируют зарядку на зарядной свае j_w , но время резервирования зарядки наступает после периода $[t_2, t_2^\circ]$ предыдущего транспортного средства i_2 , зарезервированного для зарядки, то условием того, что зарядная свая j_w позволит электромобилю i проскочить очередь на резервирование для зарядки в период простоя выделенного количества электричества $[t_1^\circ, t_2]$ заключается в том, что помимо обеспечения неизменности зарезервированного выделенного количества электричества TP_2 предшествующего транспортного средства i_2 в зарезервированный период зарядки $[t_2, t_2^\circ]$, необходимо также обеспечить неизменность зарезервированного времени начала и окончания и зарезервированного выделенного количества электричества для всех других предшествующих транспортных средств, и конкретные методы заключаются в следующем:

[0049] Если предположить, что в период $[t_4, t_4^\circ]$ перед электромобилем i имеются другие предшествующие автомобили i_4 , резервирующие зарядку в период $[t_4, t_4^\circ]$, то резервируемое выделяемое количество электричества равно TP_4 , в котором $t_2 < t_2^\circ < t_4 < t_4^\circ$, TP_w также удовлетворяет следующему уравнению 10-10:

$$[0050] \quad TP_4 \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) - TP_w + \int_{t_{w,i}^{\text{зарядка}}}^{t_2} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) - TP_2 + \int_{t_2^\circ}^{t_4} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \quad 10-10$$

[0051] Если TP_w не удовлетворяет уравнению 10-10, то уменьшите TP_w , и соответствующая $T_{w,i}^{\text{зарядка}}$ также уменьшается в соответствии с уравнением 10-9 до

тех пор, пока не будет выполнено уравнение 10-10;

[0052] Если по истечении зарезервированного периода зарядки $[t_4, t_4^\circ]$ предшествующего транспортного средства i_4 имеются другие предшествующие транспортные средства $i_5, i_6...$ зарезервированные для зарядки на зарядной свае j_w перед электромобилем i , предшествующие транспортные средства обрабатываются по методу предшествующего транспортного средства i_4 соответственно до тех пор, пока TP_w не сможет обеспечить неизменность зарезервированного времени начала и окончания зарядки и зарезервированного выделенного количества электричества для всех остальных предшествующих транспортных средств; если TP_w уменьшается до заданного порогового значения, но не обеспечивается, что зарезервированное время начала и окончания работы и зарезервированное выделяемое количество электричества для всех других предшествующих транспортных средств остается неизменным, и зарядная свая j_w не позволяет электромобилю i проскочить очередь на резервную зарядку в период простоя $[t_1^\circ, t_2]$, т.е. в предположении, что зарезервированное выделяемое количество электричества равно $TP_w = 0$;

[0053] Если конечное $TP_w \neq 0$, то остаток электрического количества зарядной сваи j_w , соответствующий зарезервированному времени начала зарядки $t_{w,i}^{\text{зарядка}}$ равен $E(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) = E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t)$, и остаток электрического количества зарядной сваи j_w , соответствующее зарезервированному времени окончания зарядки $(t_{w,i}^{\text{зарядка}} + T_{w,i}^{\text{зарядка}})$ равен $E(t_{w,i}^{\text{зарядка}} + T_{w,i}^{\text{зарядка}}) = E(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) - TP_w$;

[0054] Вышеуказанные переменные в уравнениях на шаге (10-1-4) определяются следующим образом: TP_2 - зарезервированное выделяемое количество электричества предыдущего транспортного средства i_2 в зарезервированный период зарядки $[t_2, t_2^\circ]$; $E(t_1^\circ)$ - оставшееся количество электричества в зарядной свае j_w в зарезервированное время окончания зарядки t_1° , соответствующее предыдущему транспортному средству i_1 ; $p_{\text{накопление}}(t)$ - прогнозируемая мощность накопления энергии зарядной сваи j_w в соответствующий момент времени t , которая

прогнозируется методом существующего уровня техники; P_w^{out} - постоянная выходная мощность зарядной сваи j_w ; $t_{w,i}^{зарядка}$ - резервное время начала зарядки автомобиля i на зарядной свае j_w ; t_w - расчетное время прибытия автомобиля i на зарядную сваю j_w ; $E_{номинал}$ - номинальное количество электричества аккумуляторной батареи зарядной сваи j_w ; t_3° - время окончания зарядки автомобиля i , когда зарядная свая j_w позволяет автомобилю i проскочить очередь на зарядку, а $Q_w(t_{w,i}^{зарядка})$ - расчетное распределяемое количество электричества зарядной сваи j_w в $[t_1^\circ, t_2]$; $t^{номинал}$ - время, когда запас энергии зарядной сваи j_w достигает номинального количества электричества $E_{номинал}$ в $[t_1^\circ, \infty)$; bat_cap_i - номинальное количество электричества силовой батареи автомобиля i , $RE_i(t_w)$ - расчетное остаточное количество электричества автомобиля i в момент времени t_w , когда автомобиль прибывает к зарядной свае j_w ; TP_w - зарезервированное выделяемое количество электричества автомобиля i в $[t_1^\circ, \infty)$ зарядной сваи j_w ; $T_{w,i}^{зарядка}$ - зарезервированная продолжительность зарядки автомобиля i на зарядной свае j_w ; TP_4 - зарезервированное выделяемое количество электричества предшествующего автомобиля i_4 в период $[t_4, t_4^\circ]$.

[0055] Метод планирования пути на основе количества электричества для электрического транспортного средства, совместимого с зарядным устройством с накопителем энергии дополнительно включает этап (10-1-5), на котором каждый раз, когда проходит время Δt , платформа диспетчерской системы выполняет с этапа (10-1-2) по этап (10-1-4) в соответствии с обновленным списком зарезервированных услуг зарядной сваи j_w , и заново оценивает зарезервированное выделяемое количество электричества TP_w .

[0056] Резервное выделяемое количество электричества автомобиля на зарядной свае j_w равно TP_w , и если зарядная свая j_w является зарядной сваем с прямым питанием от электросети, то конкретный этап метода оценки резервного выделенного количества электричества TP_w заключается в следующем:

[0057] (10-2-1) в предположении, что автомобиль является автомобилем i , сначала устанавливается ограничение времени ожидания в очереди σ после времени

t_w , когда электромобиль i первым прибывает на зарядную свая j_w , где σ - заданное пользователем значение времени;

[0058] (10-2-2), в соответствии со списком зарезервированных услуг зарядной сваи j_w , определение наличия периода простоя между временем t_w и временем $t_w + \sigma$, когда электромобиль i прибывает на зарядную свая j_w ; при этом, если периода простоя нет, оценивается выделяемое количество электричества $Q_w(i) = 0$, которое зарядная свая j_w способна предоставить электромобилу i ; то есть зарезервированное выделяемое количество электричества $TP_w = 0$ электромобиля i на зарядной свае j_w ; если период простоя есть, переходим к шагу (10-2-3);

[0059] (10-2-3) если период простоя бесконечен, то период простоя обозначается как $[t_1^\circ, \infty)$, где t_1° соответствует зарезервированному времени окончания зарядки предшествующего транспортного средства i_1 и после t_1° нет другого предшествующего транспортного средства, зарезервированного для зарядки; зарезервированное выделяемое количество электричества TP_w электромобиля i на зарядной свае j_w оценивается в соответствии с уравнением 10-11:

$$[0060] \quad TP_w = bat_cap_i - RE_i(t_w) \quad 10-11$$

[0061] В уравнении 10-11 bat_cap_i - номинальное количество электричества силовой батареи электромобиля i , $RE_i(t_w)$ - расчетное остаточное количество электричества электромобиля i в момент времени t_w , когда электромобиль прибывает на зарядную свая j_w ;

[0062] Резервное время начала зарядки электромобиля i на зарядной свае j_w равно $t_{w,i}^{зарядка} = \max(t_1^\circ, t_w)$; где t_w - расчетное время прибытия электромобиля i на зарядную свая j_w ;

[0063] По полученному TP_w в соответствии с уравнением 10-11, резервная продолжительность зарядки - $T_{w,i}^{зарядка} = TP_w \div P_w^{out}$; где P_w^{out} - постоянная выходная мощность зарядной сваи j_w ;

[0064] (10-2-4), если период простоя конечен, предполагая, что предшествующее транспортное средство i_1 зарезервировало зарядку на зарядной свае j_w в период $[t_1, t_1^\circ]$; существует предшествующее транспортное средство i_2 , которое

зарезервировало зарядку на зарядной свае j_w в период $[t_2, t_2^\circ]$; где t_1 и t_1° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предыдущего транспортного средства i_1 , соответственно, t_2 и t_2° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предыдущего транспортного средства i_2 , соответственно; $t_1 < t_1^\circ < t_2 < t_2^\circ$; и зарезервированное выделяемое количество электричества TP_w электромобиля i на зарядной свае j_w оценивается в соответствии со следующим уравнением 10-12:

$$[0065] \quad TP_w = \min\{(bat_cap_i - RE_i(t_w)), P_w^{out} \times (t_2 - t_{w,i}^{зарядка})\} \quad 10-12$$

[0066] В уравнении 10-12 bat_cap_i - номинальное количество электричества силовой батареи электромобиля i , $RE_i(t_w)$ - расчетное остаточное количество электричества электромобиля i в момент времени t_w , когда электромобиль прибывает на зарядную сваю j_w ; P_w^{out} - постоянная выходная мощность зарядной сваи j_w ; $t_{w,i}^{зарядка}$ - резервное время начала зарядки электромобиля i на зарядной свае j_w , $t_{w,i}^{зарядка} = \max(t_1^\circ, t_w)$;

[0067] Резервная продолжительность зарядки электромобиля i на зарядной свае j_w равна $T_{w,i}^{зарядка} = TP_w \div P_w^{out}$.

[0068] Время t_w прибытия электромобиля на зарядную сваю j_w заменяется на $t_w - \theta$ или $t_w + \theta$, где θ - заданное пользователем значение длительности.

[0069] Метод планирования пути на основе количества электричества для электрического транспортного средства, совместимого с зарядным устройством с накопителем энергии дополнительно включает в себя метод корректировки предшествующего транспортного средства следующим образом:

[0070] Предполагая, что до резервирования электромобиля i существующие предшествующие транспортные средства резервируют зарядку и формируют собственные схемы резервирования всего пути, соответственно; когда электромобиль i резервирует зарядку в соответствии с методом планирования пути на основе количества электричества для электрического транспортного средства, совместимого с зарядным устройством с накопителем энергии, и когда кратчайший путь l_z в выбранном наборе путей $L = \{l_1, \dots, l_a\}$ от места отправления O до места назначения

D не удовлетворяет требованию по выносливости всего пути, корректирует схему резервирования предыдущего транспортного средства всего пути, включая отмену или уменьшение зарезервированного выделенного количества электричества предыдущего транспортного средства на одной или нескольких общих сваях, оценивает, удовлетворяют ли кратчайший путь l_z электромобиля i и путь исходной схемы резервирования всего пути для предшествующего транспортного средства требованиям по выносливости всего пути для электромобиля i и предшествующего транспортного средства, соответственно, если удовлетворяют, то платформа диспетчерской системы генерирует схему резервирования всего пути для электромобиля i и генерирует новую схему резервирования всего пути для предшествующего транспортного средства, и корректировка проходит успешно; если какое-либо из транспортных средств не удовлетворяет требованию по выносливости в течение всего пути, то корректировка предшествующего транспортного средства невозможна и восстанавливается исходная схема резервирования в течение всего пути для предшествующего транспортного средства.

[0071] Метод резервирования количества электричества в зарядной свае с накопителем энергии включает следующие шаги:

[0072] зарядная свая с накопителем энергии создает и хранит список зарезервированных услуг данной сваи, а содержимое полей списка зарезервированных услуг включает имя пользователя электромобиля, номер электромобиля, модель электромобиля, зарезервированное время начала зарядки и оставшееся количество электричества в зарядной свае, соответствующее данному времени, зарезервированное время окончания зарядки и оставшееся количество электричества в зарядной свае, соответствующее данному времени, зарезервированное выделяемое количество электричества, зарезервированную продолжительность зарядки, тип периодов простоя и соответствующее выделяемое количество электричества;

[0073] зарядная свая с накопителем энергии объявляет тип каждого периода простоя в данной свае и соответствующее выделяемое количество электричества, не затрагивая период, когда предыдущее транспортное средство зарезервировало для зарядки, и зарезервированное выделяемое количество электричества;

[0074] терминал электромобиля, установленный на транспортном средстве,

соединяется с зарядной сваем с накопителем энергии через беспроводную сеть, получает тип периода простоя и соответствующее распределяемое количество электричества, объявленное на этапе (2), и пользователь электромобиля выбирает подходящий период простоя, необходимый для резервирования для зарядки на зарядной сваем с накопителем энергии через терминал электромобиля, установленный на транспортном средстве;

[0075] после резервирования электромобиля зарядная свая с накопителем энергии обновляет список зарезервированных услуг данной сваи в соответствии с результатом резервирования на этапе (3).

[0076] На шаге (2) зарядная свая с накопителем энергии объявляет тип каждого периода простоя данной сваи и соответствующее выделяемое количество электричества, а конкретный метод заключается в следующем:

[0077] Период простоя делится на два типа: период простоя накопления энергии и период простоя распределяемого количества электричества зарядной сваи с накопителем энергии j_w ; Поиск в списке зарезервированных услуг зарядной сваи с накопителем энергии j_w , предполагая, что автомобили зарезервировали зарядку до и после периода простоя $[t_1^\circ, t_2]$, если предыдущий автомобиль i_1 зарезервировал зарядку в период $[t_1, t_1^\circ]$, то зарезервированное выделяемое количество электричества равно $TP_1 = E(t_1^\circ) - E(t_1)$; предыдущее транспортное средство i_2 зарезервировано для зарядки в период $[t_2, t_2^\circ]$, зарезервированное выделяемое количество электричества равно $TP_2 = E(t_2^\circ) - E(t_2)$; где t_1 и t_1° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предыдущего автомобиля i_1 соответственно, а t_2 и t_2° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предыдущего автомобиля i_2 соответственно; $t_1 < t_1^\circ < t_2 < t_2^\circ$; $E(t_1)$, $E(t_1^\circ)$, $E(t_2)$ и $E(t_2^\circ)$ соответствуют расчетному оставшемуся электрическому количеству зарядной сваи j_w в моменты времени t_1 , t_1° , t_2 и t_2° ;

[0078] типы периодов простоя $[t_1^\circ, t_2]$ объявляются следующим образом:

[0079] Если выполняется следующее уравнение 9-1, то $[t_1^\circ, t_2]$ объявляется периодом накопления энергии в зарядной сваем с накопителем энергии j_w ;

$$[0080] \quad \begin{cases} 0 \leq E(t_2) \leq E_{\text{номинал}} \text{ и } E(t_2) = TP_2 \\ E(t_2) = E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_2} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \quad 9-1 \\ t_1 < t_1^\circ < t_2 < t_2^\circ \end{cases}$$

[0081] В уравнении 9-1 $E_{\text{номинал}}$ - номинальное количество электричества аккумулятора зарядной свай с накопителем энергии j_w ; $p_{\text{накопление}}(t)$ - прогнозируемая мощность накопителя энергии зарядной свай с накопителем энергии j_w в момент времени t , которая прогнозируется методом существующего уровня техники;

[0082] Период накопления энергии зарядной свай с накопителем энергии j_w используется только для накопления энергии этой свай, т.е. соответствующее распределяемое количество электричества равно 0;

[0083] (B) метод объявления периода простоя распределяемого количества электроэнергии зарядной свай с накопителем энергии j_w заключается в следующем:

[0084] После исключения из всех периодов простоя зарядной свай с накопителем энергии j_w , объявленных на шаге (A), оставшиеся периоды являются периодами простоя распределяемого количества электричества зарядной свай с накопителем энергии j_w ;

[0085] Разделение периода простоя распределяемого количества электричества на временные точки в соответствии с фиксированной продолжительностью ρ , где ρ - задаваемая пользователем константа, задавая период простоя $[t_1^\circ, t_2]$ как период простоя распределяемого количества электричества, который может быть разделен на несколько временных точек $t_1^\circ, (t_1^\circ + \rho), (t_1^\circ + 2 \times \rho), \dots, t_1^\circ + k \times \rho, (t_1^\circ + (k + 1) \times \rho), \dots, t_2, k = 0, 1, 2, 3, \dots, \exists k \in \mathbb{N}$, а момент времени $(t_1^\circ + k \times \rho)$ задается в качестве резервного времени начала зарядки электромобиля в период простоя выделенного количества электричества; при этом период простоя выделенного количества электричества зарядной свай с накопителем энергии j_w должен удовлетворять следующему уравнению 9-2:

$$[0086] \quad TP_2 \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_1^\circ + k \times \rho} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) - P_w^{\text{out}} \times (t_3^\circ - (t_1^\circ + k \times \rho)) + \int_{t_3^\circ}^{t_2} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \quad 9-2$$

[0087] Ограничивающее условие уравнения 9-2 имеет вид:

$$[0088] \quad \left\{ \begin{array}{l} 0 \leq E(t_2^\circ) \leq E_{\text{номинал}} \\ 0 \leq E(t_2) \leq E_{\text{номинал}} \\ 0 \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_1^\circ + k \times \rho} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \leq E_{\text{номинал}} \\ P_w^{\text{out}} \times (t_3^\circ - (t_1^\circ + k \times \rho)) \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_1^\circ + k \times \rho} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \\ t_1 < t_1^\circ \leq (t_1^\circ + k \times \rho) < t_3^\circ < t_2 < t_2^\circ \end{array} \right.$$

[0089] В уравнении 9-2 и его ограничительных условиях $p_{\text{накопление}}(t)$ - прогнозируемая мощность накопления энергии зарядной свай с накопителем энергии j_w в момент времени t , которая прогнозируется методом существующего уровня техники; P_w^{out} - постоянная выходная мощность зарядной свай j_w ; $E_{\text{номинал}}$ - номинальное количество электричества аккумуляторной батареи зарядной свай j_w ; t_3° - последнее время окончания зарядки электромобиля;

[0090] Последнее время окончания зарядки t_3° электромобиля может быть получено из уравнения 9-2 и его ограничительных условий, $[t_3^\circ, t_2]$ - период накопления энергии в зарядной свай с накопителем энергии j_w ;

[0091] Соответствующее распределяемое количество электричества $Q_w(t)$ зарядной свай с накопителем энергии j_w в момент времени $(t_1^\circ + k \times \rho)$ в период простоя распределяемого количества электричества $[t_1^\circ, t_2]$ оценивается согласно следующему набору уравнений 9-3:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_w(t) = E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_1^\circ + k \times \rho} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t), \text{ когда } (t_1^\circ + k \times \rho) < t^{\text{номинал}} \\ Q_w(t) = E_{\text{номинал}}, \text{ когда } t^{\text{номинал}} \leq (t_1^\circ + k \times \rho) < t_3^\circ \text{ и } (t_3^\circ - (t_1^\circ + k \times \rho)) > \left(\frac{E_{\text{номинал}}}{P_w^{\text{out}}} \right) \\ Q_w(t) = P_w^{\text{out}} \times (t_3^\circ - (t_1^\circ + k \times \rho)), \text{ когда } t^{\text{номинал}} \leq (t_1^\circ + k \times \rho) \text{ и } (t_3^\circ - (t_1^\circ + k \times \rho)) \leq \left(\frac{E_{\text{номинал}}}{P_w^{\text{out}}} \right) \end{array} \right.$$

9-3

[0092] В уравнении 9-3, $k = 0, 1, 2, 3, \dots, \exists k \in \mathbb{N}$; $t^{\text{номинал}}$ обозначает время достижения номинального количества электричества зарядной свай с накопителем энергии j_w , а определения остальных переменных аналогичны уравнению 9-2 и его ограничениям;

[0093] Объявляется соответствующее выделяемое количество электричества $Q_w(t)$ в временную точку $(t_1^\circ + k \times \rho)$ в период простоя выделенного

количества электричества $[t_1^\circ, t_2]$ в списке зарезервированных услуг зарядной сваи с накопителем энергии j_w ; объявление остальных моментов времени в соответствии с временной точкой $(t_1^\circ + k \times \rho)$.

