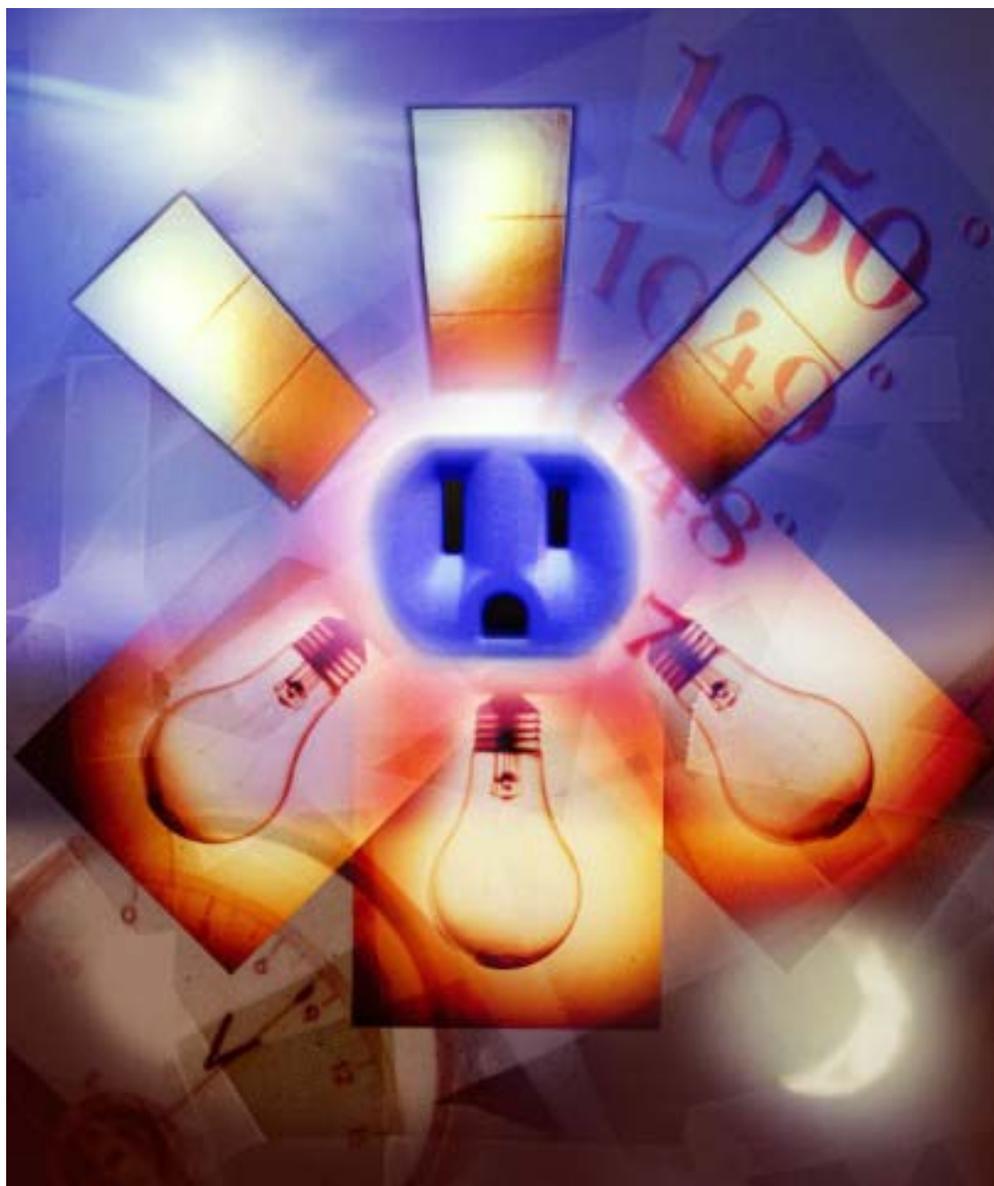

Capstone Microturbine

Подключение к электросети



Содержание

Введение	3
Подключение параллельно с сетью	3
<i>Заземление</i>	3
<i>Размыкатели и выключатели</i>	4
<i>Порядок чередования фаз</i>	5
<i>Подключение к сети через трансформатор</i>	5
Автономный режим	6
<i>Порядок чередования фаз</i>	7
<i>Подключение к сети через трансформатор</i>	7
<i>Цепи нагрузки</i>	7
<i>Выходная мощность</i>	7
<i>Подключение нагрузки</i>	8
Двухмодовый режим	9
<i>Мощность защищенной нагрузки</i>	10
<i>Порядок чередования фаз</i>	10
<i>Заземление и нейтраль</i>	10
<i>Подключение нагрузки</i>	10
Кластерный режим (MultiPac)	12

Введение

Микротурбинные генераторы Capstone (МТ) и их кластерные комплекты (MultiPac) могут работать в одном из трех режимов:

- Только параллельно с сетью. В этом режиме МТ генерирует электрический ток, синхронизированный с сетью по напряжению (400 – 480 VAC) и частоте (45 - 65 Гц).
- Только автономно. В этом режиме выходная мощность согласуется с потребителем. Параметры электрического тока настраиваются в соответствии с потребностями нагрузки по напряжению (150 – 480 VAC) и частоте (10 - 60 Гц). Нагрузка может подключаться по схеме фаза-фаза или фаза-нейтраль. МТ выдерживает перегрузки по току до 10 секунд и может блокироваться с оборудованием плавного пуска для питания электродвигателей большой мощности.
- Двухмодовый режим (переключение между параллельным и автономным режимами). Переключение производится через останов МТ. Для автоматического переключения используется двухмодовый контроллер Capstone DMC или аналогичное оборудование.

