

VI ИННОВАЦИОННЫЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ САММИТ



АССОЦИАЦИЯ УЧАСТНИКОВ
ОТРАСЛИ ЦЕНТРОВ
ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

11-13 СЕНТЯБРЯ 2024
КАЗАНЬ - ИННОПОЛИС

АССОЦИАЦИИ УЧАСТНИКОВ ОТРАСЛИ ЦОД – 2024

Топология ЦОД. Что дальше Tier IV

Алексей Солдатов

Член правления Ассоциации участников отрасли ЦОД

Председатель комитета по стандартизации ТК-120

Советник генерального директора «ДатаПро»

Эксперт по стандартизации



Топологии системы электроснабжения, соответствующие Tier IV

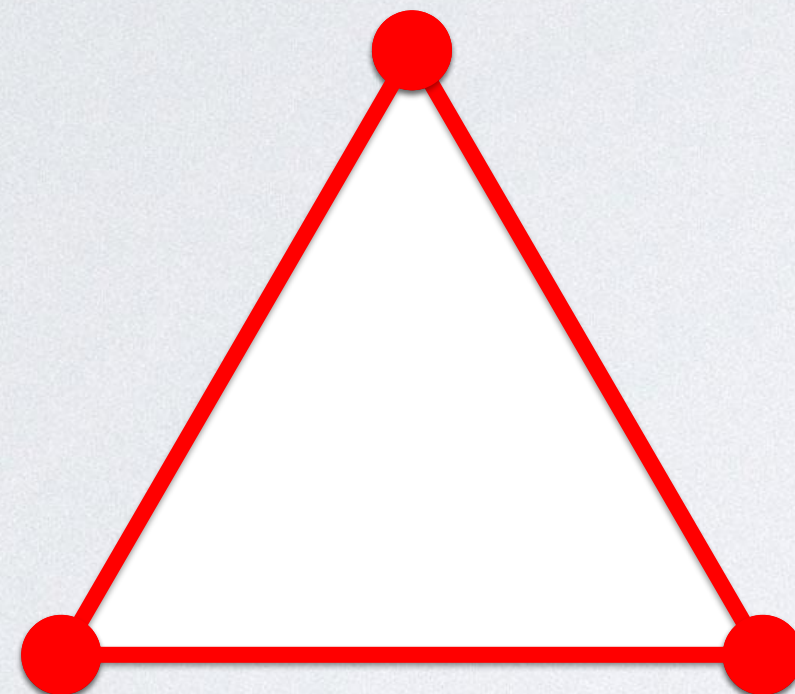
(при условии изоляции линий распределения друг от друга)