[0094] Способ объявления типа периода простоя $[t_1^\circ, t_2]$ дополнительно включает: каждый раз, когда проходит время Δt , платформа диспетчерской системы заново оценивает комплексное количество электричества накопления $\int_{t_1^\circ}^{t_2} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t)$ зарядной сваи j_w в уравнении 9-1, повторно оценивает и объявляет в соответствии с уравнением 9-1, а также обновляет список зарезервированных услуг для зарядной сваи j_w .

[0095] Метод объявления периода простоя выделенного количества электричества для зарядной сваи с накопителем энергии j_w дополнительно включает: каждый раз, когда проходит время Δt , платформа диспетчерской системы повторно оценивает комплексное количество электричества накопления $\int_{t_1^\circ}^{t_1^\circ + k \times \rho} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t)$ и $\int_{t_3^\circ}^{t_2} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t)$ зарядной сваи j_w в уравнении 9-2, повторно оценивает и объявляет в соответствии с уравнением 9-2 и его условиями ограничения, в соответствии с уравнением 9-3, а также обновляет список зарезервированных услуг для зарядной сваи j_w .

[0096] Настоящее изобретение имеет следующие благоприятные эффекты:

[0097] Реализовано планирование пути транспортного средства на основе электрического количества в течение всего пути, причем запланированный кратчайший возможный путь отвечает требованиям экономии энергии, а также потребностям пользователей и низкоуглеродного общества.

[0098] На основе прогнозирования накопления энергии в зарядной свае с накопителем энергии унифицируется многопользовательское поведение зарядки зарядной сваи с накопителем энергии и поведение разрядки зарядной сваи с накопителем энергии во временном измерении, и реализуется многопользовательское резервирование зарядной сваи с накопителем энергии.

[0099] Совместное использование зарядной сваи с накопителем энергии и зарядной сваи с прямым питанием от электросети осуществляется с помощью

согласования времени прибытия и дифференциации времени энергии, что повышает целостность сети зарядной свай и закладывает основу для создания сети быстрой зарядки.

[00100] Планирование зарядки автомобиля осуществляется через платформу диспетчерской системы. Первоначальное беспорядочное резервирование, задаваемое пользователем на основе положения свай, преобразуется в единое планирование и распределение платформой диспетчеризации на основе потребности в энергии пользователей всей сети и ресурсов зарядной свай, а пользователи подвергаются обязательному планированию, что позволяет максимизировать использование ресурсов и удовлетворить потребности в движении большего количества транспортных средств.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[00101] Фиг. 1 представляет собой схему, показывающую, что период простоя зарядной свай с накопителем энергии является периодом накопления энергии в зарядной свае с накопителем энергии в соответствии со способом 9 в варианте 5 настоящего изобретения. На фигуре вертикальная ось E обозначает оставшееся электрическое количество зарядной свай с накопителем энергии, а горизонтальная ось t обозначает время; t_1 и t_1° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предшествующего транспортного средства i_1 , соответственно, t_2 и t_2° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предшествующего транспортного средства i_2 , соответственно; TP_2 - зарезервированное выделяемое количество электричества предшествующего транспортного средства i_2 , которое зарезервировано для зарядки в период $[t_2, t_2^\circ]$; $E_{\text{номинал}}$ - номинальное количество электричества аккумуляторной батареи зарядной свай с накопителем энергии; $E(t_1)$, $E(t_1^\circ)$ и $E(t_2)$ соответствуют оставшемуся количеству электроэнергии в зарядной свае с накопителем энергии j_w в моменты времени t_1 , t_1° и t_2 .

[00102] На Фиг. 2 - схема способа 10 в варианте реализации 2 настоящего изобретения, когда зарядная свая с накопителем энергии j_w позволяет электромобилю i проскочить очередь для резервирования для зарядки в период простоя с конечным выделенным количеством электроэнергии $[t_1^\circ, t_2]$; на фигуре вертикальная ось E обозначает оставшееся количество электричества в зарядной свае с накопителем

энергии, а горизонтальная ось t обозначает время; t_1 и t_1° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предыдущего транспортного средства i_1 соответственно, t_2 и t_2° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предыдущего транспортного средства i_2 соответственно; t_w - расчетное время прибытия автомобиля i на зарядную свая j_w , t_w - расчетное время прибытия автомобиля i на зарядную свая j_w ; t_3° - последнее время окончания зарядки автомобиля i , когда зарядная свая j_w позволяет автомобилю i проскочить очередь на зарядку, t_4 и t_4° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предыдущего автомобиля i_4 , соответственно; $E_{\text{номинал}}$ - номинальное количество электричества аккумуляторной батареи зарядной сваи с накопителем энергии.

ВАРИАНТ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[00103] Далее будет подробно описана техническая схема настоящего изобретения с конкретными вариантами осуществления и прилагаемыми чертежами, что не ограничивает объем защиты права настоящего изобретения.

[00104] Перед описанием конкретных вариантов реализации изобретения будут пояснены методы с 1 по 10, задействованные в конкретных вариантах реализации настоящего изобретения.

Метод 1: Метод получения расстояния между сегментами пути:

[00105] В соответствии с полученными координатами положения зарядных свай платформа диспетчерской системы получает все зарядные сваи, распределенные вдоль пути l_z . В предположении, что имеется n зарядных свай, матрица направленной последовательности n зарядных свай по пути l_z от места отправления O обозначается как $(j_1, j_2, \dots, j_n)^T$. $(j_0, j_1, \dots, j_n, j_{n+1})^T$ обозначает матрицу направленной последовательности сегментированных точек пути l_z , в которой сегментированными точками служат место отправления O , n распределенных вдоль пути зарядных свай и пункт назначения D , где j_0 соответствует месту отправления O , а j_{n+1} - пункту назначения D .

[00106] Платформа диспетчерской системы получает расстояние $(j_0, j_1, \dots, j_n, j_{n+1})^T$ между двумя соседними сегментированными точками из существующей карты соответственно. Полученное расстояние сегментированного пути обозначается матрицей направленных последовательностей $(dist_{0,1}, dist_{1,2}, \dots, dist_{n-1,n}, dist_{n,n+1})^T$, где $dist_{0,1}$ обозначает расстояние пути от места отправления O до первой зарядной сваи j_1 , $dist_{1,2}$ - расстояние от первой зарядной сваи j_1 до второй зарядной сваи j_2 и т.д., $dist_{n,n+1}$ - расстояние от n -й зарядной сваи j_n до пункта назначения D.

Метод 2: Метод оценки времени движения по сегментированному пути электромобиля i :

[00107] В соответствии с уравнением 2-1 оценивается время движения $t_{w-1,w}$ сегментированного пути электромобиля i :

$$[00108] \quad t_{w-1,w} = \frac{dist_{w-1,w}}{\bar{v}_w}, \quad \forall w \in [1, n+1] \quad 2-1$$

[00109] В уравнении 2-1 $dist_{w-1,w}$ обозначает расстояние от сегментированной точки j_{w-1} до сегментированной точки j_w , полученное по методу 1. \bar{v}_w обозначает среднюю скорость электромобиля i от сегментированной точки j_{w-1} до сегментированной точки j_w , причем \bar{v}_w может быть средней скоростью электромобиля i , проходящего через точку $dist_{w-1,w}$ за исторический статистический период, полученной из больших исторических данных о дорожном движении, или средняя скорость всех транспортных средств, проезжающих через $dist_{w-1,w}$ за исторический статистический период, полученный из больших исторических данных о дорожном движении, причем значение исторического статистического периода задается пользователем.

[00110] Время движения $t_{w-1,w}$ электромобиля i также может быть получено непосредственно из существующей ГИС-карты.

Метод 3: Для оценки энергопотребления сегментированного пути электромобиля i может быть выбран один из двух следующих методов:

[00111] Метод А: расход энергии сегментированного пути электромобиля i в соответствии со следующим уравнением 3-1:

[00112] $EC_{w-1,w} = Aver \times dist_{w-1,w}, \forall w \in [1, n + 1]$ 3-1

[00113] В уравнении 3-1 $EC_{w-1,w}$ обозначает расчетное потребление энергии электромобилем i от сегментированной точки j_{w-1} до сегментированной точки j_w , причем сегментированные точки j_{w-1} и j_w получены по методу 1. $dist_{w-1,w}$ определяется как в уравнении 2-1. $Aver$ - расход электроэнергии на единицу пробега электромобиля i .

[00114] Расход электроэнергии на единицу пробега $Aver$ рассчитывается в соответствии с уравнением 3-2:

[00115] $Aver = (m_{\text{электромобиль}} + m_{\text{нагрузка}})\varphi$ 3-2

[00116] В уравнении 3-2 $m_{\text{электромобиль}}$ - это масса кузова электромобиля i , а $m_{\text{нагрузка}}$ - нагрузка электромобиля i . Если тип электромобиля i не является типом транспортного средства, впервые зарезервированным на платформе диспетчерской системы, то φ - это исторический коэффициент удельного расхода энергии электромобиля i , полученный платформой диспетчерской системы из больших исторических данных о дорожном движении; если же это тип транспортного средства, зарезервированный впервые, то коэффициент удельного расхода энергии φ рассчитывается в соответствии с уравнением 3-3.

[00117] $\varphi = \frac{bat_cap_i}{m_{\text{электромобиль}} \times S_{\max}}$ 3-3

[00118] В уравнении 3-3 S_{\max} - максимальный пробег модели электромобиля i , указанный производителем, bat_cap_i - номинальное количество электричества силовой батареи электромобиля i , а $m_{\text{электромобиль}}$ определяется как в уравнении 3-2.

[00119] Метод В: расход энергии на сегментированном пути $EC_{w-1,w}$ электромобиля i в соответствии со следующим уравнением 3-4:

[00120] $EC_{w-1,w} = dist_{w-1,w} \times kWh \forall w \in [1, n + 1]$ 3-4

[00121] В уравнении 3-4 $EC_{w-1,w}$ определяется как в уравнении 3-1, $dist_{w-1,w}$ определяется как в уравнении 2-1, а kWh - расход электроэнергии на 100 км пробега электромобиля i , который может быть получен из заводских параметров или из больших исторических данных о дорожном движении.

Метод 4: Продолжительность зарядки $T_{w,i}^{\text{зарядка}}$ электромобиля i на зарядной свая

j_w оценивается в соответствии со следующим уравнением 4-1:

[00122] В уравнении 4-1 P_w^{out} обозначает постоянную выходную мощность зарядной сваи j_w , а TP_w - резервное выделяемое количество электричества для электромобиля i на зарядной свае j_w , оцененное по методу 10.

Метод 5: Продолжительность зарядки в очереди $t_{w,i}^{зарядка}$ очереди электромобиля i на зарядной свае j_w оценивается в соответствии со следующим уравнением 5-1:

$$T_{w,i}^{queuing} = t_{w,i}^{зарядка} - t_w \quad 5-1$$

[00124] В уравнении 5-1 $t_{w,i}^{зарядка}$ - это время начала резервной зарядки, оцененное методом 10, t_w - это время прибытия электромобиля i к зарядной свае j_w , которое оценивается методом 6.

Метод 6: Время t_w прибытия электромобиля i к зарядной свае j_w оценивается в соответствии со следующим уравнением 6-1:

$$t_w = t_0 + \text{сумма длительностей зарядки в резерве} + \text{сумма длительностей зарядки в очереди} + t_{0,w} \quad \forall w \in [1, n] \quad 6-1$$

[00126] В уравнении 6-1 t_0 обозначает время отправления электромобиля i ; $t_{0,w}$ обозначает продолжительность движения электромобиля i по пути l_z от места отправления O до зарядной сваи j_w ; $t_{0,w}$ получается путем оценки времени движения каждого сегмента пути l_z от места отправления O до зарядной сваи j_w методом 2 и последующего накопления времени движения; сумма продолжительности зарядки, зарезервированной заранее, означает сумму продолжительности зарядки, зарезервированной для зарядки на других зарядных сваях вдоль пути, когда электромобиль i прибывает на зарядную сваю j_w по пути l_z от места отправления O , а продолжительность зарядки на других зарядных сваях вдоль пути получается соответственно методом 4; сумма продолжительности в предыдущей очереди ожидания зарядки означает сумму продолжительности в очереди ожидания зарядки, которая зарезервирована для зарядки на других зарядных сваях вдоль пути, когда электромобиль i прибывает на зарядную сваю j_w по пути l_z из места отправления O , а продолжительность в очереди ожидания зарядки на других зарядных сваях вдоль пути получается методом 5, соответственно.

Метод 7: оставшееся количество электричества $RE_i(t_w)$ электромобиля i в

момент времени t_w , когда электромобиль прибывает на зарядную свая j_w , оценивается в соответствии со следующим уравнением 7-1:

[00127] $RE_i(t_w) = bat_cap_{str} +$ сумма предварительно зарезервированного выделенного количества электричества - $EC_{0,w} \forall w \in [1, n]$ 7-1

[00128] В уравнении 7-1 bat_cap_{str} - это начальное оставшееся количество электричества электромобиля i ; сумма предварительно зарезервированного выделенного количества электричества - это сумма количества электричества, зарезервированного для выделения на других зарядных сваях вдоль пути, когда электромобиль i прибывает на зарядную свая j_w из места отправления O по пути l_z , а зарезервированное выделяемое количество электричества на других зарядных сваях вдоль пути оценивается методом 10, соответственно; $EC_{0,w}$ - расход энергии электромобиля i , движущегося по пути l_z от места отправления O до зарядной свая j_w , причем $EC_{0,w}$ получается путем оценки сегментного расхода энергии электромобиля i по методу 3 и последующего накопления расхода энергии.

Метод 8: Оценивается комплексное количество электричества накопления $E(t_2 - t_1)$ зарядной свая j_w :

[00129] Если зарядная свая настоящего изобретения представляет собой зарядную свая с накопителем энергии, то источником питания зарядной свая с накопителем энергии является генерация новой энергии, включая одну или несколько генераций солнечной энергии и ветровой энергии, и может также включать дополнительное накопление энергии для покупки электроэнергии из электросети.

[00130] Комплексное количество электричества накопления $E(t_2 - t_1)$ зарядной свая j_w обозначается следующим уравнением 8-1:

[00131] $E(t_2 - t_1) = \int_{t_1}^{t_2} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t)$ 8-1

[00132] Ограничивающее условие уравнения 8-1 имеет вид: $E(t_2 - t_1) \leq E_{\text{номинал}}$; где $E_{\text{номинал}}$ - номинальное количество электричества аккумулятора зарядной свая j_w ; t_1 - время начала накопления энергии; t_2 - время окончания накопления энергии; $p_{\text{накопление}}(t)$ - прогнозируемая мощность накопления энергии зарядной свая j_w в момент времени t ; если источником питания зарядной свая с накопителем энергии является солнечная генерация, то $p_{\text{накопление}}(t)$ - это прогнозируемая

выходная мощность солнечной генерации в момент времени t , которая прогнозируется методом существующего уровня техники; если источником питания зарядной сваи с накопителем энергии является ветровая генерация, то $p_{\text{накопление}}(t)$ - это прогнозируемая выходная мощность ветровой генерации в момент времени t , которая прогнозируется методом существующего уровня техники; если источником питания зарядной сваи с накопителем энергии является дополнительное накопление энергии для покупки электроэнергии из электросети, то $p_{\text{накопление}}(t)$ - это постоянная выходная мощность электросети; если источником питания зарядной сваи с накопителем энергии является комбинированная выработка энергии из нескольких источников питания - солнечной энергии, ветровой энергии или дополнительного накопления энергии для покупки электроэнергии из электросети, то $p_{\text{накопление}}(t)$ - это выходная мощность комбинированной выработки энергии.

[00133] Поскольку выработка солнечной энергии или ветровой энергии тесно связана с погодными условиями, освещенностью и другими факторами, для повышения точности оценки каждый раз, когда проходит время Δt , платформа диспетчерской системы повторно оценивает количество электричества комплексного накопления энергии $E(t_2 - t_1)$ зарядной сваи j_w .

Метод 9: Метод объявления типа периода простоя зарядной сваи j_w и соответствующего выделяемого количества электричества состоит из следующих шагов:

[00134] (9.1) Зарядная свая j_w создает и хранит список зарезервированных услуг, а содержимое полей списка зарезервированных услуг включает имя пользователя электромобиля, номер электромобиля, модель автомобиля, зарезервированное время начала зарядки и оставшееся количество электричества в зарядной свае, соответствующее данному времени, зарезервированное время окончания зарядки и оставшееся количество электричества в зарядной свае, соответствующее данному времени, зарезервированное выделяемое количество электричества, продолжительность зарядки, тип периода простоя и соответствующее выделяемое количество электричества.