Выходные электрические параметры МТ соответствуют стандарту IEEE 5190-1992.

Подключение параллельно с сетью

В зависимости от требуемого режима работы микротурбинные генераторы обеспечивают следующие способы подключения к сети:

- Прямое подключение;
- Через развязывающий трансформатор;
- Через автотрансформатор.

Рекомендованная схема соединения - 4-х проводная звезда с глухо заземленной или заземленной через активное сопротивление ($R \leq 100$ Ом) нейтралью. Заземление нейтрали должно быть выполнено один раз на трансформаторе или в месте подключения локального сегмента к сети.

МТ должна устанавливаться как можно ближе к точке подключения локального сегмента к сети для уменьшения импеданса, возникновение которого может привести к превышению напряжения в локальном сегменте порогового значения, допустимого для МТ (максимально допустимыми значениями являются: индуктивное сопротивление $\leq 10\%$, активное сопротивление $\leq 5\%$).

Заземление

Заземление безусловно необходимо для безопасной гарантированной работы электронного оборудования МТ. На нижеследующих схемах представлены места расположения соответствующих клемм для моделей Capstone C30 и C60. Пренебрежение этим требованием может вызвать повреждение оборудования МТ. При установке МТ *следует удалить* клемму (перемычку) нейтраль-земля, которая может явиться вторым местом заземления. Это может привести к появлению блуждающих токов и непредвиденным сбоям в работе МТ. Множественные заземления нейтрали или подключение по схеме, отличной от 4-х проводной звезды, приводит к нарушению функционирования встроенной релейной защиты.

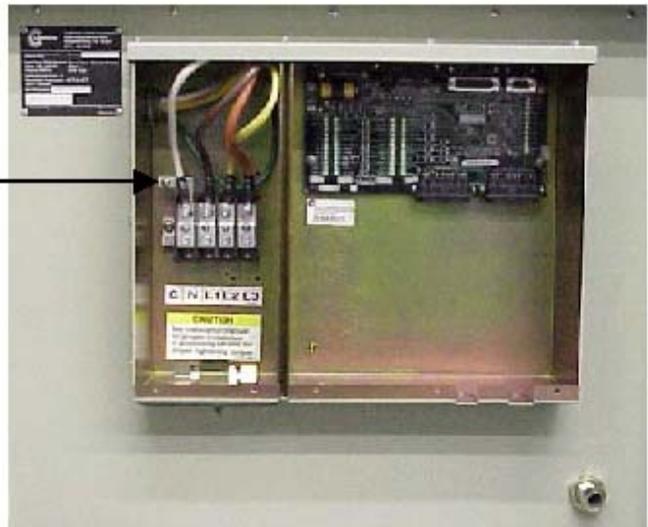
Все электрические соединения и кабели должны соответствовать и работы по их монтажу должны быть выполнены в соответствии со стандартами и инструкциями, установленными для территории, на которой устанавливается МТ.

Размыкатели и выключатели

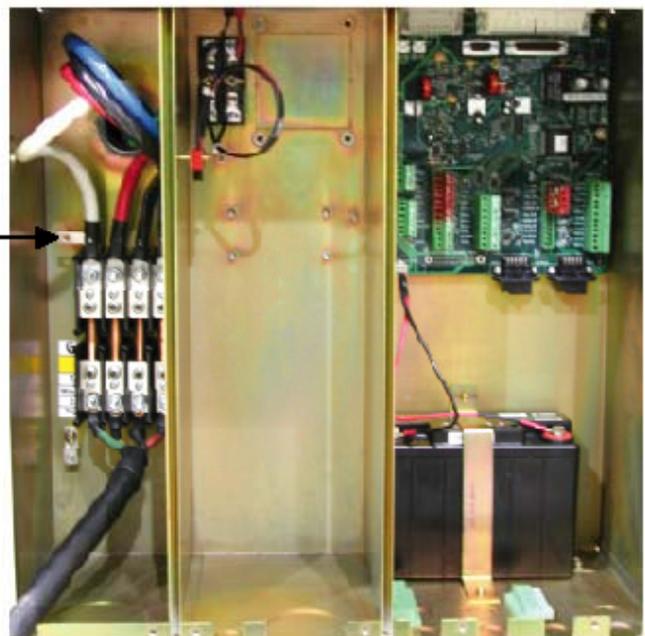
Автоматический выключатель или размыкатель с предохранителем с визуально различимым воздушным зазором должен быть установлен между МТ и распределительной панелью на расстоянии от МТ, определяемом стандартами и нормами, действующими для места эксплуатации микротурбины.