2 N



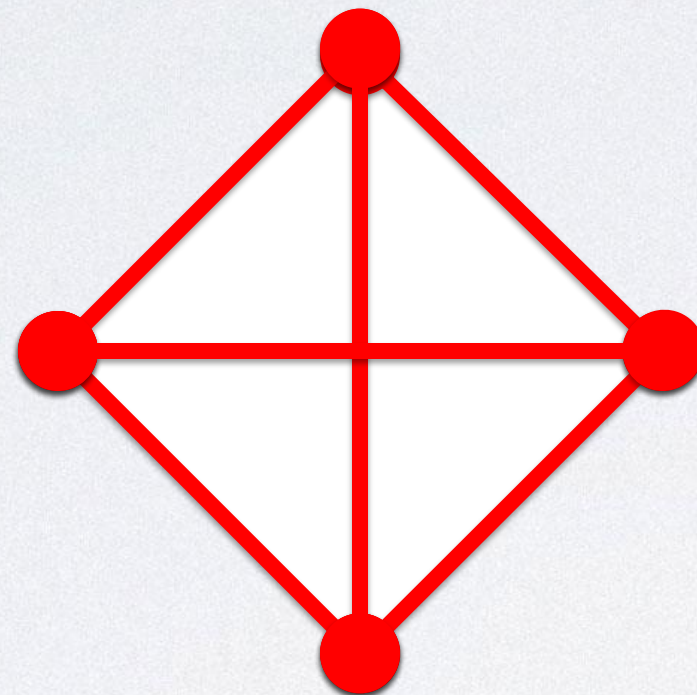
50% , 1

3/2 N



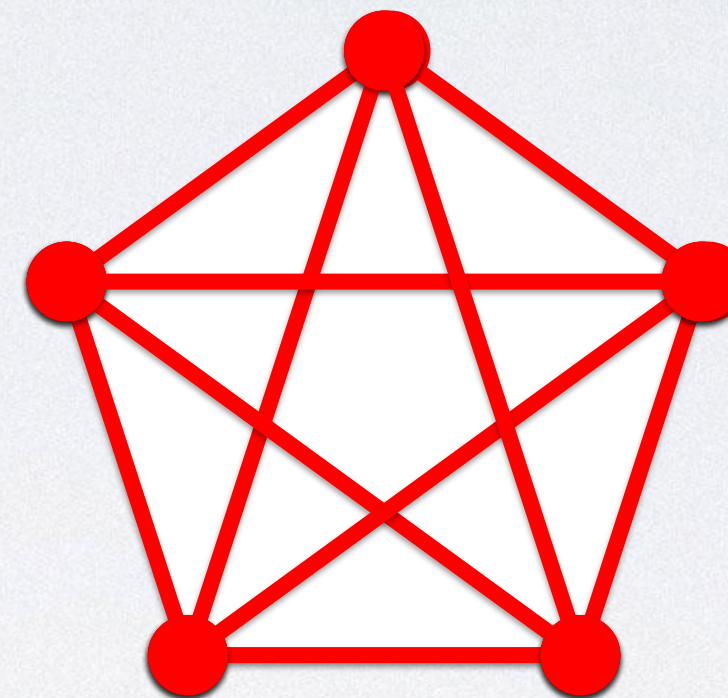
66,6%, 3

4/3 N



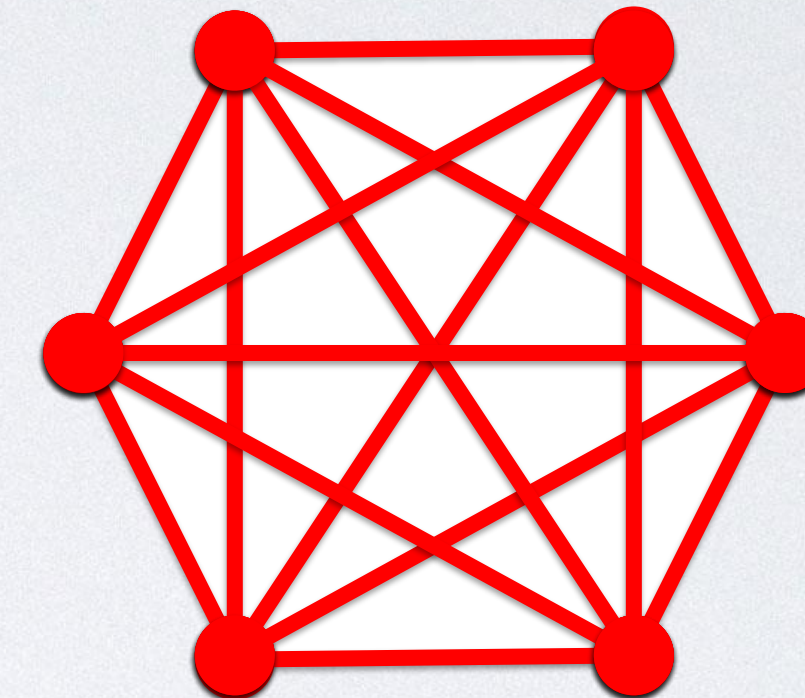
75%, 6

5/4 N



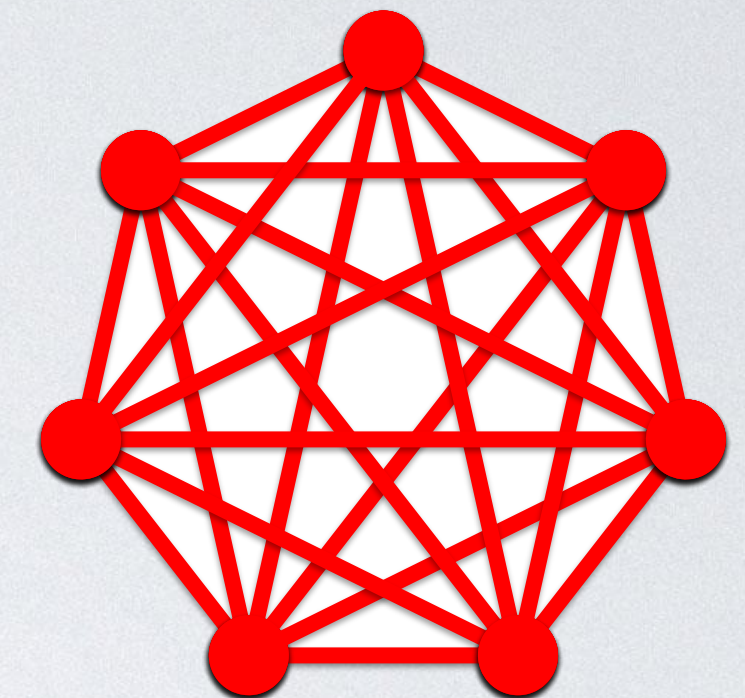
80%, 10

6/5 N



83,3%, 15

7/6 N



85,7%, 21

● - ИСТОЧНИКИ*

— - нагрузки**

*Загрузка в нормальном режиме в % вычисляется по формуле $100(n-1)/n$, где n - число источников в схеме