[00135] (9.2) период простоя подразделяется на два типа: период простоя накопителя энергии и период простоя выделенного количества электричества в

зарядной свае с накопителем энергии j_w . Тип периода простоя и соответствующее распределяемое количество электричества объявляются в соответствии с шагом (9.3) или шагом (9.4) соответственно.

[00136] Период накопления энергии зарядной сваи j_w означает, что для того, чтобы не влиять на объем зарядки других транспортных средств, зарезервированных для зарядки после периода накопления энергии и зарезервированного времени начала и окончания зарядки, зарядка электромобиля не может быть организована только как период накопления энергии этой сваи в период простоя, а период накопления энергии зарядной сваи j_w включает время начала накопления энергии и время окончания накопления энергии;

[00137] Период простоя распределяемого количества электричества - это оставшийся период простоя зарядной сваи с накопителем энергии j_w после исключения периода накопления энергии из всех периодов простоя в списке зарезервированных услуг, включая время начала зарядки и время окончания зарядки электромобиля в период простоя распределяемого количества электричества;

[00138] (9.3) Метод объявления периода накопления энергии в зарядной свае j_w заключается в следующем:

[00139] В списке зарезервированных услуг зарядной сваи j_w производится поиск периода простоя, как показано на Фиг. 1. Если транспортные средства зарезервировали зарядку до и после периода простоя $[t_1^\circ, t_2]$, то если предшествующее транспортное средство i_1 зарезервировало зарядку в период $[t_1, t_1^\circ]$, то зарезервированное выделяемое количество электричества равно TP_1 ; предшествующее транспортное средство i_2 зарезервировало зарядку в период $[t_2, t_2^\circ]$, то зарезервированное выделяемое количество электричества равно TP_2 ; где t_1 и t_1° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предшествующего транспортного средства i_1 соответственно, а t_2 и t_2° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предшествующего транспортного средства i_2 соответственно; $t_1 < t_1^\circ < t_2 < t_2^\circ$. $E(t_1)$, $E(t_1^\circ)$, $E(t_2)$ и $E(t_2^\circ)$ соответствуют расчетному остатку электроэнергии в зарядной свае j_w в моменты

времени t_1 , t_1° , t_2 и t_2° . Если выполняется следующее уравнение 9-1, то $[t_1^\circ, t_2]$ объявляется периодом накопления энергии в зарядной свае j_w . В этот период накопления энергии ни одно транспортное средство не может быть зарезервировано для зарядки или заряжено. В это время t_1° - время начала накопления энергии в зарядной свае j_w , а t_2 - время окончания накопления энергии в зарядной свае j_w .

$$[00140] \quad \begin{cases} 0 \leq E(t_2) \leq E_{\text{номинал}} \text{ и } E(t_2) = TP_2 \\ E(t_2) = E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_2} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \text{ 9-1} \\ t_1 < t_1^\circ < t_2 < t_2^\circ \end{cases}$$

[00141] В уравнении 9-1 $E_{\text{номинал}}$ - номинальное количество электричества аккумуляторной батареи зарядной сваи j_w ; $p_{\text{накопление}}(t)$ - прогнозируемая мощность накопления энергии зарядной сваи j_w в момент времени t , которая прогнозируется методом существующего уровня техники, как в методе 8.

[00142] Каждый раз, когда проходит время Δt , платформа диспетчерской системы заново оценивает комплексное количество электричества накопления $\int_{t_1^\circ}^{t_2} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t)$ зарядной сваи j_w по уравнению 9-1, повторно оценивает и объявляет количество электричества в соответствии с уравнением 9-1, а также обновляет список зарезервированных услуг для зарядной сваи j_w .

[00143] (9.4) Метод объявления периода простоя выделяемого количества электроэнергии зарядной сваи j_w включает в себя следующие шаги.

[00144] Во-первых, производится поиск всех периодов простоя в списке резервированных услуг зарядной сваи с накопителем энергии j_w , и после исключения периода накопления энергии, объявленного на шаге (9.3), оставшиеся периоды являются периодами простоя распределяемого количества электричества.

[00145] Во-вторых, период простоя выделенного количества электричества делится на временные точки в соответствии с фиксированной продолжительностью ρ , где ρ - константа, определяемая пользователем. Если период простоя выделенного количества электричества составляет 9:00-10:15, а ρ задается пользователем как 30 минут, то этот период может быть разделен на четыре временные точки: 9:00, 9:30, 10:00 и 10:15. В каждой временной точке может быть объявлено последнее время окончания зарядки электромобиля и выделяемое количество электричества

соответственно. Метод объявления заключается в следующем.

[00146] Период простоя выделяемого количества электричества задается как $[t_1^\circ, t_2]$, который может быть разделен на несколько временных точек $t_1^\circ, (t_1^\circ + \rho), (t_1^\circ + 2 \times \rho), \dots, t_1^\circ + k \times \rho, (t_1^\circ + (k + 1) \times \rho), \dots, t_2, k = 0, 1, 2, 3, \dots, \exists k \in \mathbb{N}$, а в качестве момента времени $(t_1^\circ + k \times \rho)$ задается зарезервированное время начала зарядки электромобиля в период простоя выделенного количества электричества. Если предположить, что транспортные средства зарезервировали зарядку до и после периода простоя выделенного количества электричества $[t_1^\circ, t_2]$, то если предшествующее транспортное средство i_1 зарезервировало зарядку в период $[t_1, t_1^\circ]$, то зарезервированное выделяемое количество электричества равно $TP_1 = E(t_1^\circ) - E(t_1)$; если другой предшествующий автомобиль i_2 зарезервировало зарядку в период $[t_2, t_2^\circ]$, то зарезервированное выделяемое количество электричества равно $TP_2 = E(t_2^\circ) - E(t_2)$, где t_1 и t_1° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предшествующего транспортного средства i_1 соответственно, а t_2 и t_2° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки другого предшествующего транспортного средства i_2 соответственно; $t_1 < t_1^\circ < t_2 < t_2^\circ$; $E(t_1), E(t_1^\circ), E(t_2)$ и $E(t_2^\circ)$ соответствуют расчетному оставшемуся количеству электроэнергии в зарядной свая j_w в моменты времени t_1, t_1°, t_2 и t_2° . Период простоя зарядной свая с накопителем энергии j_w должен удовлетворять следующему уравнению 9-2:

$$[00147] \quad TP_2 \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_1^\circ + k \times \rho} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) - P_w^{\text{out}} \times (t_3^\circ - (t_1^\circ + k \times \rho)) + \int_{t_3^\circ}^{t_2^\circ} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \quad 9-2$$

[00148] Ограничивающее условие уравнения 9-2 имеет вид:

$$[00149] \quad \begin{cases} 0 \leq E(t_2^\circ) \leq E_{\text{номинал}} \\ 0 \leq E(t_2) \leq E_{\text{номинал}} \\ 0 \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_1^\circ + k \times \rho} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \leq E_{\text{номинал}} \\ P_w^{\text{out}} \times (t_3^\circ - (t_1^\circ + k \times \rho)) \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_1^\circ + k \times \rho} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \\ t_1 < t_1^\circ \leq (t_1^\circ + k \times \rho) < t_3^\circ < t_2 < t_2^\circ \end{cases}$$

[00150] В уравнении 9-2 и его ограничительных условиях $p_{\text{накопление}}(t)$ - это прогнозируемая мощность накопления энергии зарядной сваи j_w в момент времени t , которая прогнозируется по методу существующего уровня техники, как в методе 8; P_w^{out} - постоянная выходная мощность зарядной сваи j_w ; $E_{\text{номинал}}$ - номинальное количество электричества аккумуляторной батареи зарядной сваи j_w .

[00151] Последнее время окончания зарядки t_3° электромобиля может быть получено из уравнения 9-2 и его ограничительных условий, $[t_3^\circ, t_2]$ - период накопления энергии в зарядной свае с накопителем энергии j_w .

[00152] Соответствующее распределяемое количество электричества $Q_w(t)$ зарядной сваи j_w в момент времени $(t_1^\circ + k \times \rho)$ в период простоя распределяемого количества электричества $[t_1^\circ, t_2]$ оценивается согласно следующему набору уравнений

$$9-3: \begin{cases} Q_w(t) = E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_1^\circ + k \times \rho} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t), \text{ когда } (t_1^\circ + k \times \rho) < t^{\text{номинал}} \\ Q_w(t) = E_{\text{номинал}}, \text{ когда } t^{\text{номинал}} \leq (t_1^\circ + k \times \rho) < t_3^\circ \text{ и } (t_3^\circ - (t_1^\circ + k \times \rho)) > \left(\frac{E_{\text{номинал}}}{P_w^{\text{out}}}\right) \\ Q_w(t) = P_w^{\text{out}} \times (t_3^\circ - (t_1^\circ + k \times \rho)), \text{ когда } t^{\text{номинал}} \leq (t_1^\circ + k \times \rho) \text{ и } (t_3^\circ - (t_1^\circ + k \times \rho)) \leq \left(\frac{E_{\text{номинал}}}{P_w^{\text{out}}}\right) \end{cases}$$

9-3

[00153] В уравнении 9-3 $k = 0, 1, 2, 3, \dots, \exists k \in \mathbb{N}$; $t^{\text{номинал}}$ обозначает время, когда количество электричества зарядной сваи с накопителем энергии j_w достигает номинального количества электричества, а определения остальных переменных аналогичны уравнению 9-2 и его ограничениям.

[00154] Соответствующее выделяемое количество электричества $Q_w(t)$ в момент времени $(t_1^\circ + k \times \rho)$ в периоде простоя выделенного количества электричества $[t_1^\circ, t_2]$ объявляется в списке резервированных услуг зарядной сваи с накопителем энергии j_w . Остальные моменты времени объявляются в соответствии с методом, объявленным в момент времени $(t_1^\circ + k \times \rho)$.

[00155] Каждый раз, когда проходит время Δt , платформа диспетчерской системы повторно оценивает комплексное накопленного количество электричества $\int_{t_1^\circ}^{t_1^\circ + k \times \rho} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t)$ и $\int_{t_3^\circ}^{t_2} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t)$ зарядной сваи j_w в уравнении 9-2, повторно оценивает и объявляет количество электричества в соответствии с уравнением 9-2 и его условиями ограничений, а также уравнением 9-3,

и обновляет список зарезервированных услуг для зарядной сваи j_w .

Метод 10: Выделяемое количество электричества $Q_w(i)$, которое зарядная свая j_w может поставить электромобилю i , зарезервированное время начала зарядки $t_{w,i}^{\text{зарядка}}$ зарядки электромобиля i на зарядной свае j_w , соответственно оценивается резервная продолжительность зарядки $T_{w,i}^{\text{зарядка}}$ зарядки электромобиля i на зарядной свае j_w и резервное количество выделенной электроэнергии TP_w электромобиля i на зарядной свае j_w :

[00156] Метод оценки 1: если зарядная свая j_w представляет собой зарядную сваю с накопителем энергии, то конкретные шаги метода оценки состоят в следующем.

[00157] (10-1-1) сначала устанавливается ограничение времени ожидания в очереди σ после времени t_w , когда электромобиль i прибывает на зарядную сваю j_w , где σ - заданное пользователем значение времени.

[00158] (10-1-2), в списке зарезервированных услуг зарядной сваи j_w выполняется поиск периода простоя зарядной сваи j_w между t_w и $t_w + \sigma$. В соответствии с типами периодов простоя, объявленными в Методе 9, если все найденные типы периодов простоя являются периодами накопления энергии, то выделяемое количество электричества, которое зарядная свая j_w может поставить электромобилю i , равно $Q_w(i) = 0$. Зарядная свая j_w не способна резервировать для зарядки электромобиля i , то есть зарезервированное выделяемое количество электричества $TP_w = 0$; если найденный тип периода простоя является периодом простоя выделенного количества электричества, переходим к шагу (10-1-3).

[00159] На шаге (10-1-3) в списке зарезервированных услуг зарядной сваи j_w выполняется поиск периода простоя с распределенным количеством электроэнергии. Предполагается, что предыдущее транспортное средство i_1 зарезервировало зарядку в период $[t_1, t_1^\circ]$ перед данным периодом простоя выделенного количества электричества, где t_1 и t_1° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предыдущего транспортного средства i_1 соответственно, $E(t_1)$ и $E(t_1^\circ)$ соответствуют оставшемуся количеству электроэнергии в зарядной свае j_w в моменты времени t_1 и t_1° , а зарезервированное выделяемое количество электричества предшествующего

транспортного средства i_1 равно $TP_1 = E(t_1^\circ) - E(t_1)$. После t_1° нет ни одного автомобиля, резервирующего зарядку, то есть данный период простоя выделенного количества электричества бесконечен и обозначается как $[t_1^\circ, \infty)$. Если период простоя выделенного количества электричества не бесконечен, переходим к шагу (10-1-4).

[00160] Резервное время начала зарядки $t_{w,i}^{\text{зарядка}}$ электромобиля i на зарядной свае j_w оценивается в соответствии со следующим уравнением 10-1:

$$[00161] \quad t_{w,i}^{\text{зарядка}} = \max(t_1^\circ, t_w) \quad 10-1$$

[00162] Распределяемое количество электричества $Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}})$ зарядной сваи j_w в период простоя распределяемого количества электричества $[t_1^\circ, \infty)$ оценивается в соответствии со следующим набором уравнений 10-2:

$$[00163] \quad \begin{cases} Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) = E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t), \text{ when } t_1^\circ \leq t_{w,i}^{\text{зарядка}} \leq t_{\text{номинал}} \\ Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) = E_{\text{номинал}} \text{ когда } t_{w,i}^{\text{зарядка}} > t_{\text{номинал}} \end{cases}$$

10-2

[00164] Ограничивающее условие набора уравнений 10-2 имеет следующий вид:

$$[00165] \quad 0 \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \leq E_{\text{номинал}}$$

[00166] Резервируемое количество электричества TP_w зарядной сваи j_w в период $[t_1^\circ, \infty)$ оценивается по следующему набору уравнений 10-3:

$$[00167] \quad TP_w = \min(Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}}), (bat_cap_i - RE_i(t_w))) \quad 10-3$$

[00168] Резервная продолжительность зарядки $T_{w,i}^{\text{зарядка}}$ электромобиля i на зарядной свае j_w оценивается по следующему уравнению 10-4:

$$[00169] \quad T_{w,i}^{\text{зарядка}} = TP_w \div P_w^{\text{out}} \quad 10-4$$

[00170] Оставшееся количество электричества за резервное время начала зарядки $t_{w,i}^{\text{зарядка}}$, соответствующее зарядной свае j_w , равно $E(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) = Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}})$, оставшееся количество электричества за резервное время окончания зарядки $(t_{w,i}^{\text{зарядка}} + T_{w,i}^{\text{зарядка}})$, соответствующее зарядной свае j_w , равно $E(t_{w,i}^{\text{зарядка}} + T_{w,i}^{\text{зарядка}}) = E(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) - TP_w$.

[00171] Указанные переменные в уравнениях шага (10-1-3) определяются следующим образом: $t_{w,i}^{\text{зарядка}}$ - зарезервированное время начала зарядки автомобиля i на зарядной свае j_w ; t_w - расчетное время прибытия автомобиля i на зарядную сваю j_w ; $Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}})$ - расчетное выделяемое количество электричества зарядной сваи j_w в $[t_1^\circ, \infty)$; $E(t_1^\circ)$ - расчетный остаток электроэнергии зарядной сваи j_w в зарезервированное время окончания зарядки t_1° , соответствующее предшествующему автомобилю i_1 ; $p_{\text{накопление}}(t)$ - прогнозируемая мощность накопления энергии зарядной сваи j_w в соответствующий момент времени t , которая прогнозируется методом существующего уровня техники, как в методе 8; $\int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t)$ - прогнозируемое комплексное накопленное количество электричества зарядной сваи j_w в период $[t_1^\circ, t_{w,i}^{\text{зарядка}}]$, как в методе 8; P_w^{out} - постоянная выходная мощность зарядной сваи j_w ; $E_{\text{номинал}}$ - номинальное количество электричества накопителя энергии зарядной сваи j_w ; $t^{\text{номинал}}$ - время достижения зарядной сваей j_w номинального количества электричества $E_{\text{номинал}}$ в $[t_1^\circ, \infty)$; bat_cap_i - номинальное количество электричества силовой батареи автомобиля i , $RE_i(t_w)$ - расчетное остаточное количество электричества автомобиля i в момент времени t_w , когда автомобиль прибывает к зарядной свае j_w ; TP_w - зарезервированное выделяемое количество электричества автомобиля i в $[t_1^\circ, \infty)$ зарядной сваи j_w ; $T_{w,i}^{\text{зарядка}}$ - резервная продолжительность зарядки автомобиля i на зарядной свае j_w .

[00172] (10-1-4), как показано на Фиг. 2, если предположить, что предшествующее транспортное средство i_1 зарезервировало для зарядки на зарядной свае j_w в период $[t_1, t_1^\circ]$, то зарезервированное выделяемое количество электричества составляет TP_1 ; если предположить, что предыдущее транспортное средство i_2 зарезервировало для зарядки на зарядной свае j_w в период $[t_2, t_2^\circ]$, то зарезервированное выделяемое количество электричества равно TP_2 ; где t_1 и t_1° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предыдущего транспортного средства i_1 соответственно, t_2 и t_2° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и

зарезервированному времени окончания зарядки предыдущего транспортного средства i_2 соответственно; $t_1 < t_1^\circ < t_2 < t_2^\circ$; $E(t_1)$, $E(t_1^\circ)$, $E(t_2)$ и $E(t_2^\circ)$ соответствуют расчетному оставшемуся количеству электроэнергии зарядной сваи j_w в моменты времени t_1 , t_1° , t_2 и t_2° , которые получены путем поиска в списке резервных услуг зарядной сваи j_w . Условием того, что зарядная свая j_w позволит электромобилю i проскочить очередь на резервирование для зарядки в период простоя распределяемого количества электроэнергии $[t_1^\circ, t_2]$, чтобы не повлиять на зарезервированное выделяемое количество электричества и зарезервированное время начала и окончания зарядки других предшествующих транспортных средств, которые уже зарезервировали зарядку после этого периода $[t_1^\circ, t_2]$, как показано в методе 9, т.е. зарядка и разрядка зарядной сваи j_w в зарезервированный период зарядки $[t_2, t_2^\circ]$ должна сначала удовлетворять следующему уравнению 10-5:

$$[00173] \quad TP_2 \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) - P_w^{\text{out}} \times (t_3^\circ - t_{w,i}^{\text{зарядка}}) + \int_{t_3^\circ}^{t_2} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t)$$

10-5

[00174] Ограничивающее условие уравнения 10-5 имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) - P_w^{\text{out}} \times (t_3^\circ - t_{w,i}^{\text{зарядка}}) + \int_{t_3^\circ}^{t_2} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \leq E_{\text{номинал}} \\ 0 \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \leq E_{\text{номинал}} \\ P_w^{\text{out}} \times (t_3^\circ - t_{w,i}^{\text{зарядка}}) \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \\ t_1 < t_1^\circ \leq t_{w,i}^{\text{зарядка}} < t_3^\circ < t_2 < t_2^\circ \end{array} \right.$$

[00175] Согласно уравнению 10-5 и его условию ограничения, последнее время окончания зарядки t_3° электромобиля i может быть рассчитано, если зарядная свая j_w позволяет электромобилю i проскочить очередь на зарядку в резервный период зарядки $[t_1^\circ, t_2]$.