Устанавливаемое оборудование должно выдерживать максимальные значения по напряжению и току, установленные для конкретной модели МТ (С30 или С60). Кроме того, все оборудование должно быть заземлено и для подключения к контактным площадкам МТ должен использоваться медный кабель на 600 VAC. Винты, фиксирующие кабель на клеммах МТ, должны быть затянуты с усилием 13.8 кг/м (3.5 кг/м для клеммы нейтраль-земля).

C30
Клемма и винт
Нейтраль-Земля



C60
Клемма и винт
Нейтраль-Земля



Порядок чередования фаз

Фазовые клеммы в терминальном блоке МТ (L1-L2-L3) расположены против часовой стрелки. Порядок подключения к сети важен только для автономного режима.

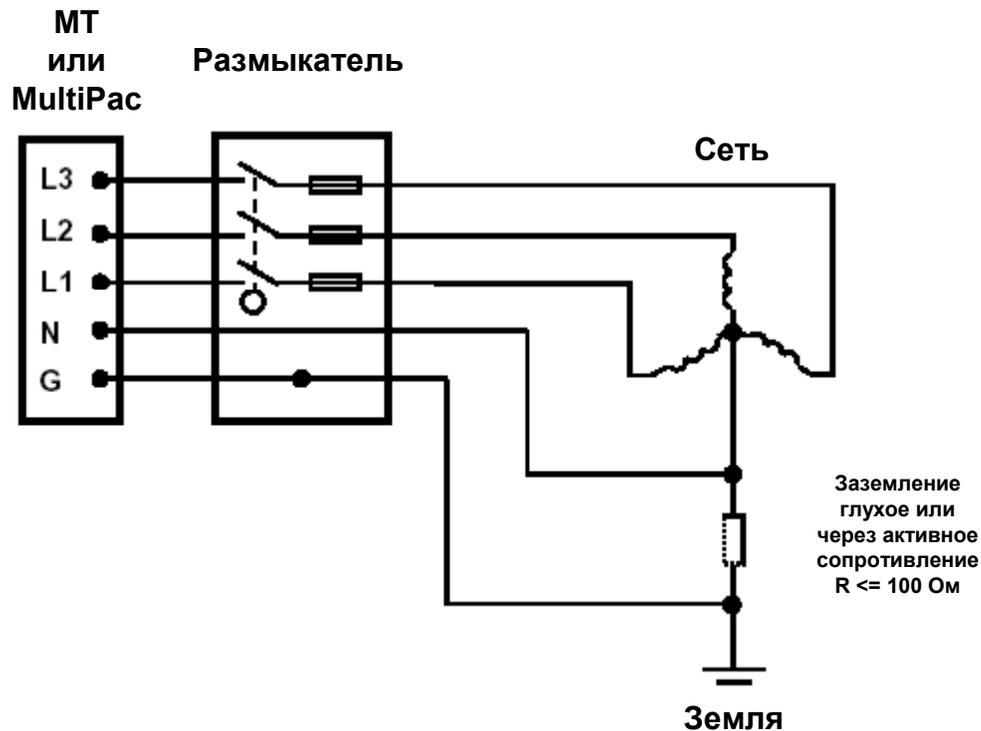
Подключение к сети через трансформатор

Применение трансформатора электрического напряжения необходимо при следующих условиях установки МТ:

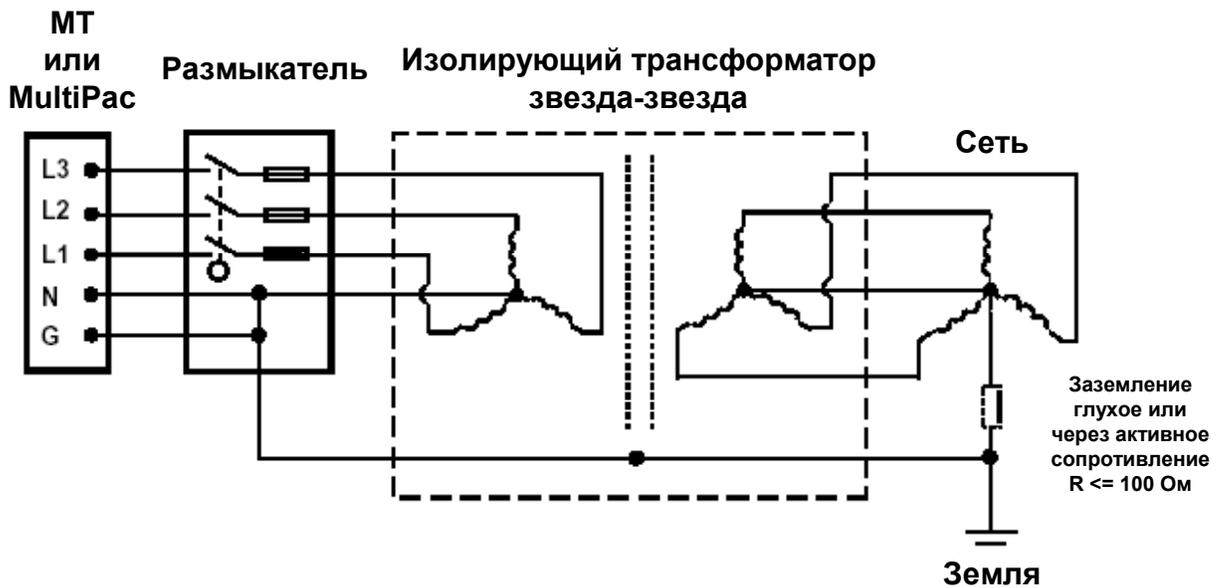
- Напряжение сети выходит за пределы диапазона 360 – 480В переменного тока;
- Схема подключения отлична от 4-х проводной звезды с заземлением;
- Подключение к системе с высоким импедансом. Может потребоваться установка дополнительного трансформатора с ответвлениями или автотрансформатора для понижения напряжения.

