

Решить задачу (Максимум 5 баллов)

Планируется расширение сети 110 кВ – строительство новых подстанций 2, 3 и 4. Питание на них будет подаваться от главной подстанции, то есть центра питания (ЦП). Очень важно при этом правильно спроектировать сеть, любая ошибка ведет к росту потерь при передаче энергии, себестоимости сети, а также к перерывам электроснабжения потребителей.

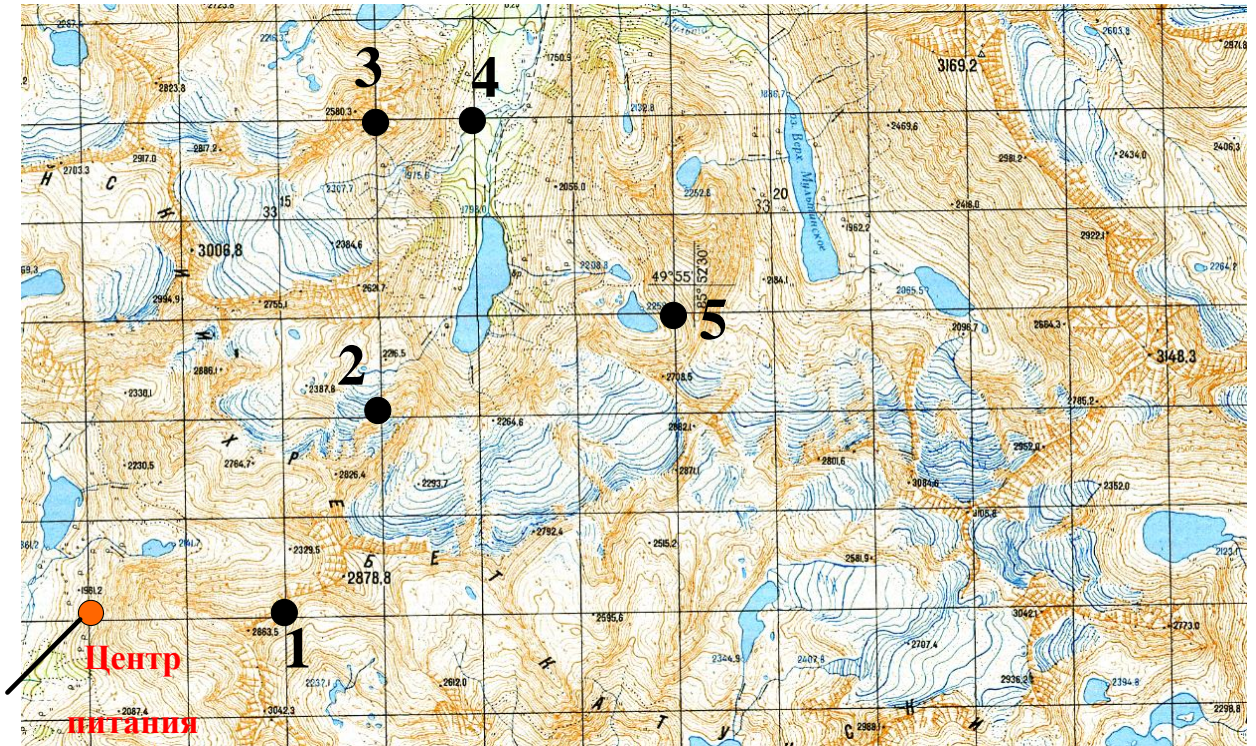
На карте указаны площадки, подходящие для строительства подстанций (ПС). Спроектируйте сеть, которая будет удовлетворять следующим требованиям:

1. Суммарная длина воздушных линий сети должна быть минимальна при условии выполнения п. 3;
2. Каждый потребитель должен получать питание по двум линиям (это обусловлено требованиями надежности электроснабжения потребителя);
3. Электрическое сопротивление между самой удаленной ПС и ЦП не должно превышать 12 о.е. в наихудшем режиме, так как в этом случае напряжение на ПС будет ниже критического.

Необходимо рассмотреть как минимум **три варианта**.