[00176] Выделяемое количество электричества $Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}})$ зарядной сваи j_w в период простоя выделяемого количества электричества $[t_1^\circ, t_2]$ оценивается в соответствии со следующим набором уравнений 10-6:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) = E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t), \text{ когда } t_{w,i}^{\text{зарядка}} < t^{\text{номинал}} \\ Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) = E_{\text{номинал}}, \text{ когда } t^{\text{номинал}} \leq t_{w,i}^{\text{зарядка}} < t_3^\circ \text{ и } (t_3^\circ - t_{w,i}^{\text{зарядка}}) > \left(\frac{E_{\text{номинал}}}{P_w^{\text{out}}}\right) \\ Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) = P_w^{\text{out}} \times (t_3^\circ - t_{w,i}^{\text{зарядка}}), \text{ когда } t^{\text{номинал}} \leq t_{w,i}^{\text{зарядка}} < t_3^\circ \text{ и } (t_3^\circ - t_{w,i}^{\text{зарядка}}) \leq \left(\frac{E_{\text{номинал}}}{P_w^{\text{out}}}\right) \end{array} \right.$$

10-6

[00177] В уравнении 10-5 и уравнении 10-6 оценка резервного времени начала зарядки $t_{w,i}^{\text{зарядка}}$ электромобиля i на зарядной свая j_w производится в соответствии со следующим уравнением 10-7:

$$[00178] \quad t_{w,i}^{\text{зарядка}} = \max(t_1^\circ, t_w) \quad 10-7$$

[00179] $Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}})$ получается согласно уравнению 10-6, а зарезервированное выделяемое количество электричества TP_w электромобиля i на зарядной свая j_w оценивается согласно следующему уравнению 10-8:

$$[00180] \quad TP_w = \min\left(Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}}), (bat_cap_i - RE_i(t_w))\right) \quad 10-8$$

[00181] TP_w получено в соответствии с уравнением 10-8, а резервная выделенная продолжительность зарядки $T_{w,i}^{\text{зарядка}}$ электромобиля i на зарядной свая j_w оценивается в соответствии со следующим уравнением 10-9:

$$[00182] \quad T_{w,i}^{\text{зарядка}} = TP_w \div P_w^{\text{out}} \quad 10-9$$

[00183] Если перед электромобилем i есть другие предшествующие транспортные средства, которые резервируют зарядку на зарядной свая j_w , но время резервирования зарядки наступает после периода $[t_2, t_2^\circ]$ предыдущего транспортного средства i_2 , зарезервированного для зарядки, условием того, что зарядная свая j_w позволит электромобилю i проскочить очередь на резервирование для зарядки в период простоя выделенного количества электричества $[t_1^\circ, t_2]$ заключается в том, что помимо обеспечения неизменности зарезервированного выделенного количества электричества TP_2 предшествующего транспортного средства i_2 в зарезервированный период зарядки $[t_2, t_2^\circ]$, необходимо также обеспечить неизменность зарезервированного времени начала и окончания и зарезервированного выделенного количества электричества для всех других предшествующих транспортных средств, и конкретные методы заключаются в следующем.

[00184] Предполагается, что в период $[t_4, t_4^\circ]$ перед электромобилем i

имеются другие предшествующие транспортные средства i_4 , которые резервируют зарядку, причем t_4 и t_4° соответствуют резервному времени начала зарядки и резервному времени окончания зарядки предшествующего транспортного средства i_4 , соответственно. Зарезервированное выделяемое количество электричества составляет TP_4 , при этом $t_2 < t_2^\circ < t_4 < t_4^\circ$, TP_w также соответствует следующему уравнению 10-10:

$$[00185] \quad TP_4 \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) - TP_w + \int_{t_{w,i}^{\text{зарядка}} + T_{w,i}^{\text{зарядка}}}^{t_2} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) - TP_2 + \int_{t_2^\circ}^{t_4} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \quad 10-10$$

[00186] Если TP_w не удовлетворяет уравнению 10-10, то уменьшите TP_w , и соответствующий $T_{w,i}^{\text{зарядка}}$ также уменьшается в соответствии с уравнением 10-9, но $T_{w,i}^{\text{зарядка}}$ остается неизменным до выполнения уравнения 10-10.

[00187] Если по истечении зарезервированного периода зарядки $[t_4, t_4^\circ]$ предшествующего транспортного средства i_4 появляются другие предшествующие транспортные средства $i_5, i_6 \dots$ зарезервированные для зарядки на зарядной свае j_w перед электромобилем i , предшествующие транспортные средства обрабатываются в соответствии с методом предшествующего транспортного средства i_4 соответственно до тех пор, пока TP_w не сможет обеспечить неизменность зарезервированного выделенного количества электричества для всех остальных предшествующих транспортных средств $i_2, i_4, i_5, i_6 \dots$. Если TP_w уменьшается до заданного порогового значения, но при этом не обеспечивается сохранение зарезервированного выделенного количества электричества для всех остальных предшествующих транспортных средств, и зарядная свая j_w не позволяет электромобилю i проскочить очередь на резервную зарядку в период простоя $[t_1^\circ, t_2]$, то есть в предположении, что зарезервированное выделяемое количество электричества составляет $TP_w = 0$.

[00188] Если конечное значение $TP_w \neq 0$, то оставшееся количество электричества в зарядной свае j_w , соответствующее зарезервированному времени начала зарядки $t_{w,i}^{\text{зарядка}}$ - $E(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) = E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t)$, и

оставшееся количество электричества в зарядной свае j_w , соответствующее зарезервированному времени окончания зарядки $(t_{w,i}^{\text{зарядка}} + T_{w,i}^{\text{зарядка}})$ равно $(t_{w,i}^{\text{зарядка}} + T_{w,i}^{\text{зарядка}}) = E(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) - TP_w$.

[00189] Вышеуказанные переменные в уравнениях шага (10-1-4) определяются следующим образом: TP_2 - зарезервированное выделяемое количество электричества предыдущего транспортного средства i_2 в зарезервированный период зарядки $[t_2, t_2^\circ]$; $E(t_1^\circ)$ - оставшееся количество электричества в зарядной свае j_w в зарезервированное время окончания зарядки t_1° , соответствующее предыдущему транспортному средству i_1 ; $p_{\text{накопление}}(t)$ - прогнозируемая мощность накопления энергии зарядной сваи j_w в соответствующий момент времени t , которая прогнозируется методом существующего уровня техники; P_w^{out} - постоянная выходная мощность зарядной сваи j_w ; $t_{w,i}^{\text{зарядка}}$ - резервное время начала зарядки автомобиля i на зарядной свае j_w ; t_w - расчетное время прибытия автомобиля i на зарядную сваю j_w ; $E_{\text{номинал}}$ - номинальное количество электричества аккумуляторной батареи зарядной сваи j_w ; t_3° - последнее время окончания зарядки автомобиля i , когда зарядная свая j_w позволяет автомобилю i проскочить очередь на зарядку, а $Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}})$ - расчетное распределяемое количество электричества зарядной сваи j_w в $[t_1^\circ, t_2]$; $t^{\text{номинал}}$ - время, когда накопленная энергия зарядной сваи j_w достигает номинального количества электричества $E_{\text{номинал}}$ в $[t_1^\circ, \infty)$; bat_cap_i - номинальное количество электричества силовой батареи автомобиля i , $RE_i(t_w)$ - расчетное остаточное количество электричества автомобиля i в момент времени t_w , когда автомобиль прибывает к зарядной свае j_w ; TP_w - зарезервированное выделяемое количество электричества автомобиля i в $[t_1^\circ, \infty)$ зарядной сваи j_w ; $T_{w,i}^{\text{зарядка}}$ - зарезервированная продолжительность зарядки автомобиля i на зарядной свае j_w ; TP_4 - зарезервированное выделяемое количество электричества предшествующего автомобиля i_4 в период $[t_4, t_4^\circ]$.

[00190] (10-1-5), каждый раз, когда проходит время Δt , платформа диспетчерской системы выполняет с шага (10-1-2) по шаг (10-1-4) в соответствии с обновленным списком зарезервированных услуг зарядной сваи j_w и заново оценивает

зарезервированное выделяемое количество электричества TP_w .

[00191] Метод оценки 2: если зарядная свая j_w является зарядной сваем с прямым питанием от электросети, то конкретный метод оценки заключается в следующем:

[00192] (10-2-1), сначала устанавливается предельное время ожидания в очереди σ после времени t_w , когда электромобиль i подъезжает к зарядной свае j_w , где σ - заданное пользователем значение времени. Определения следующих переменных в методе оценки 2 такие же, как и в методе оценки 1.

[00193] (10-2-2) в соответствии со списком зарезервированных услуг зарядной сваи j_w искать, существует ли период простоя между временем t_w и временем $t_w + \sigma$, когда электромобиль i прибывает на зарядную сваю j_w ; если периода простоя нет, то оценивается количество электричества $Q_w(i) = 0$, которое зарядная свая j_w способна предоставить электромобилю i , то есть зарезервированное количество электричества $TP_w = 0$ электромобиля i на зарядной свае j_w . Если есть период простоя, то переходим к шагу (10-2-3).

[00194] (10-2-3), если период простоя бесконечен, как на шаге (10-1-3), то период простоя обозначается как $[t_1^\circ, \infty)$, где t_1° соответствует времени окончания резервирования зарядки предыдущего транспортного средства i_1 и после t_1° нет другого предыдущего транспортного средства, зарезервированного для зарядки. Считается, что выделяемое количество электричества $Q_w(i)$, которое зарядная свая j_w может подать на электромобиль i , бесконечно.

[00195] Резервируемое выделяемое количество электричества TP_w электромобиля i на зарядной свае j_w оценивается согласно уравнению 10-11:

$$[00196] \quad TP_w = bat_cap_i - RE_i(t_w) \quad 10-11$$

[00197] В уравнении 10-11 bat_cap_i - номинальное количество электричества силовой батареи электромобиля i , $RE_i(t_w)$ - расчетное остаточное количество электричества электромобиля i в момент времени t_w , когда электромобиль прибывает на зарядную сваю j_w ;

[00198] Резервное время начала зарядки электромобиля i на зарядной свае j_w равно $t_{w,i}^{зарядка} = \max(t_1^\circ, t_w)$.

[00199] Резервная продолжительность зарядки равна $T_{w,i}^{\text{зарядка}} = TP_w \div P_w^{\text{out}}$.

[00200] (10-2-4), если период простоя конечен и составляет $[t_1^\circ, t_2]$, предполагая, что предшествующее транспортное средство i_1 зарезервировало для зарядки на зарядной свае j_w в период $[t_1, t_1^\circ]$, а зарезервированное выделяемое количество электричества составляет TP_1 ; существует предшествующее транспортное средство i_2 , которое зарезервировало для зарядки на зарядной свае j_w в период $[t_2, t_2^\circ]$, и зарезервированное выделяемое количество электричества равно TP_2 ; где t_1 и t_1° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предыдущего транспортного средства i_1 соответственно, t_2 и t_2° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предыдущего транспортного средства i_2 соответственно; $t_1 < t_1^\circ < t_2 < t_2^\circ$. Периоды простоя зарядной свай с прямым питанием от электросети являются периодами подзарядки электромобилей, так что выделяемое количество электричества $Q_w(i)$, которое зарядная куча j_w может предоставить электромобиллю i , заменяется периодами подзарядки $[t_1^\circ, t_2]$ зарядной свай j_w .

[00201] Резервное выделяемое количество электричества TP_w электромобилля i на зарядной свае j_w оценивается в соответствии со следующим уравнением 10-12:

$$[00202] \quad TP_w = \min\{(bat_cap_i - RE_i(t_w)), P_w^{\text{out}} \times (t_2 - t_{w,i}^{\text{зарядка}})\} \quad 10-12$$

[00203] В уравнении 10-12 bat_cap_i - номинальное количество электричества силовой батареи электромобилля i , $RE_i(t_w)$ - расчетное остаточное количество электричества электромобилля i в момент времени t_w , когда электромобиль прибывает на зарядную сваю j_w ; P_w^{out} - постоянная выходная мощность зарядной свай j_w ; $t_{w,i}^{\text{зарядка}}$ - резервное время начала зарядки электромобилля i на зарядной свае j_w .

[00204] Резервная продолжительность зарядки электромобилля i на зарядной свае j_w равна $T_{w,i}^{\text{зарядка}} = t_2 - t_{w,i}^{\text{зарядка}}$.

[00205] Для зарядной свай с прямым питанием от электросети её список зарезервированных услуг может не учитывать остаточное количество электричества зарядной свай j_w , соответствующее разным моментам времени.

[00206] Благодаря этому методу обеспечивается совместное использование зарядной сваи с накопителем энергии и зарядной сваи с прямым питанием от электросети с использованием согласования времени поступления и дифференциации времени поступления энергии, что повышает целостность сети зарядной свай и закладывает основу для создания сети быстрой зарядки.

Вариант реализации 1

[00207] Типы зарядных свай во всей дорожной сети в данном варианте реализации включают в себя существующие зарядные сваи с накопителями энергии, а также могут включать в себя существующие зарядные сваи с прямым питанием от электросети, напрямую подающие энергию от электросети на электромобили для зарядки. Источником питания для зарядных свай с накопителями энергии может быть один или несколько новых источников энергии или дополнительные накопители энергии для покупки электроэнергии из электросети. К новым источникам электроэнергии относятся солнечная и ветровая генерация. Электрическое транспортное средство заряжается постоянным током через зарядную сваю с накопителем энергии, что сокращенно называется быстрой зарядкой. В накопителе энергии зарядной сваи размещен модуль управления для автоматического переключения режимов работы. Когда электрическое транспортное средство подключено для зарядки, модуль управления переключается в режим разрядки зарядной сваи. Если электрическое транспортное средство не подключено для зарядки, модуль управления автоматически переключается в режим работы накопления энергии зарядной сваи.

[00208] В настоящем изобретении представлен метод планирования пути на основе количества электричества для электрического транспортного средства, совместимого с зарядной свайей с накопителем энергии. В данном варианте осуществления изобретения электрическое транспортное средство представляет собой электромобиль, а метод включает следующие шаги.

[00209] Все зарядные сваи во всей сети соединяются с платформой диспетчерской системы через беспроводную или проводную сеть связи, соответственно, и информация о состоянии этой сваи передается на платформу диспетчерской системы, включая: положение этой зарядной сваи, тип этой сваи, номинальное количество

электричества $E_{\text{номинал}}$ батареи накопления энергии этой зарядной сваи, ещё передаётся количество электричества накопителя энергии этой зарядной сваи в реальном времени и состояние занятости этой зарядной сваи в реальном времени, если это зарядная свая с накопителем энергии. Перед отправлением пользователь электромобиля подключается к платформе диспетчерской системы через беспроводную или проводную сеть связи и подает заявку на резервированное количество электричества от места отправления O до места назначения D . Заявка на резервированное количество электричества включает в себя следующую информацию: модель электромобиля, время отправления t_0 , место отправления O , место назначения D , начальное остаточное количество электричества bat_cap_{str} силовой батареи на момент отправления электромобиля и номинальное количество электричества bat_cap_i силовой батареи электромобиля i .

[00210] Платформа диспетчерской системы находит кратчайший путь l_z от места отправления O до места назначения D на существующей карте, например в ГИС, где $z = 1$.

[00211] Платформа диспетчерской системы оценивает, соответствует ли зарезервированное количество электричества на каждой зарезервированной зарядной сваях требованию выносливости электромобиля для движения от места отправления O до места назначения D , когда электромобиль выбирает одну или несколько зарядных свай вдоль кратчайшего пути l_z для резервирования зарядки соответственно в соответствии с информацией о состоянии сваи, представленной каждой зарядной сваем, и заявкой на резервирование количества электричества, представленной пользователем электромобиля; если да, то выполняется этап 4), если нет, то выполняется этап 5).

[00212] Платформа диспетчерской системы формирует схему резервирования электромобиля всего пути, где схема резервирования всего пути включает в себя назначение каждой зарезервированной зарядной сваи на кратчайшем пути l_z и соответствующего зарезервированного выделенного количества электричества для электромобиля, моменты начала и окончания резервной зарядки и возвращает информацию об успешном резервировании пользователю электромобиля для завершения резервирования; после того как электромобиль отправляется из места отправления O , платформа диспетчерской системы направляет электромобиль для

движения и зарядки в соответствии со схемой резервирования всего пути.

[00213] Платформа диспетчерской системы исключает кратчайший путь l_z , где $z=z+1$, и затем находит новый кратчайший путь l_z из оставшихся путей от места отправления O до места назначения D, выполняя шаги 3-5) по кругу, если новый кратчайший путь l_z найден, и возвращая пользователю электромобиля информацию о неудачном резервировании, если новый кратчайший путь l_z не найден.

[00214] В качестве модификации варианта реализации 1, шаг 3), если зарезервированное количество электричества на каждой зарезервированной зарядной свае вдоль пути не может удовлетворить требование выносливости электромобиля для движения от места отправления O до места назначения D, на путь отправляется мобильная зарядная свая для пополнения зарезервированного количества электричества электромобиля до тех пор, пока не будет удовлетворено требование выносливости электромобиля для движения от места отправления O до места назначения D.

[00215] Метод поиска кратчайшего пути заключается не только в получении пути из электронной карты, но и может быть рассчитан многими традиционными алгоритмами, например алгоритмом *dijkstra*. Современная электронная навигационная карта также обеспечивает наиболее быстрый путь прибытия после учета дорожных условий, и также может использовать настоящее изобретение для замены кратчайшего пути для расчета.