На нижеследующих схемах представлены допустимые способы подключения к сети:

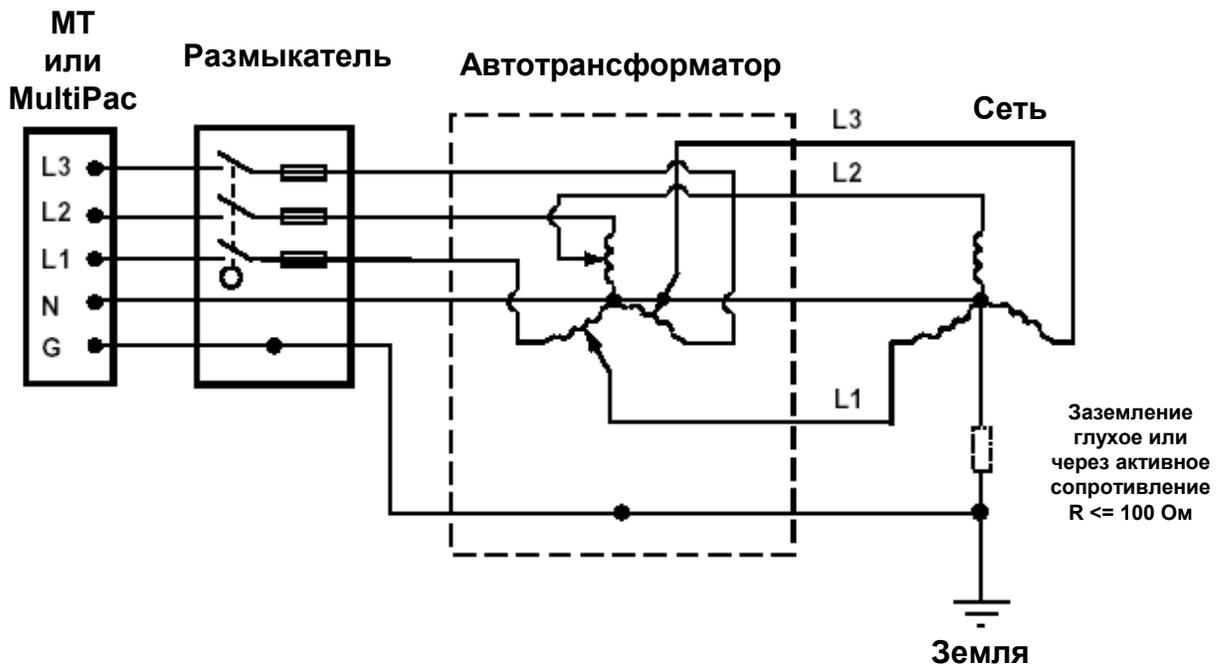
- *Прямое соединение*



- Через изолирующий трансформатор



- Через автотрансформатор



Автономный режим

В автономном режиме работы подключение нагрузки допускается в различных комбинациях фаза-фаза или фаза-нейтраль при условии соблюдения максимально допустимых уровней тока и напряжения для конкретной модели МТ. В автономном режиме нейтраль должна быть заземлена по правилам, аналогичным изложенным выше для режима работы параллельно с сетью.

Выходное напряжение фаза–фаза может быть установлено в диапазоне 150 – 480 VAC при частоте 10 – 60 Гц.

Порядок чередования фаз

Фазовые клеммы в терминальном блоке МТ (L1-L2-L3) расположены против часовой стрелки. Этот порядок подключения необходимо соблюсти для автономного режима. Неправильное подключение фаз МТ и нагрузки может привести к поломке оборудования МТ.

Подключение к сети через трансформатор

Применение трансформатора электрического напряжения необходимо в случае, если для оборудования нагрузки требуется напряжение, отличное от допустимого для МТ (150 – 480 VAC).

Цепи нагрузки

Выход МТ состоит из трех фаз и нейтрали, использование которых допускается в любой комбинации с учетом фазовых ограничений по току (46А для С30 и 100А для С60).

