

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Кузбасский государственный
технический университет имени Т.Ф. Горбачева»



Алгоритм интеграции локальных ВИЭ-микроэнергосистем в централизованную энергосистему

Выполнила: Устюжанина Анастасия Сергеевна, ст. гр. ЭПм-241

Научный руководитель: Паскарь Иван Николаевич, ст. преподаватель кафедры ЭГПП;



Введение



По данным Системного оператора в 2024 году показатели потребления ЭЭ увеличились на **3,1% и 2,9%** год к году соответственно. В 2025 году потребление электроэнергии должно вырасти на 3%, до **1,226 трлн кВт·ч**.



2 марта 2021 года принято **Постановление Правительства №299**, благодаря которому теперь представляется возможным для частных домохозяйств продавать излишки произведенной электроэнергии в сеть.



Собственная генерация (иначе – распределенная генерация) на момент 2024 года достигает 35,6 ГВт, что **больше на 12%**, чем в предыдущем году.



Распределенная генерация (РГ) – основа перехода от традиционной энергетики к системам, использующим альтернативные источники энергии, а также к интеллектуализации данных систем энергоснабжения, которые включают активных потребителей. Для нее характерно повышение энергоэффективности и снижение выбросов парниковых газов (главным образом за счет возобновляемых источников энергии).



Порядок подключения к общей сети



Технологическое присоединение объектов микрогенерации к сети можно осуществить только для установок напряжением не более 1 кВ. Однако такое подключение возможно только для владельцев частных домов, для тех, кто живет в квартире, это нельзя будет сделать.



Двухнаправленный счетчик фиксирует не только то, сколько электроэнергии было куплено потребителем, но и количество электрической энергии, **отданной в сеть** личной электростанцией потребителя.



Объект микрогенерации – это источник электрической энергии, который принадлежит потребителю на законном основании, установленной мощностью меньше или равной 15 кВт.

Чтобы начать отпуск электроэнергии в сеть, необходимо выполнить ряд действий:

01.

Проанализировать уровень инсоляции/скорость ветра/скорость реки в населенном пункте, в котором проживает владелец частного домохозяйства. Исходя из полученных данных выбрать подходящую для себя генерирующую установку (СЭС, ВЭС, микро-ГЭС).

02.

Приобрести генерирующую установку, установить ее на объекте.

03.

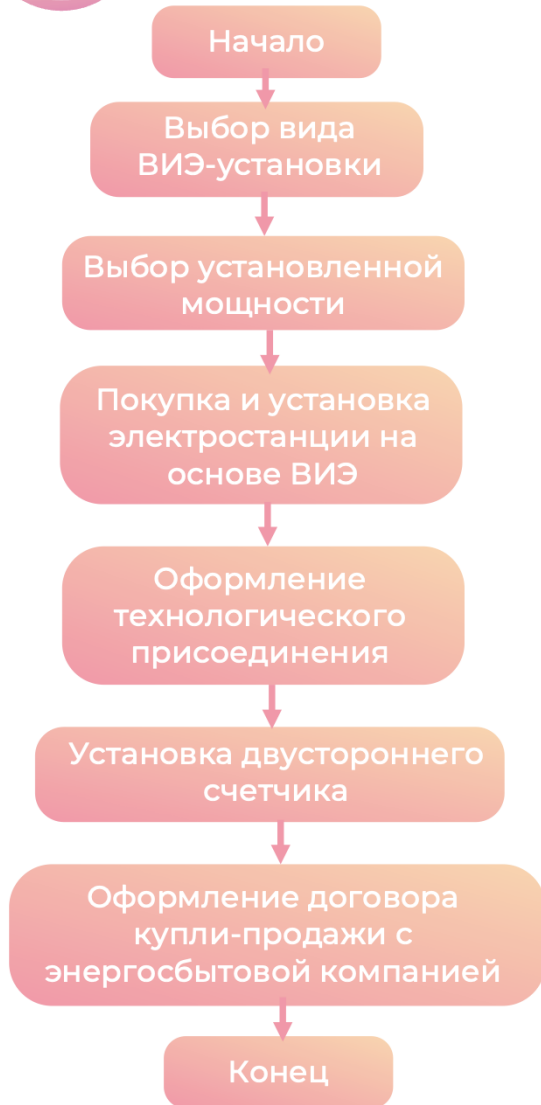
Обратиться в электросетевую компанию для оформления технологического присоединения.
Установить двусторонний smart-счетчик.
Обратиться в энергосбытовую компанию для заключения договора на покупку электроэнергии.