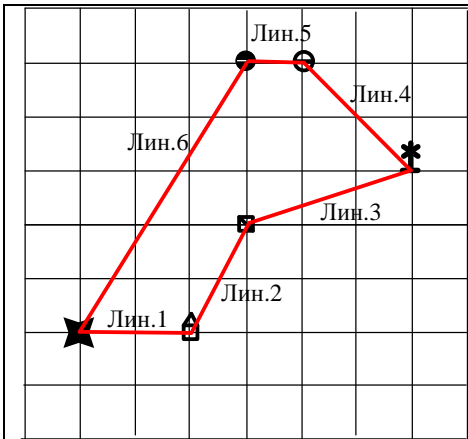
Указания.

- Наихудшим считаем режим, когда одна линия выведена в ремонт и отключена. Эту линию вы должны выбрать сами.
- Для упрощения расчетов считаем длину линий не в км, а в относительных единицах (о.е.). За единицу примите длину стороны квадрата.
- Расчет сопротивлений также делайте в о.е. За единицу сопротивления принимаем сопротивление участка линии, длина которого равна длине стороны квадрата. Например, если соединить ЦП с ПС1, то сопротивление между ними будет равно 2 о.е.
- Для выполнения условия 2 все ПС можно соединить в «кольцо» или прокладывать между ПС по две параллельные линии, также можно применять «смешанную» схему.



Решение

<p>Действие № 1</p> <p>Составим первый возможный вариант топологии сети, удовлетворяющий условиям.</p> <p>Длина линий</p> $2 + \sqrt{1^2 + 2^2} + \sqrt{1^2 + 3^2} + \sqrt{2^2 + 2^2} + 1 + \sqrt{5^2 + 3^2} = 17.06 \text{ ед.},$ <p>При отключении линии 1 ПС1 будет удалена от центра питания на</p> $\sqrt{5^2 + 3^2} + 1 + \sqrt{2^2 + 2^2} + \sqrt{1^2 + 3^2} + \sqrt{1^2 + 2^2} = 15.06 \text{ ед.}$ <p>что больше 12. Напряжение на подстанции 1 будет слишком низким. Вариант не подходит.</p>	<p>2 балла</p>
--	----------------

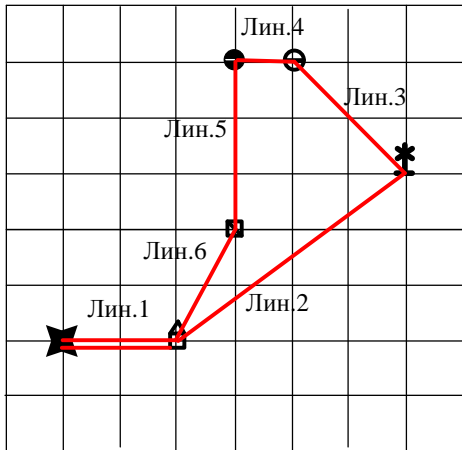


Действие № 2

Составим второй возможный вариант топологии сети, удовлетворяющий условиям.

Длина линий 18,04 ед., при отключении линии 6 ПС2 будет удалена от ЦП на 13,8 ед, что больше 12. Вариант не подходит.

3 балла



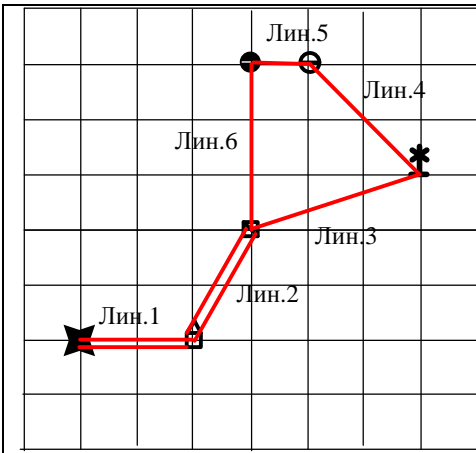
Действие № 3

Составим третий возможный вариант топологии сети, удовлетворяющий условиям.

Длина линий 18,5 ед.

При отключении линии 6 ПС3 будет удалена от ЦП на 10,2 ед, что меньше 12. Вариант удовлетворяет всем трем условиям. Протяженность линий превышает протяженность линий в вариантах 1 и 2 незначительно.

5 баллов



Примечание.
Задача оценивается на 10 баллов, если есть различные варианты топологии сети, не менее трех, и проведена оценка на их соответствие заданным условиям.
Варианты топологии сети могут отличаться от приведенных выше.