**Число нагрузок вычисляется по формуле $n(n-1)/2$, где n - число источников в схеме

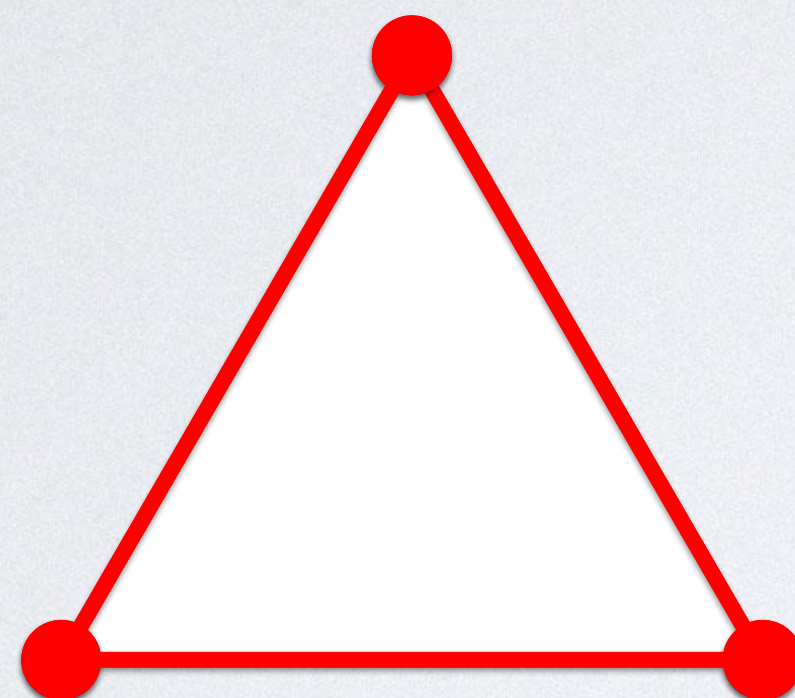


Вероятности отказов

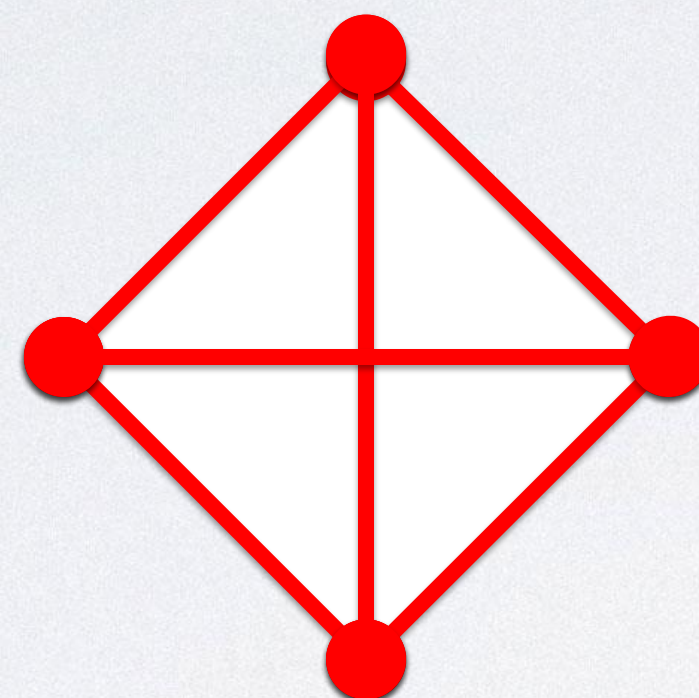
2 N



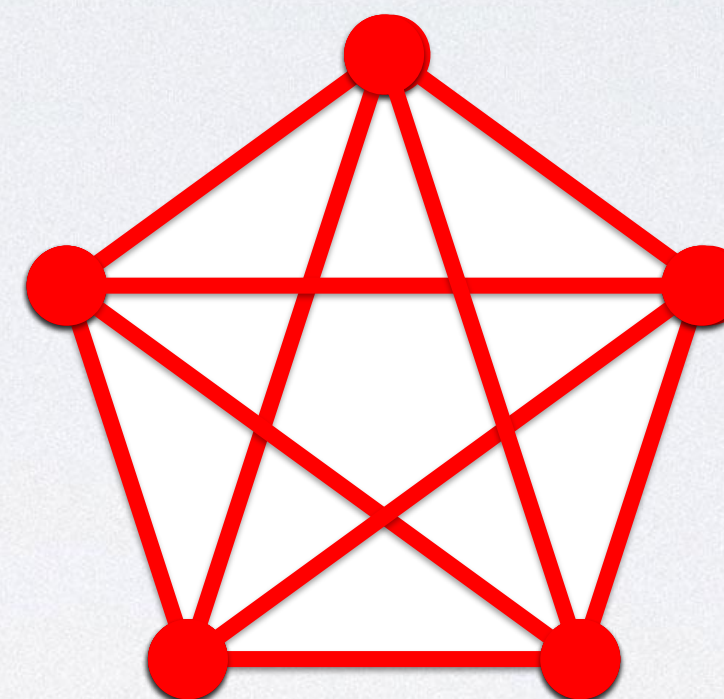
3/2 N



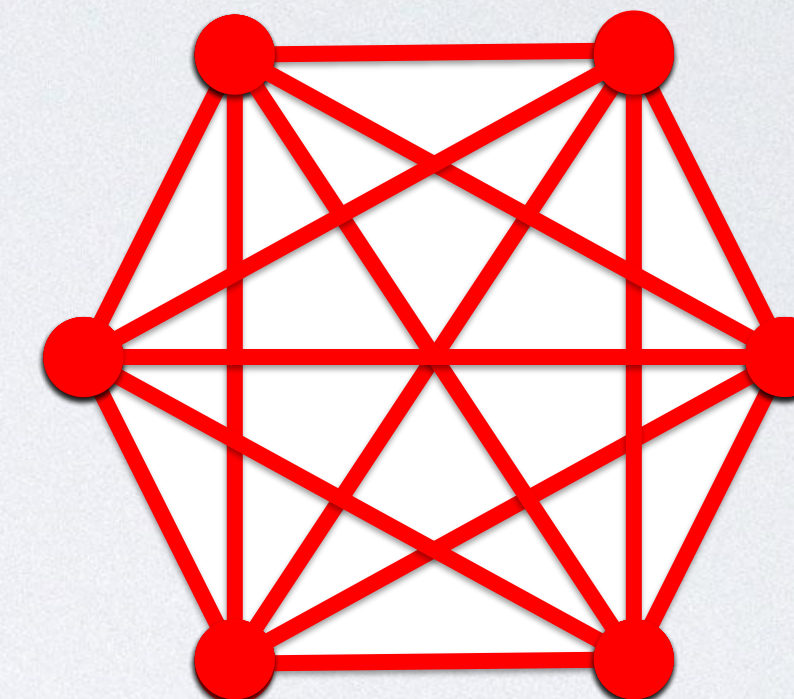
4/3 N



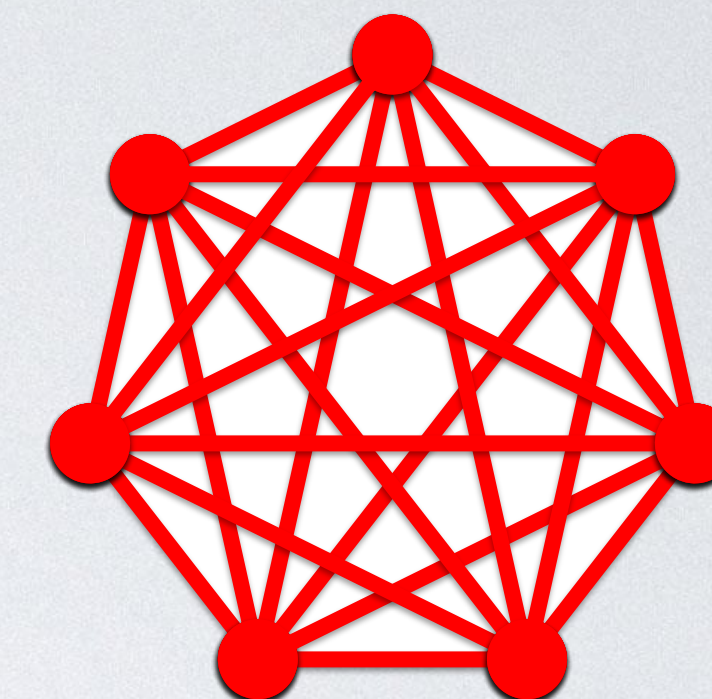
5/4 N



6/5 N



7/6 N



Вероятность аварии во время ТО и ремонта

$X * Y$

$(2 * X) * Y$

$(3 * X) * Y$

$(4 * X) * Y$

$(5 * X) * Y$

$(6 * X) * Y$

Вероятность аварии из-за неисправности

$Y * Y$

$(2 * Y) * Y$

$(3 * Y) * Y$

$(4 * Y) * Y$

$(5 * Y) * Y$

$(6 * Y) * Y$

X - % времени на ТО, Y - % времени пребывания в аварии



Вероятности отказов

За 10 лет эксплуатации энергомодуль (ИБП+ДГУ) находится:

- **В состоянии ТО и плановых ремонтов 1,23% времени – X**
(6 часов на ИБП + 6 часов на ДГУ 2 раза в год, 5 недель на замену прокладок в ДГУ)
- **Мое мнение – энергомодуль «ловит» отказ раз в 10 лет**
В идеальном мире «розовых пони» авария устраняется за 8 часов – 0,01% времени
- **В аварийном состоянии 1,67% времени – Y**
(мое мнение, что время восстановления 2 месяца)