[00216] Кратчайший путь, спланированный в соответствии с методом настоящего варианта реализации, отвечает требованиям экономии энергопотребления, а также потребностям пользователей и низкоуглеродного общества.

Вариант реализации 2

[00217] В этом варианте реализации зарядные сваи всей дорожной сети такие же, как и в варианте реализации 1.

[00218] В настоящем изобретении представлен метод планирования пути на основе количества электричества для электромобиля, совместимый с зарядной сваем с накопителем энергии. В этом варианте реализации электрическое транспортное средство является электромобилем, и метод включает следующие шаги.

[00219] Все зарядные сваи во всей сети соединены с платформой диспетчерской

системы через беспроводную сеть связи или проводную сеть связи, соответственно, а пользователь электромобиля соединен с платформой диспетчерской системы через беспроводную сеть связи или проводную сеть связи.

[00220] Все зарядные сваи в дорожной сети передают на платформу диспетчерской системы информацию о состоянии этой сваи соответственно, включая: положение этой зарядной сваи, тип этой сваи, номинальное количество электричества $E_{\text{номинал}}$ этой зарядной сваи с накопителем энергии, состояние занятости этой зарядной сваи в реальном времени и количество электричества этой зарядной сваи с накопителем энергии в реальном времени, если это зарядная свая с накопителем энергии. Перед отъездом терминал пользователя электромобиля i направляет заявку на резервирование на платформу диспетчерской системы. Заявка на резервирование включает в себя следующую информацию: имя пользователя электромобиля, номер электромобиля, модель электромобиля, время отправления t_0 , место отправления O , пункт назначения D , начальное остаточное количество электричества bat_cap_{str} силовой батареи на момент отправления электромобиля и номинальное количество электричества bat_cap_i силовой батареи электромобиля i . Платформа диспетчерской системы формирует и сохраняет список зарезервированных услуг для каждого зарядной сваи, соответственно, а содержимое полей списка зарезервированных услуг включает имя пользователя электромобиля, номер электромобиля, модель электромобиля, зарезервированное время начала зарядки и оставшееся количество электричества в зарядной свае, соответствующее данному времени, зарезервированное время окончания зарядки и оставшееся количество электричества в зарядной свае, соответствующее данному времени, зарезервированное количество выделенной электроэнергии, продолжительность зарядки, тип периодов простоя и соответствующее количество выделенной электроэнергии.

[00221] Поиск кратчайшего пути l_z : платформа диспетчерской системы получает кратчайший путь l_z из набора путей $L = \{l_1, \dots, l_a\}$ от места отправления O до места назначения D через существующую карту, например GIS, где $z=1, \exists z \in [1, a]$.

[00222] Матрица направленной последовательности $(j_1, j_2, \dots, j_n)^T$ зарядных свай, распределенных вдоль пути l_z , получена описанным выше способом 1, выбирается любая из $(C_n^1 + C_n^2 + \dots + C_n^{n-1} + C_n^n)$ комбинаций зарядных свай, которые

могут быть использованы для зарядки электромобиля i . В предположении, что $(j_{x1}, j_{x2}, \dots, j_{xk})^T$, электромобиль i резервируется для зарядки на каждой зарядной сваях в $(j_{x1}, j_{x2}, \dots, j_{xk})^T$.

[00223] Для выбранной комбинации зарядных свай $(j_{x1}, j_{x2}, \dots, j_{xk})^T$, с помощью $(j_{x0}, j_{x1}, j_{x2}, \dots, j_{xk}, j_{xk+1})^T$ обозначает матрицу направленной последовательности сегментированной точки пути l_z , где j_{x0} соответствует месту отправления O , j_{xk+1} - месту назначения D , а остальные - зарядные сваям в $(j_{x1}, j_{x2}, \dots, j_{xk})^T$.

[00224] Если предположить, что электромобиль i прибывает в каждую сегментированную точку $(j_{x0}, j_{x1}, j_{x2}, \dots, j_{xk}, j_{xk+1})^T$ последовательно из места отправления O по пути l_z , то расход энергии на сегментированном пути электромобиля i оценивается в соответствии с приведенным выше методом 3. Для каждой зарядной свай j_w в $(j_{x0}, j_{x1}, j_{x2}, \dots, j_{xk}, j_{xk+1})^T$ последовательности, $\forall w \in [x1, xk]$, время t_w прибытия электромобиля i на зарядную сваяю j_w оценивается в соответствии с вышеописанным методом 6, соответственно, и оставшееся количество электричества $RE_i(t_w)$ в момент времени t_w , когда электромобиль i прибывает на зарядную сваяю j_w , соответственно, в соответствии с вышеописанным методом 7; зарезервированное выделяемое количество электричества TP_w электромобиля i на зарядной сваяе j_w оценивается согласно вышеописанному методу 10; продолжительность зарядки $T_{w,i}^{\text{зарядка}}$ электромобиля i на зарядной сваяе j_w , зарезервированное время начала зарядки $t_{w,i}^{\text{зарядка}}$ электромобиля i на зарядной сваяе j_w и соответствующее оставшееся количество электричества $E(t_{w,i}^{\text{зарядка}})$ зарядной свай, зарезервированное время окончания зарядки $(t_{w,i}^{\text{зарядка}} + T_{w,i}^{\text{зарядка}})$ и соответствующее остаточное количество электричества $E(t_{w,i}^{\text{зарядка}} + T_{w,i}^{\text{зарядка}})$ зарядной свай оцениваются соответственно.

[00225] В случае каждой зарядной свай j_w при комбинации зарядной свай $(j_{x1}, j_{x2}, \dots, j_{xk})^T$ - расход энергии $EC_{w,w+1}$ электромобиля i от текущей сегментированной точки до следующей сегментированной точки, полученный на этапе 4), время t_w прибытия электромобиля i на зарядную сваяю j_w , оставшееся количество электричества $RE_i(t_w)$ во время t_w прибытия электромобиля i на зарядную сваяю j_w ,

и зарезервированное выделяемое количество электричества TP_w электромобиля i на зарядной свае j_w удовлетворяют следующему набору неравенств 2-1-1, комбинация зарядных свай $(j_{x1}, j_{x2}, \dots, j_{xk})^T$ может сделать кратчайший путь l_z удовлетворяющим требованиям по выносливости электромобиля i в течение всего пути, в противном случае, переходим к шагу 6).

$$[00226] \quad \begin{cases} RE_i(t_w) + TP_w \geq EC_{w,w+1} \\ bat_cap_{str} + \sum_{w=x1}^{xk} TP_w \geq EC_{0,n+1} \end{cases} \quad \forall w \in [x1, xk] \quad 2-1-1$$

[00227] В наборе неравенств 2-1-1 bat_cap_{str} - это начальный остаток электрической энергии в аккумуляторной батарее в момент времени t_0 отправления электромобиля i ; $\sum_{w=x1}^{xk} TP_w$ обозначает сумму зарезервированного выделенного количества электричества всех зарезервированных зарядных свай электромобиля i при комбинации зарядных свай $(j_{x1}, j_{x2}, \dots, j_{xk})^T$; $EC_{0,n+1}$ обозначает расчетный расход энергии электромобиля i в течение всего пути по кратчайшему пути l_z от места отправления O до места назначения D , который накапливается после оценки расхода энергии сегментированных путей электромобиля i по описанному выше методу 3.

[00228] Когда кратчайший путь l_z удовлетворяет требованию по выносливости всего пути, формируется схема резервирования всего пути, и резервирование завершается. Схема резервирования всего пути включает в себя назначение комбинации зарядных свай $(j_{x1}, j_{x2}, \dots, j_{xk})^T$, распределенных вдоль кратчайшего пути l_z , для резервирования электромобиля i для зарядки в последовательности, эти сваи соответственно соответствуют зарезервированному выделенному количеству электроэнергии $(TP_{x1}, TP_{x2}, \dots, TP_{xk})^T$, а также зарезервированному времени начала и окончания зарядки каждой зарезервированной зарядной сваи. Список зарезервированных услуг каждой зарядной сваи j_w в $(j_{x1}, j_{x2}, \dots, j_{xk})^T$ обновляется в соответствии со схемой резервирования всего пути и полученным значениям на шаге 4). После того как электромобиль стартует с места отправления O , платформа диспетчерской системы направляет электромобиль на движение и зарядку в соответствии со схемой резервирования всего пути.

[00229] Если комбинация зарядной свай $(j_{x1}, j_{x2}, \dots, j_{xk})^T$ не может

обеспечить соответствие пути l_z требованиям по выносливости электромобиля i в течение всего пути, комбинация зарядной свай $(j_{x1}, j_{x2}, \dots, j_{xk})^T$ исключена из комбинации зарядной свай $(C_n^1 + C_n^2 + \dots + C_n^{n-1} + C_n^n)$ электромобилей i , которые могут быть выбраны для зарядки на шаге 3). Если все комбинации зарядной свай $(C_n^1 + C_n^2 + \dots + C_n^{n-1} + C_n^n)$ электромобилей i , которые могут быть выбраны для зарядки на шаге 3), исключены, значит, путь l_z не удовлетворяет требованиям по выносливости в течение всего пути, и следует перейти к шагу 7). В противном случае из оставшихся после исключения комбинаций выбирается другая комбинация после исключения комбинации зарядных свай $(j_{x1}, j_{x2}, \dots, j_{xk})^T$ из комбинации $(C_n^1 + C_n^2 + \dots + C_n^{n-1} + C_n^n)$ электромобилей i , которые могут быть выбраны для зарядки, и переходят к шагу 4) для циклического выполнения до шага 6).

[00230] Путь l_z исключается из набора путей $L = \{l_1, \dots, l_a\}$ на шаге 2). Если пути из набора путей $L = \{l_1, \dots, l_a\}$ были исключены до пустого множества, то возвращается информация о неудачном резервировании пользователя, и резервирование заканчивается; если пути из набора путей L не были исключены до пустого множества, то $z = z+1$, из оставшегося набора путей L находится новый кратчайший путь l_z , и выполняется этап 3) для начала циклического выполнения до этапа 6).

[00231] В качестве другой модификации данного варианта реализации, учитывая влияние практических факторов, таких как дорожные условия и условия вождения пользователей автомобилей, электромобиль i может прибыть на зарезервированную зарядную свая j_w заранее или позже. Чтобы не влиять на резервирование, расчетное время t_w прибытия электромобиля i на зарядную свая j_w может быть заменено на $t_w - \theta$ или $t_w + \theta$, где θ - заданное пользователем значение продолжительности. Остальные методы и шаги остаются неизменными.

[00232] В качестве еще другой модификации данного варианта реализации, если N комбинаций зарядных свай среди комбинаций зарядных свай $(C_n^1 + C_n^2 + \dots + C_n^{n-1} + C_n^n)$ электромобилей i , которые могут быть выбраны для зарядки, позволяют пути l_z удовлетворять требованиям к выносливости электромобиля i в течение всего пути, то для формирования схемы резервирования в течение всего пути выбирается комбинация

с наименьшим разами зарезервированных зарядок, т.е. наименее зарезервированные зарядные сваи. Остальные методы и шаги остаются неизменными.

[00233] В качестве еще другой модификации данного варианта реализации, учитывая усталость водителя, зарядка в пути является точкой остановки, а зарядная свая может быть выбрана путем разделения точки остановки на несколько временных точек поровну. Комбинация, содержащая зарядные сваи, которые необходимо зарезервировать для зарядки, выбирается из $(C_n^1 + C_n^2 + \dots + C_n^{n-1} + C_n^n)$ комбинаций на шаге (3) в качестве альтернативы. Остальные методы и этапы остаются без изменений.

[00234] В качестве еще другой модификации данного варианта реализации, учитывая, что логистические электромобили имеют назначенную рабочую точку, назначенная рабочая точка имеет зарядную сваю, которая используется как зарядная свая, которую необходимо резервировать для зарядки логистических электромобилей. На этапе (2) может быть выбран только путь, содержащий зарядные сваи, которые должны быть зарезервированы для зарядки. Комбинация, содержащая зарядные сваи, которые должны резервироваться для зарядки, может быть выбрана из $(C_n^1 + C_n^2 + \dots + C_n^{n-1} + C_n^n)$ комбинаций на шаге (3) только в качестве альтернативы. Остальные методы и этапы остаются без изменений.

[00235] В качестве еще другой модификации данного варианта реализации, каждый раз, когда проходит время Δt , платформа диспетчерской системы повторно объявляет тип периода простоя и соответствующее выделяемое количество электроэнергии для каждой зарядной сваи с накопителем энергии j_w в комбинации зарядной свай $(j_{x1}, j_{x2}, \dots, j_{xk})^T$ в соответствии с методом 9, и обновляет список зарезервированных услуг для каждой зарядной сваи с накопителем энергии j_w ; переоценивает зарезервированное выделяемое количество электричества TP_w каждой зарядной сваи j_w согласно методу 10, и переоценивает время t_w прибытия электромобиля i к зарядной свае j_w согласно методу 6, а затем начинает циклическое выполнение с шага 4) по шаг 6) для перепланирования пути электромобиля на основе количества электричества.

[00236] В качестве еще другой модификации данного варианта реализации, если это зарядная станция с несколькими зарядными сваями, необходимо только задать минимальное расстояние между зарядными сваями на зарядной станции, например, 1

метр, что также относится к методу 2 вышеуказанного варианта реализации для планирования пути зарядки, так что электромобиль i может резервировать различные зарядные сваи на одной зарядной станции для зарядки.

[00237] В предшествующем уровне техники структура соединения между некоторыми зарядными сваями постоянного тока и источником питания выглядит следующим образом: переменный ток, вырабатываемый ветрогенераторами, преобразуется в постоянный после выпрямления и поступает на общую шину постоянного тока, а постоянный ток, вырабатываемый фотогальваническими пластинами, поступает на общую шину постоянного тока через трансформатор, либо сетевое питание преобразуется в постоянный ток и после выпрямления поступает на общую шину постоянного тока. Постоянный ток, вырабатываемый энергоаккумуляторами зарядных свай, поступает на общую шину постоянного тока через трансформатор. Общая шина постоянного тока соединена с электромобилем. При недостатке энергии в аккумуляторе зарядной сваи фотоэлектрическая генерация, ветровая генерация или электросеть могут одновременно заряжать аккумулятор и электромобиль. В это время электромобиль медленно заряжается, что эквивалентно прямому питанию зарядной сваи от электросети. При достаточном уровне количества электричества аккумуляторной батареи зарядной сваи электромобиль заряжается от аккумуляторной батареи зарядной сваи. В это время происходит быстрая зарядка электромобиля, что эквивалентно зарядной свае с накопителем энергии. Метод данного варианта реализации также применим.

Вариант реализации 3

[00238] В этом варианте реализации зарядные сваи всей дорожной сети такие же, как и в варианте реализации 1.

[00239] Настоящее изобретение предоставляет метод планирования пути на основе электрического количества для электромобиля, совместимого с зарядной сваями с накопителем энергии. В этом варианте реализации электрическое транспортное средство является электромобилем, включает и метод корректировки предшествующего транспортного средства, шаги приведены в следующем:

[00240] Предполагается, что перед резервированием электромобиля i

существующие предшествующие транспортные средства резервируют зарядные пути в соответствии с методом варианта реализации 2, соответственно, и генерируют собственные схемы резервирования всего пути, соответственно. Под предшествующим транспортным средством в данном варианте реализации понимается: по меньшей мере одна зарядная свая, на которой зарезервирован электромобиль i для зарядки, называемая общей сваем, включая транспортное средство, которое было зарезервировано, но еще не выехало, когда электромобиль i должен прибыть на общую свая; далее включая транспортное средство, которое выехало после резервирования, но еще не доехало до общей сваи, когда электромобиль i по ожиданию должен прибыть на общую свая.

[00241] Электромобиль i резервируется в соответствии с методом варианта реализации 2, начиная с шага 1) варианта реализации 2. На шаге 2) выбирается кратчайший путь l_z в наборе путей $L = \{l_1, \dots, l_a\}$ от места отправления O до места назначения D . Если на шаге 6) делается вывод о том, что кратчайший путь l_z не удовлетворяет требованиям по выносливости в течение всего пути, то предыдущее транспортное средство корректируется в соответствии с шагом 3 ниже.

[00242] Согласно шагу 3) варианта реализации 2, любая из $(C_n^1 + C_n^2 + \dots + C_n^{n-1} + C_n^n)$ комбинаций зарядных свай, которые могут быть выбраны для зарядки электромобиля i на кратчайшем пути l_z , выбирается для резервирования для зарядки. Предполагается, что это $(j_{x1}, j_{x2}, \dots, j_{xk})^T$, когда электромобиль i резервирует количество электричества на зарядной свае j_w , но не может выполнить уравнение 2-1-1 на шаге 5), т.е, электромобиль i резервирует количество электричества на зарядной свае j_w , но не может доехать до следующей сегментированной точки j_{w+1} , j_w и j_{w+1} являются сегментированными точками в $(j_{x0}, j_{x1}, j_{x2}, \dots, j_{xk}, j_{xk+1})^T$, то осуществляется корректировка схемы резервирования всего пути предшествующего транспортного средства, которая может представлять собой схему резервирования всего пути для корректировки предшествующего транспортного средства для любого из общих свай или нескольких общих свай. Методы корректировки включают нижеследующие, но не ограничиваются ими.

[00243] Метод корректировки 1): резервированное выделяемое количество электричества предыдущего транспортного средства на одной или нескольких общих сваях аннулируется, а аннулированное резервированное выделяемое количество электричества повторно включается в оставшееся количество электричества на соответствующих зарядных сваях. После этого, в соответствии с шагами 3-6) варианта реализации 2, определяется, удовлетворяют ли кратчайший путь l_z электромобиля i и путь исходной схемы резервирования всего пути предыдущего транспортного средства требованиям к выносливости электромобиля i и предыдущего транспортного средства, соответственно, если удовлетворяют, то платформа диспетчерской системы генерирует схему резервирования всего пути для электромобиля i и генерирует новую схему резервирования всего пути для предыдущего транспортного средства, и корректировка проходит успешно; если не удовлетворяют требованиям по выносливости электромобиля i и предшествующего транспортного средства, то корректировка предшествующего транспортного средства невозможна и восстанавливается исходная схема резервирования всего пути для предшествующего транспортного средства.