Задание номинальной величины напряжения допустимо между любыми двумя фазами. Допускается подключение однофазной нагрузки. При этом балансировка нагрузки на фазу не требуется, действует единственное ограничение – по току и общей мощности МТ (указаны выше). Нейтраль МТ должна быть всегда заземлена.

Выходная мощность

Микротурбинный генератор имеет два ограничения по выходной мощности – электрический ток и температура окружающего воздуха, подаваемого в МТ с учетом поправки на высоту установки над уровнем моря. Из двух ограничений всегда выбирается наиболее строгое.

МТ может питать нагрузку с любым значением коэффициента мощности (с учетом ограничений по току). Ток (I), потребляемый нагрузкой, является функцией потребляемой мощности (W), напряжения (V) и коэффициента мощности (pf):

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \times V \times pf} \quad \text{следовательно, мощность } W = 1,73 \times I \times V \times pf.$$

Борьба с низким значением коэффициента мощности возможна с помощью применения компенсационного оборудования (например, для нагрузки, представленной асинхронным электродвигателем, могут быть применены конденсаторы модули). К нагрузке, обладающая высокими пусковыми токами, возможна установка устройства плавного пуска (УПП). Программное обеспечение МТ позволяет задать схему плавного повышения напряжения и частоты, согласованную с УПП и требованиями нагрузки

Второе ограничение приводит к следующим результатам – МТ производит максимальную мощность в диапазоне температур от -25°C до $+20^{\circ}\text{C}$ окружающей среды (воздуха); далее идет снижение ($+25^{\circ}\text{C}$ - 28 кВт, $+30^{\circ}\text{C}$ - 26кВт, $+35^{\circ}\text{C}$ - 24кВт, $+42^{\circ}\text{C}$ - 22кВт, $+50^{\circ}\text{C}$ – 20 кВт). Подъем над уровнем моря вносит дополнительное уменьшение на 1% за каждые 100м изменения. Для обеспечения стабильного температурного режима, в первую очередь, необходимо учитывать потребление воздуха МТ, идущего не только на формирование топливной смеси, но и на охлаждение двигателя и электронного блока. Кроме того,

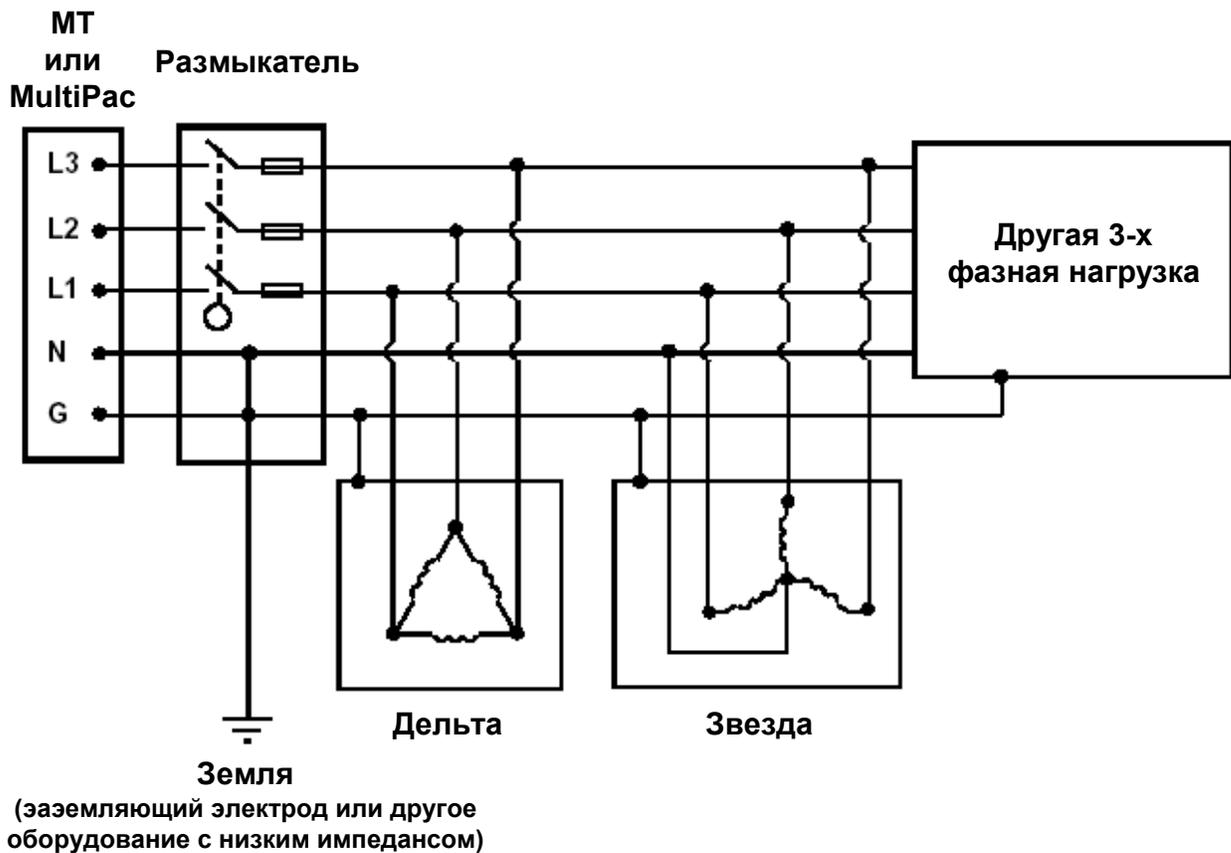
необходимо обеспечить отвод тепла выхлопных газов с тем, чтобы они не попадали во входной тракт подачи воздуха в МТ.