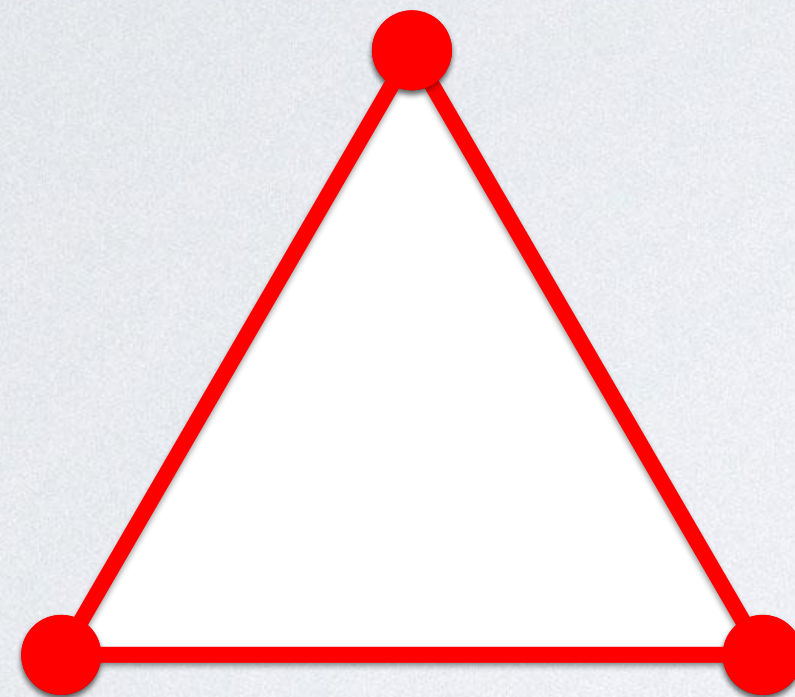


Вероятности отказов

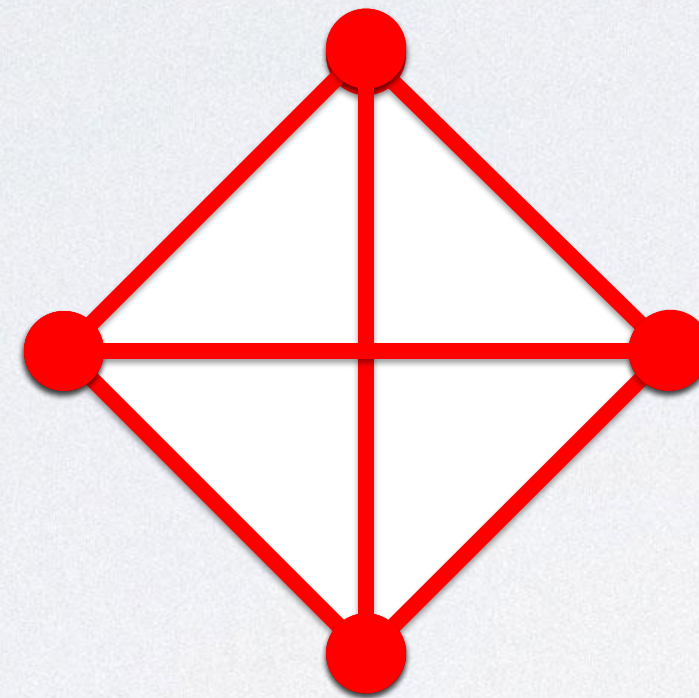
2 N



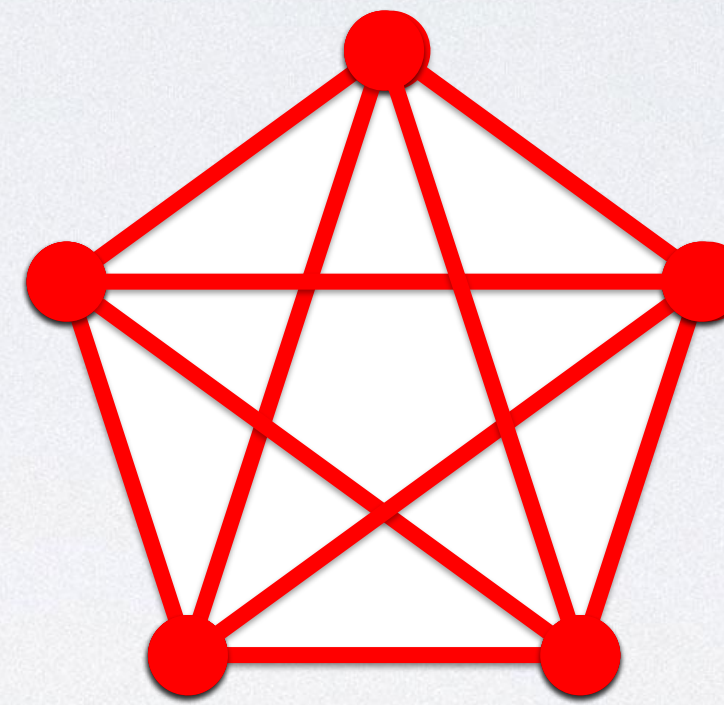
3/2 N



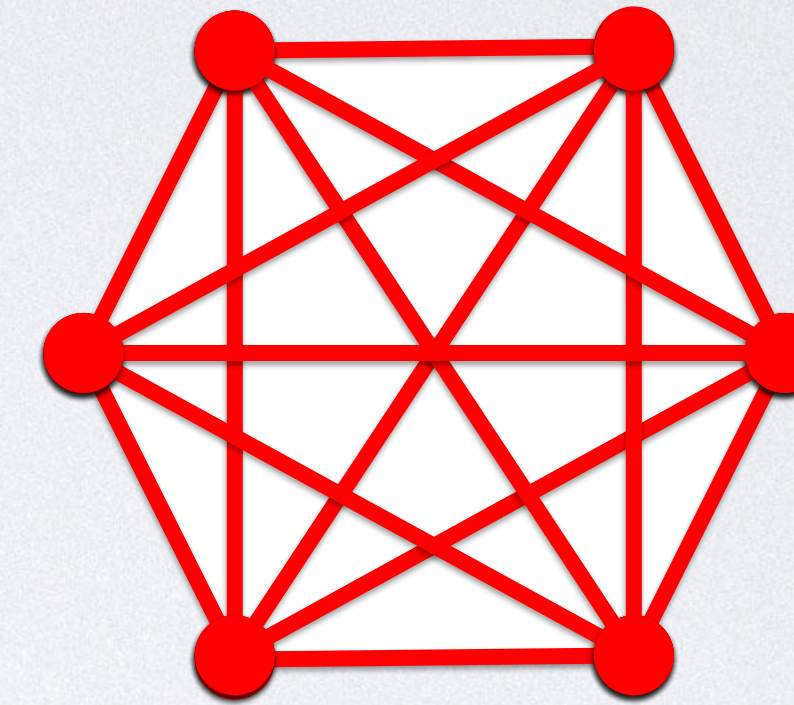
4/3 N



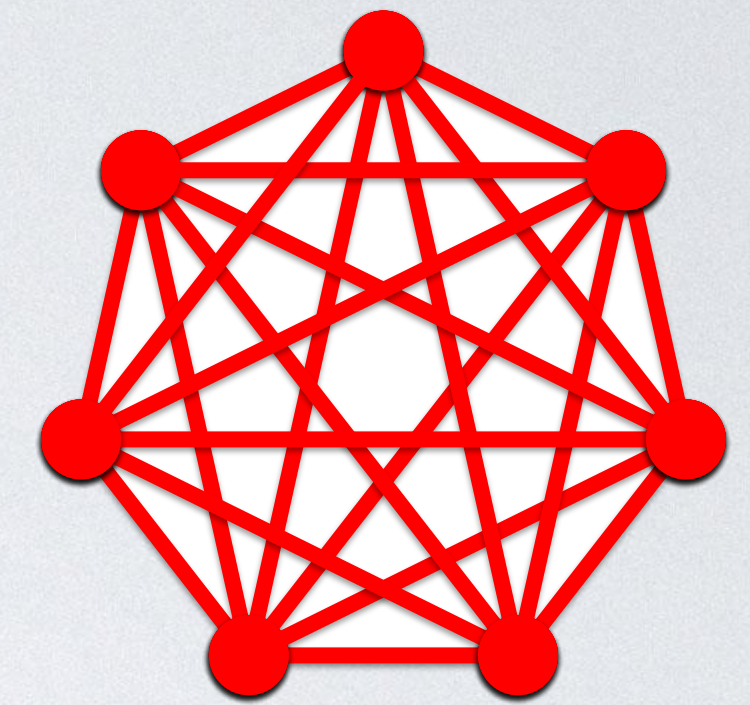
5/4 N



6/5 N



7/6 N



Вероятность аварии во время ТО и ремонта

Идеал

0,0001%

0,0002%

0,0003%

0,0005%

0,0006%

0,0007%

Реальность

0,021%

0,041%

0,062%

0,082%

0,103%

0,123%

Вероятность аварии из-за неисправности

0,028%

0,056%

0,083%

0,111%

0,139%

0,167%



ГОСТ Р 70139-2022

ЦОД. Инженерная инфраструктура. Классификация

Показатель П2.04.01.02

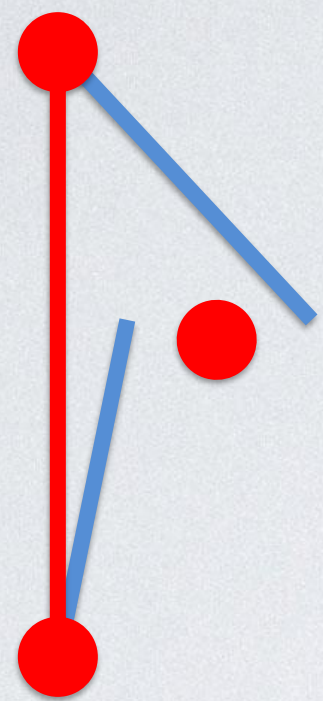
Уровень резервирования компонент системы электроснабжения

Класс А	Класс В	Класс С	Класс D	Класс Е
Проектные решения предусматривают резервирование систем электроснабжения и каналов распределения, исключая влияние отдельного сбоя компонент систем электроснабжения на предоставление услуг <u>(включая в период осуществления обслуживания)</u>	Проектные решения предусматривают резервирование систем электроснабжения и каналов распределения, исключая влияние отдельного сбоя компонент систем электроснабжения на предоставление услуг <u>(за исключением периода осуществления обслуживания)</u>	Проектные решения предусматривают резервирование систем электроснабжения и каналов распределения, но в ряде случаев отдельный сбой компонент систем электроснабжения может привести к прерыванию предоставления услуг	Проектные решения предусматривают резервирование критичных компонент систем электроснабжения. Некоторые плановые работы и некоторые сбои компонент систем электроснабжения могут привести к прерыванию предоставления услуг	Проектные решения не предусматривают резервирование критичных компонент систем электроснабжения
???	Tier IV	Tier III	Tier II	Tier I