[00244] Метод корректировки 2): уменьшается зарезервированное выделяемое электрическое количество предшествующего транспортного средства на одной или нескольких общих сваях. Сумма уменьшенных предыдущим транспортным средством зарезервированного выделенного электрического количества больше или равна электрическому количеству ΔTP^i , которой, как ожидается, не хватит электромобиллю i при движении к следующей сегментной точке j_{w+1} после резервирования электрического количества на зарядной свае j_w , причем ΔTP^i оценивается согласно следующему уравнению 3-1-1:

$$[00245] \quad \Delta TP^i = EC_{w,w+1} - RE_i(t_w) - TP_w \quad 3-1-1$$

[00246] Где: $EC_{w,w+1}$ - расход энергии электромобиля i от текущей зарядной сваи j_w до следующей секционированной точки, t_w - расчетное время прибытия электромобиля i на зарядную сваю j_w , $RE_i(t_w)$ - расчетное оставшееся количество электричества электромобиля i в момент времени t_w , когда электромобиль прибывает на зарядную сваю j_w , а TP_w - зарезервированное выделяемое количество

электричества электромобиля i на зарядной свае j_w .

[00247] Уменьшенное на каждой общей свае зарезервированное выделяемое количество электричества повторно включается в оставшееся количество электричества на соответствующих зарядной сваях. После этого, в соответствии с шагами 3-6) варианта реализации 2, определяется, удовлетворяют ли кратчайший путь l_z электромобиля i и путь исходной схемы резервирования всего пути предыдущего транспортного средства требованиям к выносливости электромобиля i и предыдущего транспортного средства, соответственно, если удовлетворяют, то платформа диспетчерской системы генерирует схему резервирования всего пути для электромобиля i и генерирует новую схему резервирования всего пути для предыдущего транспортного средства, и корректировка проходит успешно; если удовлетворяют требованиям по выносливости электромобиля i и предшествующего транспортного средства, то корректировка предшествующего транспортного средства невозможна и восстанавливается исходная схема резервирования всего пути для предшествующего транспортного средства.

[00248] Планирование зарядки для транспортного средства осуществляется с помощью платформы диспетчерской системы. Первоначальное беспорядочное резервирование, заданное пользователем на основе положения сваи, преобразуется в единое планирование и распределение платформой планирования на основе потребности в энергии пользователей во всей сети и ресурсов зарядной сваи, и пользователи подвергаются обязательному планированию, что позволяет максимизировать использование ресурсов и удовлетворить потребности в движении большего количества транспортных средств.

Вариант реализации 4

[00249] В этом варианте реализации зарядные сваи всей дорожной сети такие же, как и в варианте 1.

[00250] Настоящее изобретение предоставляет метод планирования пути на основе количества электричества для электромобиля, совместимого с зарядной сваем с накопителем энергии. В этом варианте реализации электрическое транспортное средство является электромобилем, и также включает следующие методы корректировки.

[00251] Электромобиль генерирует схему резервирования всего пути в соответствии с методом планирования пути на основе электрического количества для электромобиля, совместимого с зарядной сваем с накопителем энергии в вариантах реализации 2 или 3.

[00252] Поскольку схема резервирования электромобилей всего пути предполагает предварительное резервирование, то для того, чтобы не были значительных изменений фактических параметров транспортного средства или параметров зарядной сваи в момент отправления или после отправления по сравнению с параметрами во время резервирования и не повлияли на бесперебойное движение и зарядку электромобилей по схеме резервирования всего пути, для корректировки схемы резервирования электромобиля всего пути используются следующие методы корректировки, соответственно.

[00253] Метод корректировки 1: если параметры, определенные перед отправлением электромобиля, включая время отправления, нагрузку электромобиля $m_{\text{нагрузка}}$ и начальное оставшееся количество электричества в силовой батарее электромобиля, отличаются от информации, представленной при подаче заявки на резервирование, то определенные параметры повторно передаются на платформу диспетчерской системы, и платформа диспетчерской системы использует метод планирования пути на основе количества электричества по вариантам реализации 2 или 3 для регенерации схемы резервирования всего пути в соответствии с определенными параметрами. Когда электромобиль отъезжает от места отправления O , платформа диспетчерской системы направляет электромобиль на движение и зарядку в соответствии с новой схемой резервирования всего пути. Если метод планирования маршрута на основе электрического количества в Варианте реализации 2 или Варианте реализации 3 не может сгенерировать новую схему резервирования всего пути, то резервирование не выполняется.

[00254] Метод корректировки 2: после того как электромобиль выехал и проехал некоторое время или расстояние, электромобиль рассчитывает среднюю скорость движения, средний расход энергии и нагрузку транспортного средства в соответствии с фактическими параметрами движения, включая изменение оставшегося электрического количества силовой батареи электромобиля и пробег, и снова передает

их на платформу диспетчерской системы. Платформа диспетчерской системы использует метод планирования пути на основе электрического количества в Варианте реализации 2 или Варианте реализации 3 для регенерации схемы резервирования всего пути, чтобы направить электромобиль на движение и зарядку в соответствии с фактическими параметрами. Фактические параметры могут быть получены в результате самообнаружения электромобиля и переданы на платформу диспетчерской системы через беспроводную сеть, телефон водителя или голос терминала транспортного средства, либо переданы на платформу диспетчерской системы после оценки водителем в соответствии со значением опыта.

[00255] Метод корректировки 3: каждый раз, когда платформа диспетчерской системы формирует схему резервирования электромобиля всего пути, или после зарядки электромобиля в соответствии со схемой резервирования всего пути, платформа диспетчерской системы обновляет содержимое списка услуг соответствующей резервированной зарядной сваи.

[00256] Метод корректировки 4:

[00257] Известно, что схема резервирования электромобилей всего пути включает расчетное время t_w прибытия на зарядную сваю j_w , расчетное зарезервированное выделяемое количество электричества TP_w электромобиля на зарядной свае j_w , продолжительность зарядки $T_{w,i}^{\text{зарядка}}$ электромобилей на зарядной свае j_w , зарезервированное время начала зарядки $t_{w,i}^{\text{зарядка}}$ и оставшееся количество электричества $E(t_{w,i}^{\text{зарядка}})$, соответствующее зарядной свае, зарезервированное время окончания зарядки $(t_{w,i}^{\text{зарядка}} + T_{w,i}^{\text{зарядка}})$ и оставшееся количество электричества $E(t_{w,i}^{\text{зарядка}} + T_{w,i}^{\text{зарядка}})$, соответствующее зарядной свае.

[00258] После того как электромобиль выехал на дорогу, во время движения картографическое программное обеспечение на автомобиле в реальном времени выдает текущее положение P_a , текущее время t_a , расстояние D_{aw} от ближайшей зарезервированной зарядной сваи j_w и время движения t_{aw} от P_a до j_w .

[00259] Если $|(t_a + t_{aw}) - t_w| > \theta$ в суждении по времени работы электромобиля, где θ - заданное пользователем значение продолжительности, пользователь электромобиля обращается к платформе диспетчерской системы с просьбой для изменения

резервирования на зарядной свае j_w , а платформа диспетчерской системы запрашивает список зарезервированных услуг на зарядной свае j_w . Если после времени $(t_a + t_{aw})$ наступает период простоя \geq продолжительности зарядки $T_{w,i}^{\text{зарядка}}$, а выделяемое количество электричества соответствующее периоду простоя \geq зарезервированного выделяемого количества электричества TP_w , то период простоя выделяется электромобилю. Расчетное время прибытия на зарядную сваю j_w и зарезервированное время начала зарядки изменяются как $(t_a + t_{aw})$. Зарезервированная продолжительность зарядки и зарезервированное выделяемое количество электричества на зарядной свае j_w остаются неизменными, таким образом, обновляется схема резервирования электромобиля всего пути. В то же время первоначальное резервирование электромобиля на зарядной свае j_w отменяется, а затем обновляется список зарезервированных услуг на зарядной свае j_w .

[00260] Если период простоя \geq продолжительности зарядки $T_{w,i}^{\text{зарядка}}$ не происходит по истечении времени $(t_a + t_{aw})$, а выделяемое количество электричества, соответствующее данному периоду простоя \geq зарезервированного выделенного количества электричества TP_w , платформа диспетчерской системы сообщает пользователю, что резервирование на зарядной свае j_w не может быть изменено, и электромобиль должен обратиться к платформе диспетчерской системы с просьбой для повторного планирования нового пути на основе количества электричества в соответствии с методом планирования пути на основе количества электричества для электромобиля, совместимого с зарядной сваяй с накопителем энергии в вариантах реализации 2 или 3.

[00261] **Вариант реализации 5**

[00262] Метод резервирования количества электричества зарядной сваи с накопителем энергии включает следующие шаги:

[00263] Зарядная свая с накопителем энергии создает и хранит список зарезервированных услуг данной сваи, причем содержимое полей списка зарезервированных услуг включает имя пользователя электромобиля, номер электромобиля, модель электромобиля, зарезервированное время начала зарядки и оставшееся количество электричества в зарядной свае, соответствующее данному

времени, зарезервированное время окончания зарядки и оставшееся количество электричества в зарядной свае, соответствующее данному времени, зарезервированное выделяемое количество электричества, продолжительность зарядки, тип периодов простоя и соответствующее выделяемое количество электричества.

[00264] Зарядная свая с накопителем энергии объявляет тип каждого периода простоя данной сваи и соответствующее распределяемое количество электричества в соответствии с методом 9, не затрагивая период, когда предшествующее транспортное средство зарезервировано для зарядки на данной свае, и зарезервированное распределяемое количество электричества.

[00265] терминал электромобиля, установленный на транспортном средстве, соединяется с зарядной сваем с накопителем энергии через беспроводную сеть, получают тип периода простоя и соответствующее распределяемое количество электричества, объявленное на этапе (2), и пользователь электромобиля выбирает подходящий период простоя, необходимый для резервирования для зарядки на зарядной свае с накопителем энергии через терминал электромобиля, установленный на транспортном средстве.

[00266] после резервирования электромобиля зарядная свая с накопителем энергии обновляет список зарезервированных услуг данной сваи в соответствии с результатом резервирования на этапе (3).

[00267] В качестве еще другой модификации данного варианта реализации, эта зарядная свая подключается к платформе диспетчерской системы через беспроводное или проводное соединение без изменения списка зарезервированных услуг этой сваи и участвует в общем управлении платформой диспетчерской системы в соответствии с методом планирования пути на основе электрического количества в Вариантах реализации 2, 3 или 4, как и другие зарядные сваи во всей сети. С другой стороны, зарядные сваи с накопителем энергии во всей сети в вариантах реализации 2, 3 или 4 могут обеспечивать резервирование количества электричества для электромобиля в соответствии с методом резервирования количества электричества зарядной сваи с накопителем энергии в варианте реализации 5, не затрагивая свои соответствующие списки резервированных услуг.

[00268] Благодаря этому методу, основанному на прогнозе накопления

электроэнергии в зарядной свае, многопользовательское поведение зарядки зарядной сваи и поведение разрядки зарядной сваи унифицируются во временном измерении, и реализуется многопользовательское резервирование количества электроэнергии зарядной сваи с накопителем энергии.

[00269] Способ, описанный в вариантах реализации 1-5 настоящего изобретения, подходит не только для электромобиля, но и для электрического летательного аппарата или электрического судна. Резервирование и планирование пути на основе количества электричества осуществляются с учетом корректировки зоны летной годности и метеорологических условий.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Метод планирования пути на основе количества электричества электромобиля, совместимого с зарядной сваем с накопителем энергии, где источником питания зарядной сваи с накопителем энергии является дополнительный накопитель энергии для выработки электроэнергии из новой энергии или покупки электроэнергии из электросети, у него нижеследующие особенности и метод включает в себя следующие шаги:

1) все зарядные сваи в сети передают информацию о состоянии данной сваи на платформу диспетчерской системы, соответственно, и перед отправлением пользователь электромобиля подает на платформу диспетчерской системы заявку на резервирование количества электричества от места отправления O до места назначения D через сетевое соединение, причем заявка на резервирование количества электричества включает следующую информацию: модель электромобиля, нагрузку автомобиля, время отправления, место отправления O , место назначения D и оставшееся количество электричества в силовом аккумуляторе электромобиля на момент отправления;

2) платформа диспетчерской системы находит кратчайший путь l_z от места отправления O до места назначения D на существующей карте, где $z=1$;

3) платформа диспетчерской системы определяет, удовлетворяет ли зарезервированное количество электричества на каждом зарезервированном зарядной свае требованию выносливости электромобиля для движения от места отправления O до места назначения D , когда электромобиль выбирает одну или несколько зарядных свай на кратчайшем пути l_z для резервирования зарядки соответственно в соответствии с информацией о состоянии сваи, представленной каждой зарядной сваем, и заявкой на резервирование количества электричества, представленной пользователем электромобиля; если удовлетворяет, то выполняется шаг 4), если не удовлетворяет, то выполняется шаг 5);

4) платформа диспетчерской системы генерирует схему резервирования электромобиля всего пути, где схема резервирования всего пути включает в себя назначение каждой зарезервированной зарядной сваи на кратчайшем пути l_z и соответствующего зарезервированного выделенного количества электричества для электромобиля, и возвращает информацию об успешном резервировании

пользователю электромобиля для завершения резервирования; после отъезда электромобиля от места отправления О платформа диспетчерской системы направляет электромобиль на движение и зарядку в соответствии со схемой резервирования всего пути;

5) платформа диспетчерской системы исключает кратчайший путь l_z , где $z=z+1$, и затем находит новый кратчайший путь l_z из оставшихся путей от места отправления О до места назначения D, выполняя шаги с 3) по 5) по кругу, если новый кратчайший путь l_z найден, и возвращая информацию о неудачном резервировании пользователю электромобиля, если новый кратчайший путь l_z не найден.

2. Метод планирования пути на основе количества электричества для электромобиля, совместимого с зарядной свайей с накопителем энергии, согласно пункту 1, имеет особенности такие, на этапе 3) электромобиль выбирает одну или несколько зарядной свай вдоль кратчайшего пути l_z для резервирования зарядки соответственно, причем метод выбора заключается в следующем: предполагая, что существует n зарядных свай, распределенных вдоль кратчайшего пути l_z , существует $(C_n^1 + C_n^2 + \dots + C_n^{n-1} + C_n^n)$ комбинаций зарядных свай, выбранных для зарядки электромобилем, и выбирается любая комбинация зарядных свай или резервируется для зарядки комбинация зарядных свай с наименьшим количеством зарядных свай.

3. Метод планирования пути на основе количества электричества для электромобиля, совместимого с зарядной свайей с накопителем энергии, согласно пункту 1, имеет особенности такие, на этапе 3) определить: соответствует ли зарезервированное выделяемое количество электричества на каждой зарезервированной зарядной свайе требованию выносливости электромобиля для движения от места отправления О до места назначения D, когда электромобиль выбирает одну или несколько зарядной свай вдоль кратчайшего пути l_z для резервирования зарядки соответственно, конкретный метод оценки заключается в следующем:

Предполагая, что комбинация зарядных свай, зарезервированных электромобилем для зарядки в последовательности вдоль кратчайшего пути l_z , равна $(j_{x1}, j_{x2}, \dots, j_{xk})^T$, последовательное определение того, удовлетворяет ли

зарезервированное выделяемое количество электричества, соответствующее каждой из зарядной свай j_w , набору неравенств 2-1-1, причем если удовлетворяет, то кратчайший путь l_z удовлетворяет требованию выносливости электромобиля для движения от места отправления О до места назначения D; в противном случае кратчайший путь l_z не удовлетворяет требованию по выносливости электромобиля при движении от места отправления О до места назначения D;

$$\begin{cases} RE_i(t_w) + TP_w \geq EC_{w,w+1} \\ bat_cap_{str} + \sum_{w=x1}^{xk} TP_w \geq EC_{0,n+1} \end{cases} \quad \forall w \in [x1, xk] \text{ 2-1-1}$$

Где в наборе неравенств 2-1-1 $RE_i(t_w)$ - это расчетный остаток электроэнергии электромобиля в момент времени t_w , когда электромобиль прибывает на зарядную свая j_w , TP_w обозначает зарезервированное выделяемое количество электричества электромобиля на зарядной свае j_w , $EC_{w,w+1}$ обозначает расчетный расход энергии электромобиля от текущей зарядной свай j_w до следующей зарядной свай j_{w+1} , если зарядная свая j_w является последней зарядной свай на кратчайшем пути l_z , $EC_{w,w+1}$ обозначает расчетный расход энергии электромобиля от текущей зарядной свай j_w до пункта назначения D; bat_cap_{str} - начальный остаток электроэнергии в силовой батарее в момент времени t_0 отправления электромобиля; $\sum_{w=x1}^{xk} TP_w$ обозначает сумму зарезервированного выделенного количества электричества всех зарезервированных зарядных свай электромобиля при комбинации зарядных свай $(j_{x1}, j_{x2}, \dots, j_{xk})^T$; $EC_{0,n+1}$ обозначает расчетное потребление энергии электромобилем за весь путь по кратчайшему пути l_z от места отправления О до места назначения D.

4. Метод планирования пути на основе количества электричества для электромобиля, совместимого с зарядной свай с накопителем энергии, согласно пункту 3, имеет особенности такие, во время t_w прибытия электромобиля к зарядной свае j_w оценивается в соответствии со следующим уравнением 6-1:

$$t_w = t_0 + \text{сумма продолжительности предварительного резервирования} + \text{сумма продолжительности предварительного ожидания в очереди} + t_{0,w} \text{ 6-1}$$

В уравнении 6-1 t_0 обозначает время отправления электромобиля; $t_{0,w}$ обозначает расчетную продолжительность движения электромобиля по кратчайшему пути l_z от места отправления О до зарядной свай j_w ; сумма

продолжительности предварительной резервной зарядки обозначает суммарное значение расчетной продолжительности резервной зарядки, зарезервированной для зарядки на других зарядных сваях вдоль пути, когда электромобиль прибывает на зарядную сваю j_w по кратчайшему пути l_z от места отправления O; сумма продолжительности предварительного ожидания в очереди для зарядки означает суммарное значение расчетной продолжительности ожидания в очереди для зарядки, которая была зарезервирована для зарядки на других зарядных сваях вдоль пути, когда электромобиль прибыл на зарядную сваю j_w по кратчайшему пути l_z от места отправления O.