МТ способны устойчиво работать при потреблении со стороны нагрузки от 0 Вт до максимально допустимого для конкретной конфигурации микротурбин. Но при этом минимальная генерируемая мощность (даже в случае установки параметра выходной мощности в 0) составит $N \cdot 750$ Вт (где N – количество МТ).

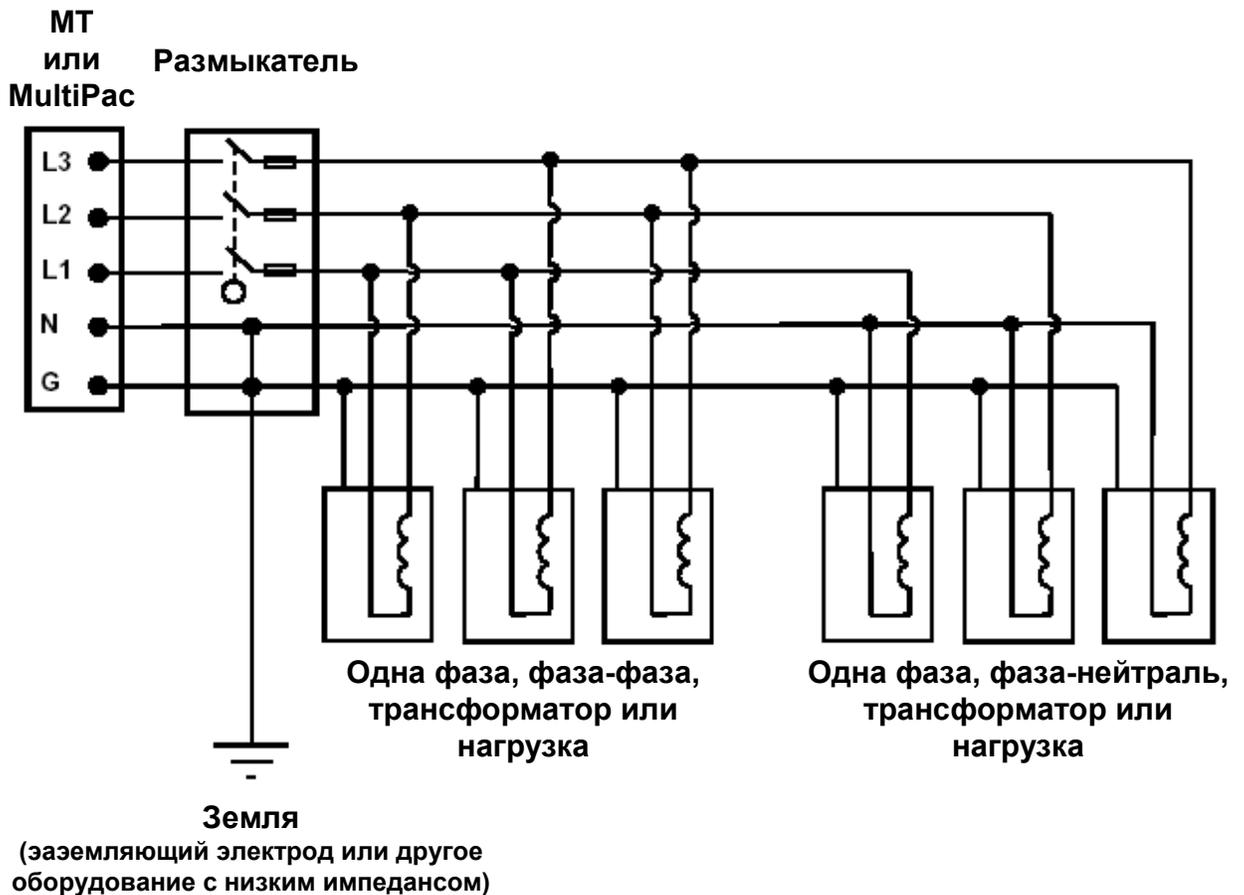
Подключение нагрузки

На нижеследующих схемах представлены допустимые способы подключения:

- 3-х фазная нагрузка



- *однофазная нагрузка*



Двухмодовый режим

Если МТ снабжена оборудованием для автономной работы, то это означает, что микротурбинный генератор может работать параллельно с сетью или автономно и существует возможность построить схему автоматического переключения режимов работы МТ (двухмодовый режим). При этом нагрузка, расположенная в одном сегменте с МТ, которая может потреблять ток от сети или от МТ, работающей в автономном режиме, называется защищенной нагрузкой.