* - 2 марта 2021 года Постановление Правительства РФ №299

** - ФЗ №35 «Об электроэнергетике»



Порядок подключения к общей сети



ТП (технологическое присоединение) для микрогрида:

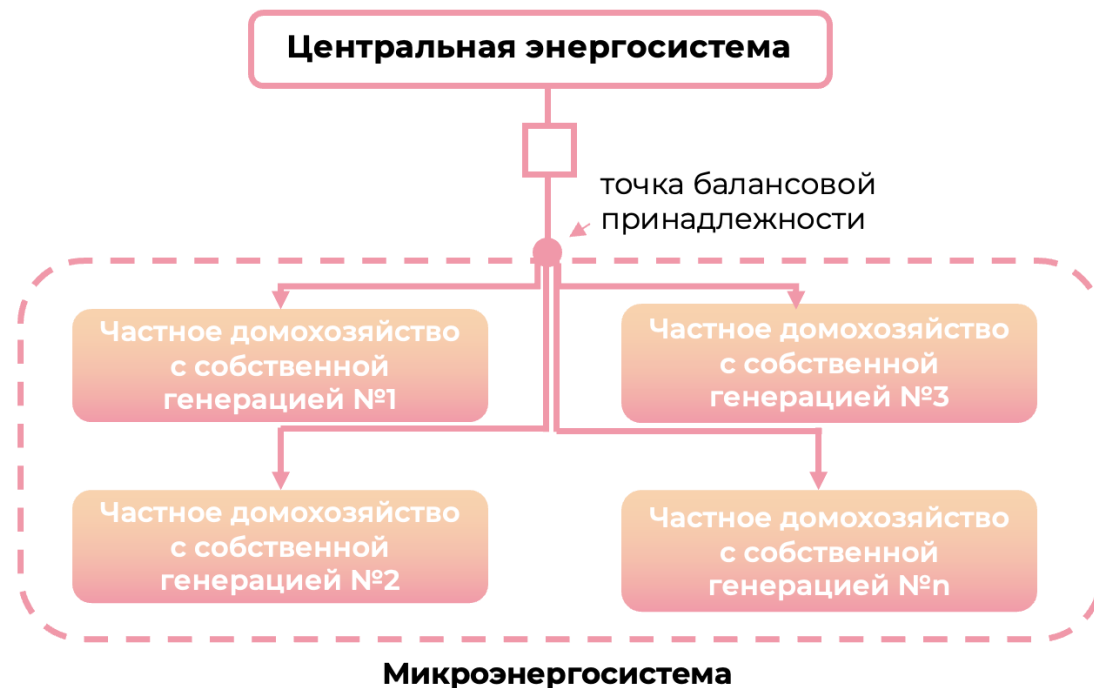
$$P = C_1 + \sum_i (C_{2,i} * L_{2,i}) + \sum_i (C_{3,i} * L_{3,i}) + C_{8,i} * q'$$

где P – плата за технологическое присоединение, C_1 – стандартизированная тарифная ставка на покрытие расходов по технологическому присоединению энергопринимающих устройств потребителей электроэнергии, объектов электросетевого хозяйства, принадлежащих сетевым организациям и иным лицам, C_{2i} – сумма расходов и произведения стандартизированной тарифной ставки на покрытие расходов сетевой организации на строительство воздушных линий или кабельных (C_{3i}), руб/км; L_{2i} – протяженность воздушных линий электропередачи, км; L_{3i} – протяженность кабельных линий электропередачи, км; C_{8i} – стоимость средства коммерческого учета электрической энергии, рублей за точку учета; q' – количество точек учета.



Режимы работы распределенной генерации

В аварийных ситуациях микрогрид может самостоятельно **отделиться от внешней сети** и переходить в островной режим. После устранения аварии микрогрид в определенных условиях может снова перейти в режим параллельной работы с внешней сетью. Таким образом, в таком режиме микрогрид является интеллектуальной автоматизированной системой, которая самостоятельно производит реконфигурацию, подстраивается под условия сети. А электроэнергия, запасенная в системах накопления (СНЭЭ) будет являться резервным источником для потребителей в случае аварии.