5. Метод планирования пути на основе количества электричества для электромобиля, совместимого с зарядной сваем с накопителем энергии, согласно пункту 3, имеет особенности такие, оставшееся электрическое количество $RE_i(t_w)$ электромобиля в момент времени t_w , когда электромобиль прибывает на зарядную сваю j_w , оценивается в соответствии со следующим уравнением 7-1:

$RE_i(t_w) = bat_cap_{str} +$ - это сумма предварительно зарезервированного выделенного количества электроэнергии - $EC_{0,w}$ 7-1

В уравнении 7-1 bat_cap_{str} - это начальный остаток электроэнергии на момент отправления электромобиля; сумма предварительно зарезервированного выделенного количества электричества означает суммарное значение зарезервированного выделенного количества электричества на других зарядных сваях вдоль пути до момента времени t_w , когда электромобиль прибывает на зарядную сваю j_w из места отправления O по кратчайшему пути l_z ; $EC_{0,w}$ - расчетное потребление энергии электромобилем, движущимся по кратчайшему пути l_z от места отправления O до зарядной сваи j_w .

6. Метод планирования пути на основе количества электричества для электромобиля, совместимого с зарядной сваем с накопителем энергии, согласно пункту 3, имеет особенности такие, зарезервированное выделяемое количество электричества электромобиля на зарядной свае j_w равно TP_w , и когда зарядная свая j_w является зарядной сваем с накопителем энергии, конкретный шаг метода для оценки зарезервированного выделенного количества электричества TP_w выглядит следующим образом:

(10-1-1) в предположении, что электромобиль является электромобилем i , сначала устанавливается ограничение времени ожидания в очереди σ после времени t_w , когда электромобиль i прибывает на зарядную свая j_w , где σ - заданное пользователем значение времени;

(10-1-2), в соответствии со списком зарезервированных услуг зарядной сваи j_w , поиск типов периода простоя зарядной сваи j_w между t_w и $t_w + \sigma$, при этом, если все найденные типы периода простоя являются периодами накопления энергии, то зарядная свая j_w не способна резервировать для зарядки электромобиля i , то есть зарезервированное выделяемое количество электричества $TP_w = 0$; если найденный тип периода простоя является периодом простоя выделенного количества электричества, то переходим к шагу (10-1-3);

(10-1-3), поиск в списке зарезервированных услуг зарядной сваи j_w , если период простоя зарядной сваи j_w между t_w и $t_w + \sigma$ составляет $[t_1^\circ, \infty)$, $[t_1^\circ, \infty)$ означает, что после t_1° нет ни одного транспортного средства, зарезервированного для зарядки, то есть $[t_1^\circ, \infty)$ - это период простоя выделенного количества электричества, который бесконечен; если период простоя зарядной сваи j_w между t_w и $t_w + \sigma$ не бесконечен, переходим к шагу (10-1-4); предполагая, что предыдущее транспортное средство i_1 зарезервировано для зарядки в период $[t_1, t_1^\circ]$, где t_1 и t_1° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предыдущего транспортного средства i_1 соответственно, $E(t_1)$ и $E(t_1^\circ)$ соответствуют расчетному остаточному количеству электроэнергии в зарядной свае j_w в моменты времени t_1 и t_1° соответственно, а зарезервированное выделяемое количество электричества предшествующего транспортного средства i_1 равно $TP_1 = E(t_1^\circ) - E(t_1)$;

Резервное время начала зарядки $t_{w,i}^{\text{зарядка}}$ электромобиля i на зарядной свае j_w оценивается в соответствии со следующим уравнением 10-1:

$$t_{w,i}^{\text{зарядка}} = \max(t_1^\circ, t_w) \quad 10-1$$

Распределяемое количество электричества $Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}})$ зарядной сваи j_w в $[t_1^\circ, \infty)$ оценивается в соответствии со следующим набором уравнений 10-2:

$$\begin{cases} Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) = E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t), \text{ when } t_1^\circ \leq t_{w,i}^{\text{зарядка}} \leq t_{\text{номинал}} \\ Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) = E_{\text{номинал}} \text{ когда } t_{w,i}^{\text{зарядка}} > t_{\text{номинал}} \end{cases}$$

10-2

Ограничивающее условие набора уравнений 10-2 имеет следующий вид:

$$0 \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \leq E_{\text{номинал}}$$

Резервируемое распределяемое количество электричества TP_w зарядной сваи j_w в $[t_1^\circ, \infty)$ оценивается по следующему набору уравнений 10-3:

$$TP_w = \min(Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}}), (bat_cap_i - RE_i(t_w))) \quad 10-3$$

Резервная продолжительность зарядки $T_{w,i}^{\text{зарядка}}$ электромобиля i на зарядной свае j_w оценивается по следующему уравнению 10-4:

$$T_{w,i}^{\text{зарядка}} = TP_w \div P_w^{\text{out}} \quad 10-4$$

Оставшееся количество электричества зарядной сваи j_w в зарезервированное время начала зарядки $t_{w,i}^{\text{зарядка}}$ равен $E(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) = Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}})$, оставшееся количество электричества зарядной сваи j_w за резервное время окончания зарядки $(t_{w,i}^{\text{зарядка}} + T_{w,i}^{\text{зарядка}})$ равно $E(t_{w,i}^{\text{зарядка}} + T_{w,i}^{\text{зарядка}}) = E(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) - TP_w$;

Вышеуказанные переменные в уравнениях шага (10-1-3) определяются следующим образом: $t_{w,i}^{\text{зарядка}}$ - зарезервированное время начала зарядки электромобиля i на зарядной свае j_w ; t_w - расчетное время прибытия электромобиля i на зарядную сваю j_w ; $Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}})$ - распределяемое количество электричества на зарядной свае j_w в $[t_1^\circ, \infty)$; $E(t_1^\circ)$ - остаточное количество электричества в зарядной свае j_w в зарезервированное время окончания зарядки t_1° соответствующее предыдущему автомобилю i_1 ; $p_{\text{накопление}}(t)$ - расчётная мощность накопления энергии в зарядной свае j_w в соответствующий момент времени t , прогнозируемая по методу существующего уровня техники; P_w^{out} - постоянная выходная мощность зарядной сваи j_w ; $E_{\text{номинал}}$ - номинальное количество электричества аккумулятора зарядной сваи j_w ; $t_{\text{номинал}}$ - время достижения накопителем энергии зарядной сваи j_w номинального количества электричества $E_{\text{номинал}}$ в $[t_1^\circ, \infty)$; bat_cap_i - номинальное количество электричества силовой батареи

электромобиля i , TP_w обозначает зарезервированное выделяемое количество электричества электромобиля i на зарядной свае j_w в $[t_1^\circ, \infty)$, $T_{w,i}^{\text{зарядка}}$ - резервная продолжительность зарядки электромобиля i на зарядной свае j_w ;

(10-1-4), если период простоя зарядной сваи j_w между t_w и $t_w + \sigma$ является периодом простоя распределяемого количества электричества и является конечным, если предположить, что предшествующее транспортное средство i_1 зарезервировало для зарядки на зарядной свае j_w в период $[t_1, t_1^\circ]$, то зарезервированное выделяемое количество электричества составляет $TP_1 = E(t_1^\circ) - E(t_1)$; если предположить, что предыдущее транспортное средство i_2 зарезервировало для зарядки на зарядной свае j_w в период $[t_2, t_2^\circ]$, то зарезервированное выделяемое количество электричества составляет $TP_2 = E(t_2^\circ) - E(t_2)$; где t_1 и t_1° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предыдущего транспортного средства i_1 соответственно, t_2 и t_2° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предыдущего транспортного средства i_2 соответственно; $t_1 < t_1^\circ < t_2 < t_2^\circ$; $E(t_1)$, $E(t_1^\circ)$, $E(t_2)$ и $E(t_2^\circ)$ соответствуют расчетному остаточному количеству электроэнергии в зарядной свае j_w в момент времени t_1 , t_1° , t_2 и t_2° ; $[t_1^\circ, t_2]$ - период простоя выделенного количества электричества, необходимое условие для того, чтобы зарядная свая j_w позволила электромобиллю i проскочить очередь для резервирования для зарядки в период простоя выделенного количества электричества $[t_1^\circ, t_2]$ это не влиять на зарезервированное выделяемое количество электричества и зарезервированное время начала и окончания зарядки других предшествующих транспортных средств, которые уже зарезервировали для зарядки после этого периода $[t_1^\circ, t_2]$, то есть сначала обеспечивая, чтобы зарезервированное выделяемое количество электричества TP_2 предшествующего транспортного средства i_2 в зарезервированный период зарядки $[t_2, t_2^\circ]$ оставалось неизменным, то есть выполняя следующее уравнение 10-5:

$$TP_2 \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) - P_w^{\text{out}} \times (t_3^\circ - t_{w,i}^{\text{зарядка}}) + \int_{t_3^\circ}^{t_2} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t)$$

10-5

Ограничивающее условие уравнения 10-5:

$$\left\{ \begin{array}{l} E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) - P_w^{\text{out}} \times (t_3^\circ - t_{w,i}^{\text{зарядка}}) + \int_{t_3^\circ}^{t_2^\circ} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \leq E_{\text{номинал}} \\ 0 \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \leq E_{\text{номинал}} \\ P_w^{\text{out}} \times (t_3^\circ - t_{w,i}^{\text{зарядка}}) \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \\ t_1 < t_1^\circ \leq t_{w,i}^{\text{зарядка}} < t_3^\circ < t_2 < t_2^\circ \end{array} \right.$$

В соответствии с уравнением 10-5 и его условием ограничения вычисляется последнее время окончания зарядки t_3° электромобиля i , когда зарядная свая j_w позволяет электромобилю i проскочить очередь на зарядку, и оценить распределяемое количество электричества $Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}})$ зарядной сваи j_w в период простоя распределяемого количества электричества $[t_1^\circ, t_2]$ в соответствии со следующим набором уравнений 10-6:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) = E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t), \text{ когда } t_{w,i}^{\text{зарядка}} < t_{\text{номинал}} \\ Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) = E_{\text{номинал}}, \text{ когда } t_{\text{номинал}} \leq t_{w,i}^{\text{зарядка}} < t_3^\circ \text{ и } (t_3^\circ - t_{w,i}^{\text{зарядка}}) > \left(\frac{E_{\text{номинал}}}{P_w^{\text{out}}} \right) \\ Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) = P_w^{\text{out}} \times (t_3^\circ - t_{w,i}^{\text{зарядка}}), \text{ когда } t_{\text{номинал}} \leq t_{w,i}^{\text{зарядка}} < t_3^\circ \text{ и } (t_3^\circ - t_{w,i}^{\text{зарядка}}) \leq \left(\frac{E_{\text{номинал}}}{P_w^{\text{out}}} \right) \end{array} \right.$$

10-6

В уравнении 10-5 и уравнении 10-6, оценить зарезервированное время начала зарядки $t_{w,i}^{\text{зарядка}}$ электромобиля i на зарядной свае j_w в соответствии со следующим уравнением 10-7:

$$t_{w,i}^{\text{зарядка}} = \max(t_1^\circ, t_w) \quad 10-7$$

Получается $Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}})$ в соответствии с уравнением 10-6 и оценить зарезервированное выделяемое количество электричества TP_w электромобиля i на зарядной свае j_w в соответствии со следующим уравнением 10-8:

$$TP_w = \min \left(Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}}), (bat_cap_i - RE_i(t_w)) \right) \quad 10-8$$

Получается TP_w в соответствии с уравнением 10-8 и оценить зарезервированную продолжительность зарядки $T_{w,i}^{\text{зарядка}}$ электромобиля i на зарядной свае j_w в соответствии со следующим уравнением 10-8:

$$T_{w,i}^{\text{зарядка}} = TP_w \div P_w^{\text{out}} \quad 10-9$$

Если перед электромобилем i есть другие предшествующие транспортные средства, которые резервируют зарядку на зарядной свае j_w , но время резервирования

зарядки наступает после периода $[t_2, t_2^\circ]$ предыдущего транспортного средства i_2 , зарезервированного для зарядки, то условием того, что зарядная свая j_w позволит электромобилю i проскочить очередь на резервирование для зарядки в период простоя выделенного количества электричества $[t_1^\circ, t_2]$ заключается в том, что помимо обеспечения неизменности зарезервированного выделенного количества электричества TP_2 предшествующего транспортного средства i_2 в зарезервированный период зарядки $[t_2, t_2^\circ]$, необходимо также обеспечить неизменность зарезервированного времени начала и окончания и зарезервированного выделенного количества электричества для всех других предшествующих транспортных средств, и конкретные методы заключаются в следующем:

Если предположить, что существуют другое предшествующее транспортное средство i_4 , которое резервирует зарядку в период $[t_4, t_4^\circ]$ перед электромобилем i , то резервируемое выделяемое количество электричества составляет TP_4 , при этом $t_2 < t_2^\circ < t_4 < t_4^\circ$, TP_w также соответствует следующему уравнению 10-10:

$$TP_4 \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) - TP_w + \int_{t_{w,i}^{\text{зарядка}} + T_{w,i}^{\text{зарядка}}}^{t_2} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) - TP_2 + \int_{t_2}^{t_4} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \quad 10-10$$

Если TP_w не удовлетворяет уравнению 10-10, то уменьшить TP_w , и соответствующая $T_{w,i}^{\text{зарядка}}$ также уменьшается в соответствии с уравнением 10-9 до тех пор, пока не будет выполнено уравнение 10-10;

Если по истечении зарезервированного периода зарядки $[t_4, t_4^\circ]$ предшествующего транспортного средства i_4 имеются другие предшествующие транспортные средства $i_5, i_6 \dots$ зарезервированные для зарядки на зарядной свае j_w перед электромобилем i , предшествующие транспортные средства обрабатываются по методу предшествующего транспортного средства i_4 соответственно до тех пор, пока TP_w не сможет обеспечить неизменность зарезервированного времени начала и окончания зарядки и зарезервированного выделенного количества электричества для всех остальных предшествующих транспортных средств; если TP_w уменьшается до заданного порогового значения, но не обеспечивается, что зарезервированное время начала и окончания работы и зарезервированное

выделяемое количество электричества для всех других предшествующих транспортных средств остается неизменным, и зарядная свая j_w не позволяет электромобилю i проскочить очередь на резервную зарядку в период простоя $[t_1^\circ, t_2]$, т.е. в предположении, что зарезервированное выделяемое количество электричества равно $TP_w = 0$;

Если конечное $TP_w \neq 0$, то остаток электрического количества зарядной сваи j_w , соответствующий зарезервированному времени начала зарядки $t_{w,i}^{\text{зарядка}}$ -

$$E(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) = E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_{w,i}^{\text{зарядка}}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t), \text{ и оставшееся количество}$$

электричества в зарядной свае j_w , соответствующее зарезервированному времени окончания зарядки $(t_{w,i}^{\text{зарядка}} + T_{w,i}^{\text{зарядка}})$ равно

$$E(t_{w,i}^{\text{зарядка}} + T_{w,i}^{\text{зарядка}}) = E(t_{w,i}^{\text{зарядка}}) - TP_w;$$

Вышеуказанные переменные в уравнениях шага (10-1-4) определяются следующим образом: TP_2 - зарезервированное выделяемое количество электричества предшествующего транспортного средства i_2 в зарезервированный период зарядки $[t_2, t_2^\circ]$; $E(t_1^\circ)$ - оставшееся количество электричества в зарядной свае j_w в зарезервированное время окончания зарядки t_1° , соответствующее предшествующему транспортному средству i_1 ; $p_{\text{накопление}}(t)$ - прогнозируемая мощность накопления энергии зарядной сваи j_w в соответствующий момент времени t , которая прогнозируется методом существующего уровня техники; P_w^{out} - постоянная выходная мощность зарядной сваи j_w ; $t_{w,i}^{\text{зарядка}}$ - резервное время начала зарядки электромобиля i на зарядной свае j_w ; t_w - расчетное время прибытия электромобиля i на зарядную сваю j_w ; $E_{\text{номинал}}$ - номинальное количество электричества аккумуляторной батареи зарядной сваи j_w ; t_3° - последнее время окончания зарядки электромобиля i , когда зарядная свая j_w позволяет электромобилю i проскочить очередь на резервную зарядку, а $Q_w(t_{w,i}^{\text{зарядка}})$ - расчетное распределяемое количество электричества зарядной сваи j_w в $[t_1^\circ, t_2]$; $t^{\text{номинал}}$ - время, когда накопленная энергия зарядной сваи j_w достигает номинального количества электричества $E_{\text{номинал}}$ в $[t_1^\circ, t_2]$; bat_cap_i - номинальное количество электричества силовой батареи электромобиля i , $RE_i(t_w)$ - расчетное остаточное количество электричества электромобиля i в момент времени t_w , когда

электромобиль прибывает к зарядной свае j_w ; TP_w - зарезервированное выделяемое количество электричества электромобиля i в $[t_1^\circ, t_2]$ зарядной сваи j_w ; $T_{w,i}^{\text{зарядка}}$ - резервная продолжительность зарядки электромобиля i на зарядной свае j_w ; TP_4 - резервное выделяемое количество электричества предшествующего электромобиля i_4 в период $[t_4, t_4^\circ]$.

7. Метод планирования пути на основе электрического количества для электромобиля, совместимого с зарядной сваей с накопителем энергии, согласно пункту 6, имеет такие особенности, и дополнительно включает этап (10-1-5): каждый раз, когда проходит время Δt , платформа диспетчерской системы выполняет действия с шага (10-1-2) по шаг (10-1-4) в соответствии с обновленным списком зарезервированных услуг зарядной сваи j_w , и заново оценивает зарезервированное выделяемое количество электричества TP_w .