Переключение между режимами работы МТ состоит из выполнения следующей последовательности шагов:

1. Остановка МТ;
2. Переключение электрических соединений;
3. Реконфигурация параметров программного обеспечения МТ и аппаратных перемычек;
4. Рестарт МТ.

Для автоматического выполнения этих шагов можно использовать контроллер Capstone DMC (Dual Mode Controller).

Мощность защищенной нагрузки

На нижеследующих схемах представлены допустимые способы подключения:

Notice that Protected Loads in a Dual Mode application must be sized as though the MicroTurbine will operate on the loads in the Stand Alone mode, where the cumulative load to each phase is current-limited.

Порядок чередования фаз

Фазовые клеммы в терминальном блоке МТ (L1-L2-L3) расположены против часовой стрелки. Этот порядок подключения необходимо соблюсти для предотвращения переворота фазы при переключении режимов.

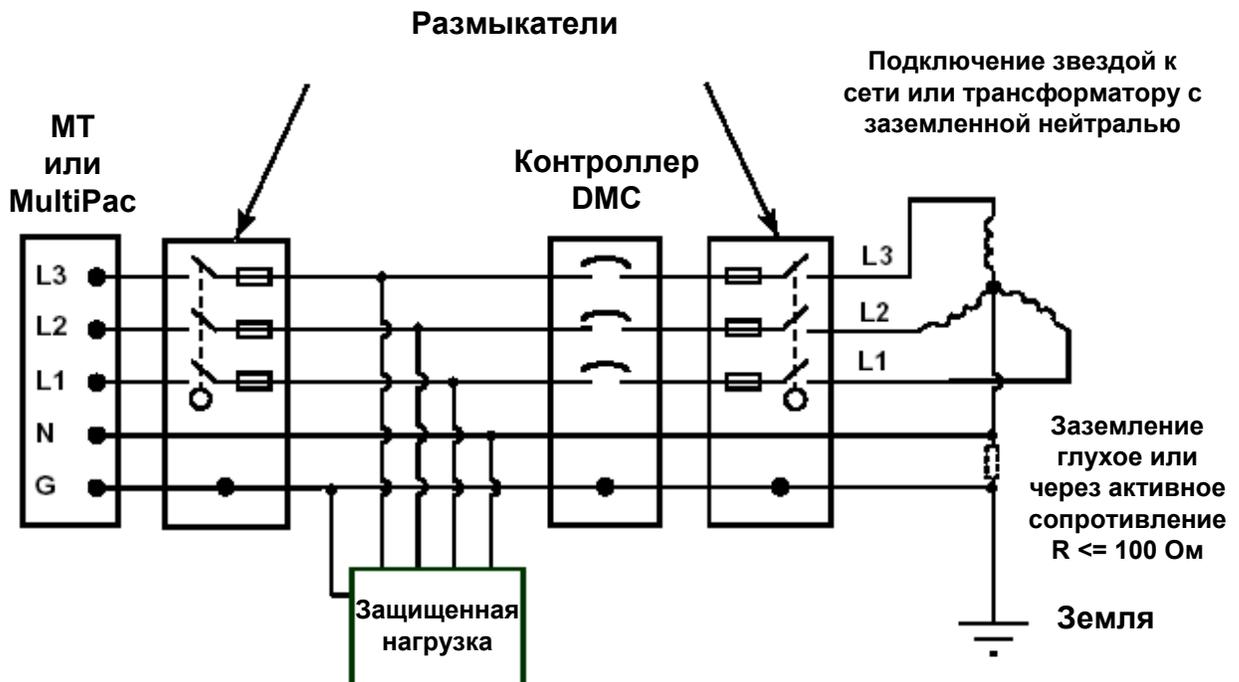
Заземление и нейтраль

Требования заземления нейтрали при двухмодовом подключении полностью соответствуют требованиям, изложенным выше для режима параллельной работы с сетью. При этом перемычка нейтраль-земля в терминальном блоке МТ должна быть удалена.