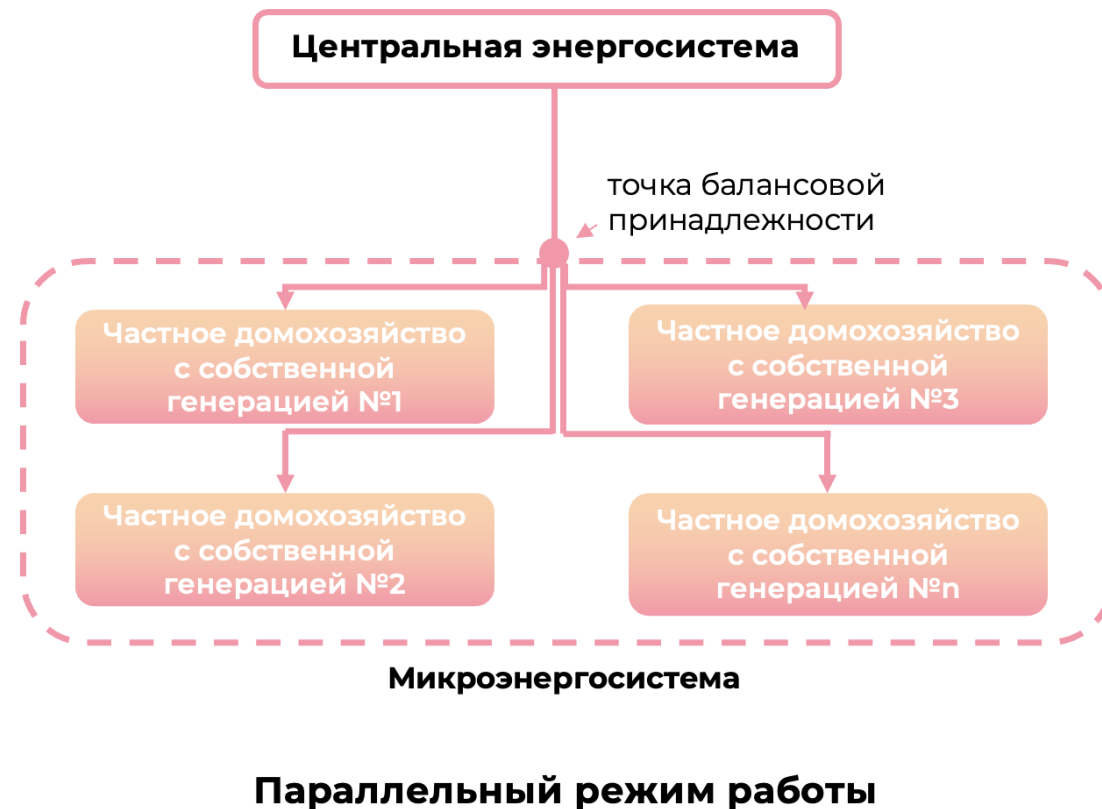


Комбинированный режим работы



Режимы работы распределенной генерации

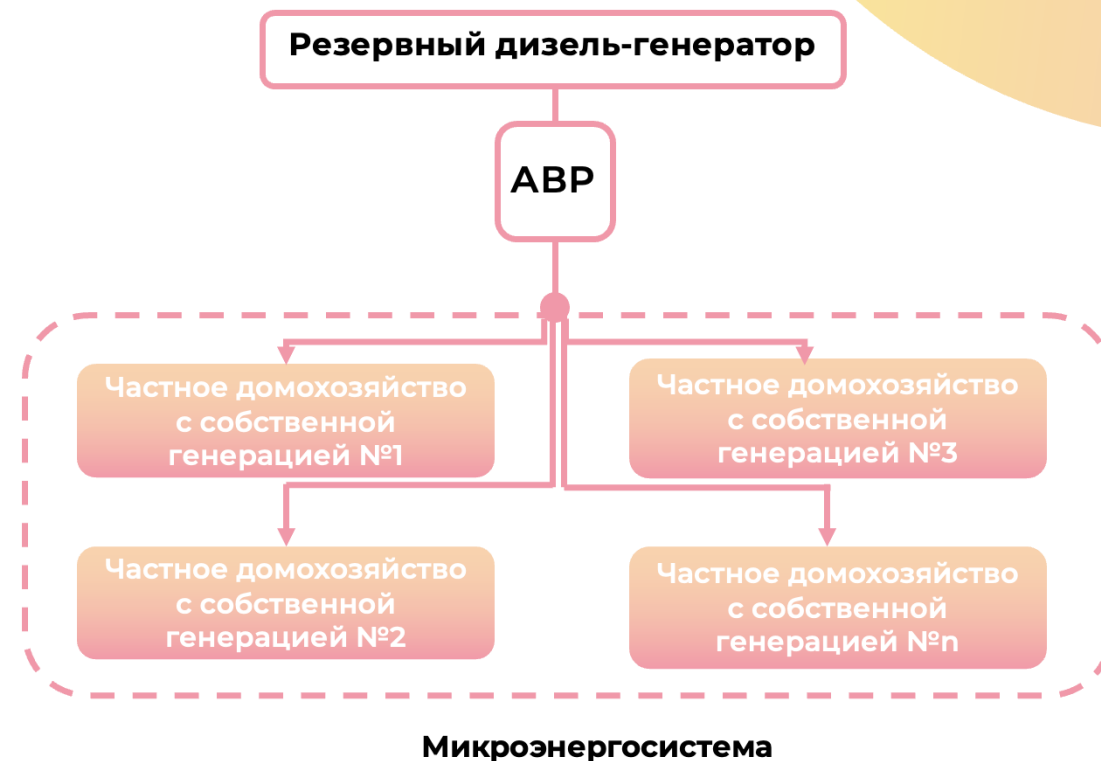
Генерирующее оборудование подключается параллельно к сетям и к локальной электрической нагрузке. Для генерирующего оборудования сеть представляет собой источник напряжения неограниченной мощности с внутренним сопротивлением, близким к 0. Потребляемая мощность локальной нагрузки пренебрежимо мала по сравнению с мощностью сети и в этих условиях нагрузка никак не влияет на параметры сети (напряжение, фаза, частота). Генерирующее оборудование подключается параллельно к источнику напряжения (то есть к сети) и, соответственно, генерирует электрический ток (передавать электрическую мощность) в направлении локальной нагрузки и сети в пределах собственной выходной мощности





Режимы работы распределенной генерации

Если энергокомплекс состоит из параллельно включенных единиц оборудования, уровни напряжения и фазы между ними должны быть строго **синхронизированы и автоматически регулироваться** для обеспечения равномерной загрузки генерирующего оборудования. Для этого, как правило, используется специальная система управления, выполненная в виде отдельного модуля или поставляемая в составе каждой единицы оборудования.



Изолированный режим работы



Выводы

Положительные аспекты:

- стабильное напряжение и отсутствие перебоев в электроснабжении. Таким образом, собственный источник генерации более надежен и стабилен;
- в регионах, богатых солнцем, выработка ЭЭ посредством солнечных батарей может полностью покрыть потребность в электричестве.

Негативные стороны:

- высокие затраты на саму генерирующую установку и дополнительное оборудование. При этом такая сумма может почти сравняться с затратами на технологическое присоединение, что делает окупаемость собственной генерации довольно долгой для одного частного домохозяйства;
- высокая стоимость обслуживания и ремонта;
- затраты на проектирование.



Заключение

Таким образом, собственная генерация с комбинированной/параллельной работой с сетью выгодна там, где тариф выше среднего по стране и при этом есть возможность реализации микроэнергосистемы с генерирующими установками на основе ВИЭ. Тогда есть возможность не только продавать излишки ЭЭ в сеть, но и поделить между участниками плату на технологическое присоединение, что сокращает капитальные затраты.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кузбасский государственный технический
университет имени Т.Ф. Горбачева»



Спасибо за внимание!

Выполнила: Устюжанина Анастасия Сергеевна, ст. гр. МЭБ-201

Руководитель ВКР: Паскарь Иван Николаевич, ст. преподаватель кафедры ЭГПП;