8. Метод планирования пути на основе электрического количества для электромобиля, совместимого с зарядной сваей с накопителем энергии, по пункту 3, имеет такие особенности, зарезервированное выделяемое электрическое количество электромобиля на зарядной свае j_w равно TP_w , и когда зарядная свая j_w является зарядной сваей прямого питания от сети, конкретный шаг метода оценки зарезервированного выделенного электрического количества TP_w заключается в следующем:

(10-2-1) в предположении, что электромобиль является электромобилем i , сначала устанавливается ограничение времени ожидания в очереди σ после времени t_w , когда электромобиль i первым прибывает на зарядную сваю j_w , где σ - заданное пользователем значение времени;

(10-2-2) в соответствии со списком зарезервированных услуг зарядной сваи j_w искать, существует ли период простоя между временем t_w и временем $t_w + \sigma$, когда электромобиль i прибывает на зарядную сваю j_w ; если периода простоя нет, то оценивается выделяемое количество электричества $Q_w(i) = 0$, которое зарядная свая j_w способна предоставить электромобилю i , то есть зарезервированное выделяемое количество электричества $TP_w = 0$ электромобиля i на зарядной свае j_w ; если период простоя есть, то переходим к шагу (10-2-3);

(10-2-3), если период простоя бесконечен, то период простоя обозначается как $[t_1^\circ, \infty)$, где t_1° соответствует зарезервированному времени окончания зарядки предшествующего транспортного средства i_1 и после t_1° нет другого предшествующего транспортного средства, зарезервированного для зарядки; зарезервированное выделяемое количество электричества TP_w электромобиля i на зарядной свае j_w оценивается в соответствии с уравнением 10-11:

$$TP_w = bat_cap_i - RE_i(t_w) \quad 10-11$$

В уравнении 10-11 bat_cap_i - номинальное количество электричества силовой батареи электромобиля i , $RE_i(t_w)$ - расчетное остаточное количество электричества электромобиля i в момент времени t_w , когда электромобиль прибывает на зарядную сваю j_w ;

Резервное время начала зарядки электромобиля i на зарядной свае j_w равно $t_{w,i}^{\text{зарядка}} = \max(t_1^\circ, t_w)$; где t_w - расчетное время прибытия электромобиля i на зарядную сваю j_w ;

Получается TP_w в соответствии с уравнением 10-11, а резервная продолжительность зарядки - $T_{w,i}^{\text{зарядка}} = TP_w \div P_w^{\text{out}}$; где P_w^{out} - постоянная выходная мощность зарядной сваи j_w ;

(10-2-4), если период простоя конечен, то предполагается, что предшествующее транспортное средство i_1 зарезервировало зарядку на зарядной свае j_w в период $[t_1, t_1^\circ]$; существует предшествующее транспортное средство i_2 , которое зарезервировало зарядку на зарядной свае j_w в период $[t_2, t_2^\circ]$; где t_1 и t_1° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предыдущего транспортного средства i_1 , соответственно, t_2 и t_2° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предыдущего транспортного средства i_2 , соответственно; $t_1 < t_1^\circ < t_2 < t_2^\circ$; и зарезервированное выделяемое количество электричества TP_w электромобиля i на зарядной свае j_w оценивается в соответствии со следующим уравнением 10-12:

$$TP_w = \min\{(bat_cap_i - RE_i(t_w)), P_w^{\text{out}} \times (t_2 - t_{w,i}^{\text{зарядка}})\} \quad 10-12$$

В уравнении 10-12 bat_cap_i - номинальное количество электричества силовой батареи электромобиля i , $RE_i(t_w)$ - расчетное остаточное количество электричества

электромобиля i в момент времени t_w , когда электромобиль прибывает на зарядную свая j_w ; P_w^{out} - постоянная выходная мощность зарядной сваи j_w ; $t_{w,i}^{зарядка}$ - резервное время начала зарядки электромобиля i на зарядной свае j_w , $t_{w,i}^{зарядка} = \max(t_1^\circ, t_w)$;

Резервная продолжительность зарядки электромобиля i на зарядной свае j_w равна $T_{w,i}^{зарядка} = TP_w \div P_w^{out}$.

9. Метод планирования пути на основе электрического количества для электромобиля, совместимого с зарядной сваей с накопителем энергии, по пункту 6 или 8, имеет такие особенности, время t_w прибытия электромобиля к зарядной свае j_w заменяется на $t_w - \theta$ или $t_w + \theta$, где θ - заданное пользователем значение продолжительности.

10. Метод планирования пути на основе электрического количества для электромобиля, совместимого с зарядной сваей с накопителем энергии, согласно одному из пунктов 1-8, имеет такие особенности и дополнительно включает метод корректировки предшествующего транспортного средства следующим образом:

Предполагается, что до резервирования электромобиля i существующие предшествующие транспортные средства резервируют зарядку и генерируют собственные схемы резервирования всего пути, соответственно; когда электромобиль i резервирует зарядку в соответствии с методом планирования пути на основе электрического количества для электромобиля, совместимого с зарядной сваей с накопителем энергии, и когда кратчайший путь l_z в выбранном наборе путей $L = \{l_1, \dots, l_a\}$ от места отправления O до места назначения D не удовлетворяет требованию выносливости в течение всего пути, то корректировать схему резервирования предшествующего транспортного средства в течение всего пути, включая отмену или уменьшение зарезервированного выделенного количества электричества предшествующего транспортного средства на одной или нескольких общих сваях, оценивает, удовлетворяют ли кратчайший путь l_z электромобиля i и путь исходной схемы резервирования всего пути для предыдущего транспортного средства требованиям по выносливости всего пути для электромобиля i и предыдущего транспортного средства, соответственно, если все удовлетворяют, то платформа диспетчерской системы генерирует схему

резервирования всего пути для электромобиля i и генерирует новую схему резервирования всего пути для предыдущего транспортного средства, и корректировка проходит успешно; если какое-либо из транспортных средств не удовлетворяет требованию по выносливости в течение всего пути, то корректировка предшествующего транспортного средства невозможна и восстанавливается исходная схема резервирования в течение всего пути для предшествующего транспортного средства.

11. Метод резервирования количества электричества в зарядной свая с накопителем энергии включает следующие шаги:

- (1) Зарядная свая с накопителем энергии создает и хранит список зарезервированных услуг данной сваи, причем содержимое полей списка зарезервированных услуг включает в себя имя пользователя электромобиля, номер электромобиля, модель автомобиля, зарезервированное время начала зарядки и оставшееся количество электричества в зарядной свае, соответствующее данному времени, зарезервированное время окончания зарядки и оставшееся количество электричества в зарядной свае, соответствующее данному времени, зарезервированное выделяемое количество электроэнергии, зарезервированную продолжительность зарядки, тип периодов простоя и соответствующее выделяемое количество электроэнергии;
- (2) Зарядная свая с накопителем энергии объявляет тип каждого периода простоя данной сваи и соответствующее выделяемое количество электричества, не затрагивая период, когда предыдущее транспортное средство зарезервировало на зарядку и зарезервированное выделяемое количество электричества;
- (3) терминал электромобиля, установленный на транспортном средстве, соединяется с зарядной сваей с накопителем энергии через беспроводную сеть, получает тип периода простоя и соответствующее распределяемое количество электричества, объявленное на этапе (2), и пользователь электромобиля выбирает подходящий период простоя, необходимый для резервирования для зарядки на зарядной свае с накопителем энергии через терминал электромобиля, установленный на транспортном средстве;

(4) после резервирования электромобиля зарядная свая с накопителем энергии обновляет список зарезервированных услуг данной сваи в соответствии с результатом резервирования на этапе (3).

12. Метод резервирования количества электричества в зарядной свае с накопителем энергии по пункту 11, имеет такие особенности, зарядная свая с накопителем энергии объявляет тип каждого периода простоя данной сваи и соответствующее количество электричества на этапе (2), а конкретный метод заключается в следующем:

Период простоя разделяется на два типа: период простоя накопления энергии и период простоя распределяемого количества электричества зарядной сваи с накопителем энергии j_w ; поиск в списке зарезервированных услуг зарядной сваи j_w , предполагая, что автомобили зарезервировали зарядку до и после периода простоя $[t_1^\circ, t_2]$, если предыдущий автомобиль i_1 зарезервировал зарядку в период $[t_1, t_1^\circ]$, то зарезервированное выделяемое количество электричества равно $TP_1 = E(t_1^\circ) - E(t_1)$; предыдущее транспортное средство i_2 зарезервировано для зарядки в период $[t_2, t_2^\circ]$, зарезервированное выделяемое количество электричества равно $TP_2 = E(t_2^\circ) - E(t_2)$; где t_1 и t_1° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предыдущего автомобиля i_1 соответственно, а t_2 и t_2° соответствуют зарезервированному времени начала зарядки и зарезервированному времени окончания зарядки предыдущего автомобиля i_2 соответственно; $t_1 < t_1^\circ < t_2 < t_2^\circ$; $E(t_1)$, $E(t_1^\circ)$, $E(t_2)$ и $E(t_2^\circ)$ соответствуют расчетному оставшемуся электрическому количеству зарядной сваи j_w в моменты времени t_1 , t_1° , t_2 и t_2° соответственно;

(А) типы периодов простоя $[t_1^\circ, t_2]$ объявляются следующим образом:

Если выполняется следующее уравнение 9-1, то $[t_1^\circ, t_2]$ объявляется периодом накопления энергии зарядной сваи с накопителем энергии j_w ;

$$\begin{cases} 0 \leq E(t_2) \leq E_{\text{номинал}} \text{ и } E(t_2) = TP_2 \\ E(t_2) = E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_2} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \text{ 9-1} \\ t_1 < t_1^\circ < t_2 < t_2^\circ \end{cases}$$

В уравнении 9-1 $E_{\text{номинал}}$ - номинальное количество электричества аккумулятора зарядной сваи с накопителем энергии j_w ; $p_{\text{накопление}}(t)$ - прогнозируемая мощность

накопления энергии зарядной сваи с накопителем энергии j_w в момент времени t , которая прогнозируется методом существующего уровня техники;

Период накопления энергии зарядной сваи с накопителем энергии j_w используется только для накопления энергии этой сваи, т.е. соответствующее распределяемое количество электричества равно 0;

(В) метод объявления периода простоя зарядной сваи с накопителем энергии j_w распределяемого количества электроэнергии заключается в следующем:

После исключения периода накопления энергии из всех периодов простоя зарядной сваи с накопителем энергии j_w , объявленного на шаге (А), оставшиеся периоды являются периодами простоя распределяемого количества электроэнергии зарядной сваи с накопителем энергии j_w ;

Разделение периода простоя распределяемого количества электричества на временные точки в соответствии с фиксированной продолжительностью ρ , где ρ - задаваемая пользователем константа, задавая период простоя $[t_1^\circ, t_2]$ как период простоя распределяемого количества электричества, который может быть разделен на несколько временных точек $t_1^\circ, (t_1^\circ + \rho), (t_1^\circ + 2 \times \rho), \dots, t_1^\circ + k \times \rho, (t_1^\circ + (k + 1) \times \rho), \dots, t_2, k = 0, 1, 2, 3, \dots, \exists k \in \mathbb{N}$, а в качестве момента времени $(t_1^\circ + k \times \rho)$ задается резервное время начала зарядки электромобиля в период простоя выделенного количества электричества; при этом период простоя выделенного количества электричества зарядной сваи с накопителем энергии j_w должен удовлетворять следующему уравнению 9-2:

$$TP_2 \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_1^\circ + k \times \rho} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) - P_w^{\text{out}} \times (t_3^\circ - (t_1^\circ + k \times \rho)) + \int_{t_3^\circ}^{t_2} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \quad 9-2$$

Ограничивающее условие уравнения 9-2 имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} 0 \leq E(t_2^\circ) \leq E_{\text{номинал}} \\ 0 \leq E(t_2) \leq E_{\text{номинал}} \\ 0 \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_1^\circ + k \times \rho} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \leq E_{\text{номинал}} \\ P_w^{\text{out}} \times (t_3^\circ - (t_1^\circ + k \times \rho)) \leq E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_1^\circ + k \times \rho} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t) \\ t_1 < t_1^\circ \leq (t_1^\circ + k \times \rho) < t_3^\circ < t_2 < t_2^\circ \end{array} \right.$$

В уравнении 9-2 и его ограничительных условиях $p_{\text{накопление}}(t)$ - прогнозируемая мощность накопления энергии зарядной свай j_w в момент времени t , которая прогнозируется методом существующего уровня техники; P_w^{out} - постоянная выходная мощность зарядной свай j_w ; $E_{\text{номинал}}$ - номинальное количество электричества аккумуляторной батареи зарядной свай j_w ; t_3° - последнее время окончания зарядки электромобиля;

Последнее время окончания зарядки t_3° электромобиля может быть получено из уравнения 9-2 и его ограничительных условий, $[t_3^\circ, t_2]$ - период накопления энергии зарядной свай с накопителем энергии j_w ;

Соответствующее распределяемое количество электричества $Q_w(t)$ зарядной свай с накопителем энергии j_w в момент времени $(t_1^\circ + k \times \rho)$ в период простоя распределяемого количества электричества $[t_1^\circ, t_2]$ оценивается согласно следующему набору уравнений 9-3:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_w(t) = E(t_1^\circ) + \int_{t_1^\circ}^{t_1^\circ + k \times \rho} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t), \text{ когда } (t_1^\circ + k \times \rho) < t^{\text{номинал}} \\ Q_w(t) = E_{\text{номинал}}, \text{ когда } t^{\text{номинал}} \leq (t_1^\circ + k \times \rho) < t_3^\circ \text{ и } (t_3^\circ - (t_1^\circ + k \times \rho)) > \left(\frac{E_{\text{номинал}}}{P_w^{\text{out}}} \right) \\ Q_w(t) = P_w^{\text{out}} \times (t_3^\circ - (t_1^\circ + k \times \rho)), \text{ когда } t^{\text{номинал}} \leq (t_1^\circ + k \times \rho) \text{ и } (t_3^\circ - (t_1^\circ + k \times \rho)) \leq \left(\frac{E_{\text{номинал}}}{P_w^{\text{out}}} \right) \end{array} \right.$$

9-3

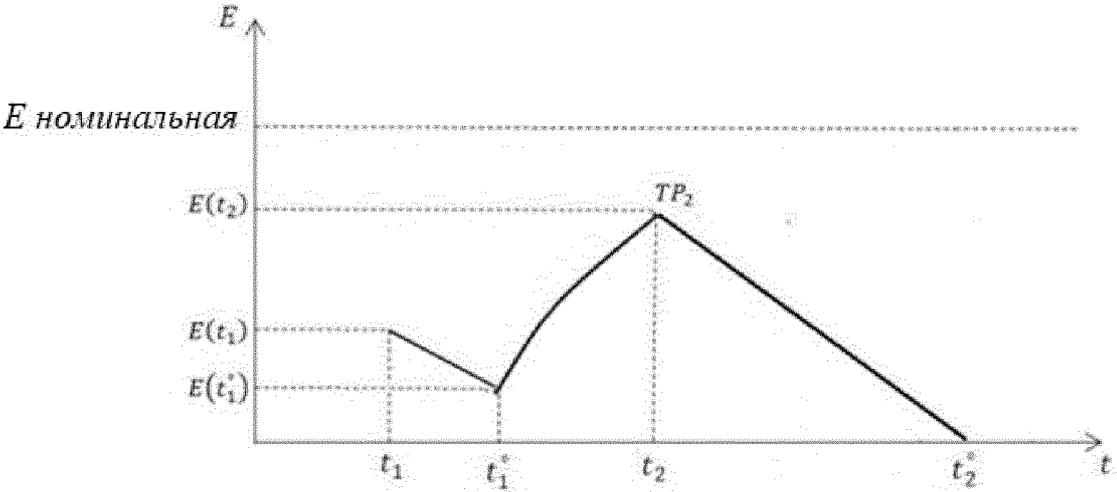
В уравнении 9-3, $k = 0, 1, 2, 3, \dots, \exists k \in \mathbb{N}$; $t^{\text{номинал}}$ обозначает время достижения номинального количества электричества накопленной энергии зарядной свай с накопителем энергии j_w , а определения остальных переменных аналогичны уравнению 9-2 и его ограничениям;

Соответствующее выделенное количество электричества $Q_w(t)$ объявляется в момент времени $(t_1^\circ + k \times \rho)$ в периоде простоя выделенного количества электричества $[t_1^\circ, t_2]$ в списке резервных услуг зарядной свай с накопителем энергии j_w ; объявление остальных моментов времени в соответствии с моментом времени $(t_1^\circ + k \times \rho)$.

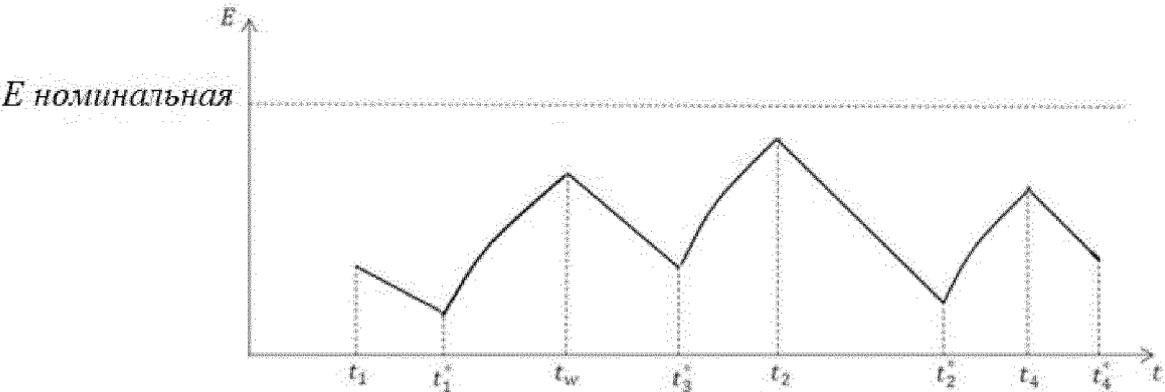
13. Метод резервирования количества электричества зарядной свай с накопителем энергии по пункту 12 имеет такие особенности, причем метод объявления типа периода простоя $[t_1^\circ, t_2]$ дополнительно включает: каждый раз, когда проходит время Δt , платформа диспетчерской системы заново оценивает комплексное накопленное количество электричества $\int_{t_1^\circ}^{t_2} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t)$ зарядной свай j_w по уравнению 9-1, повторно оценивает и объявляет количество электричества в соответствии с

уравнением 9-1, а также обновляет список зарезервированных услуг зарядной сваи j_w .

14. Метод резервирования количества электричества зарядной сваи с накопителем энергии по пункту 12 имеет такие особенности, причем метод объявления периода простоя выделяемого количества электроэнергии зарядной сваи с накопителем энергии j_w дополнительно включает: каждый раз, когда проходит время Δt , платформа диспетчерской системы повторно соответственно оценивает комплексное накопленное количество электричества $\int_{t_1^{\circ}}^{t_1^{\circ}+k \times \rho} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t)$ и $\int_{t_3^{\circ}}^{t_2^{\circ}} p_{\text{накопление}}(t) \times d(t)$ зарядной сваи j_w в уравнении 9-2, повторно оценивает и объявляет количество электричества в соответствии с уравнением 9-2 и его условиями ограничения, уравнением 9-3, а также обновляет список зарезервированных услуг для зарядной сваи j_w .



фиг. 1



фиг. 2