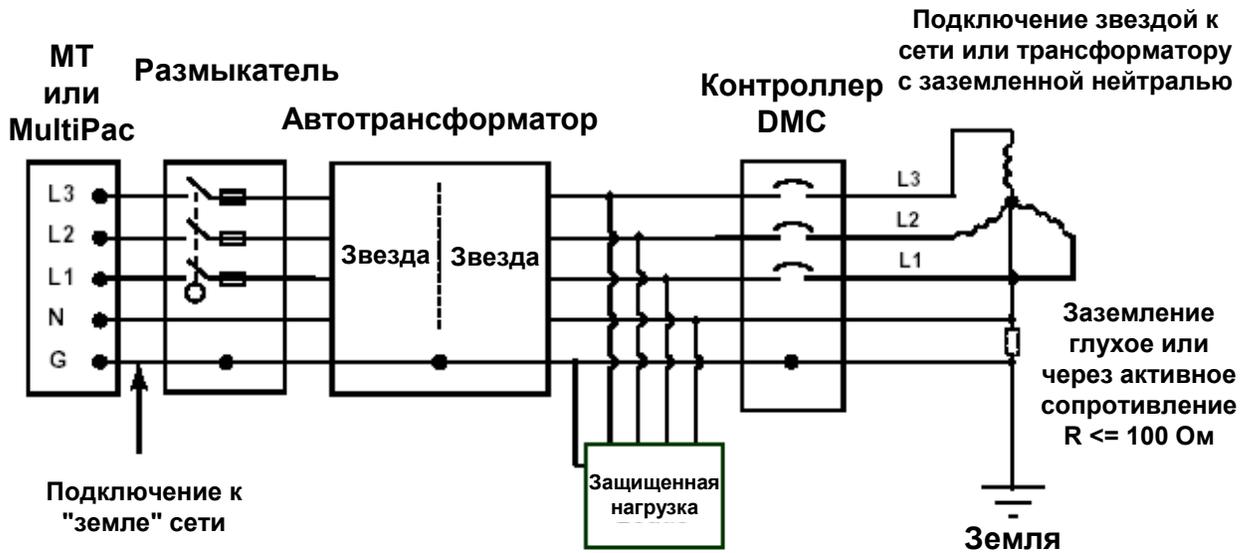
Подключение нагрузки

На нижеследующих схемах представлены допустимые способы подключения.

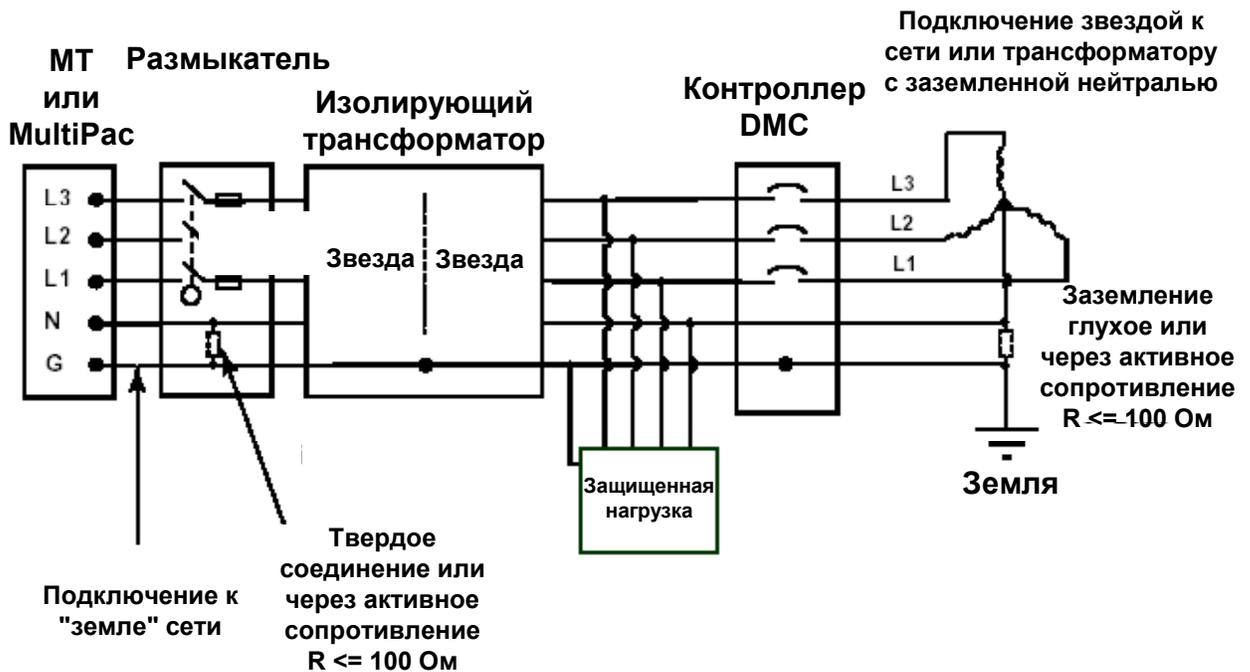
- Прямое подключение через DMC контроллер, который установлен между МТ и защищенной нагрузкой с одной стороны и сетью или трансформатором, с другой стороны.



- «Непрямое» подключение через DMC контролер, который установлен между защищенной нагрузкой и автотрансформатором, с одной стороны и сетью или трансформатором, с другой стороны.



- «Непрямое» подключение через DMC контролер, который установлен между защищенной нагрузкой и изолирующим трансформатором, с одной стороны и сетью или трансформатором, с другой стороны.



В случае если нейтраль заземлена через активное сопротивление, защищенная нагрузка должна выдерживать напряжение фаза-фаза между любой фазой и землей и напряжения фаза-нейтраль между нейтралью и землей

Кластерный режим (MultiPac)

Все МТ в кластере должны быть подключены силовым кабелем к сети в соответствии с правилами, изложенными выше для одной МТ (чередование фаз, заземление нейтрали). Перемычка нейтраль-земля в терминальных блоках МТ должны быть удалены из всех микротурбин, входящих в кластер (MultiPac):