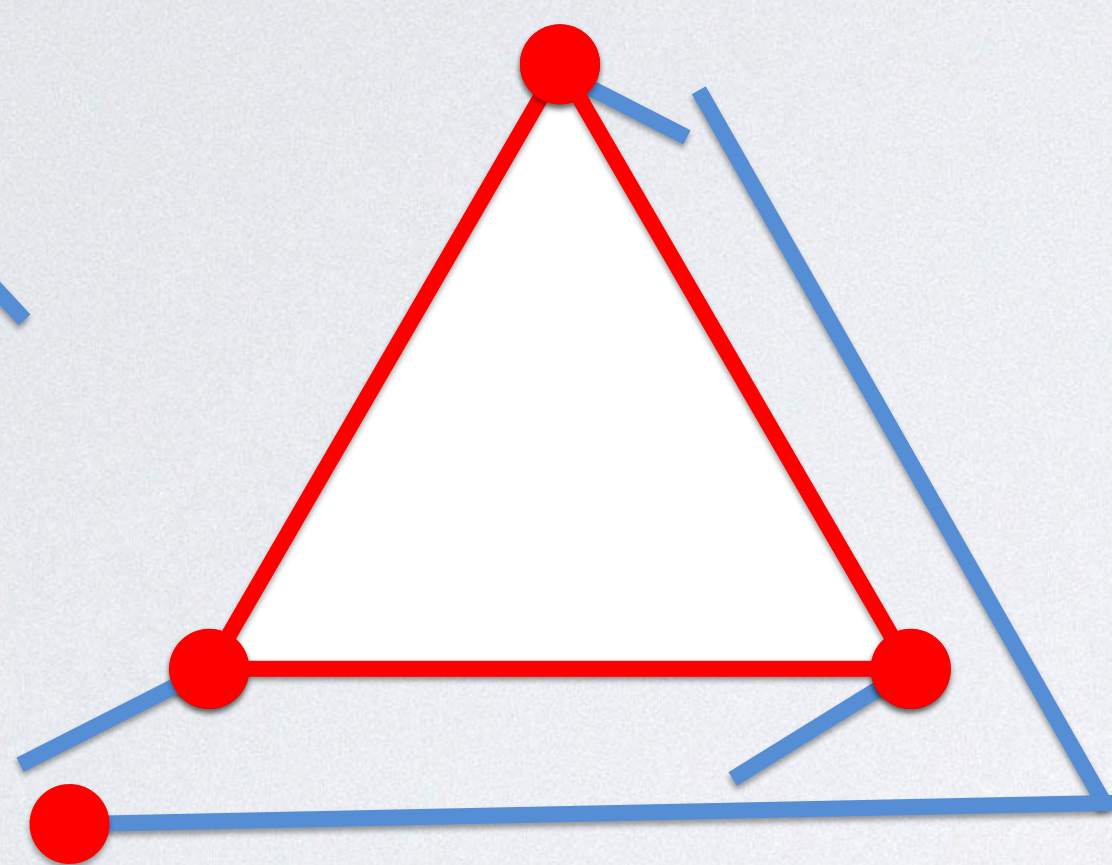


Топологии системы электроснабжения, соответствующие Tier IV с резервированием

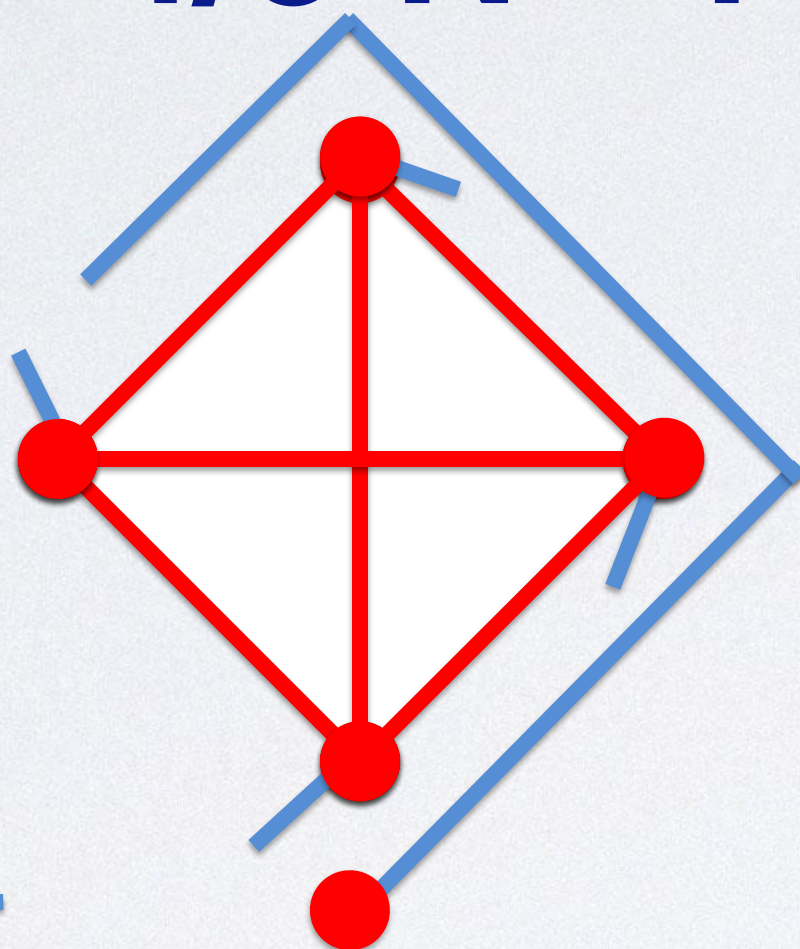
$2N + 1$



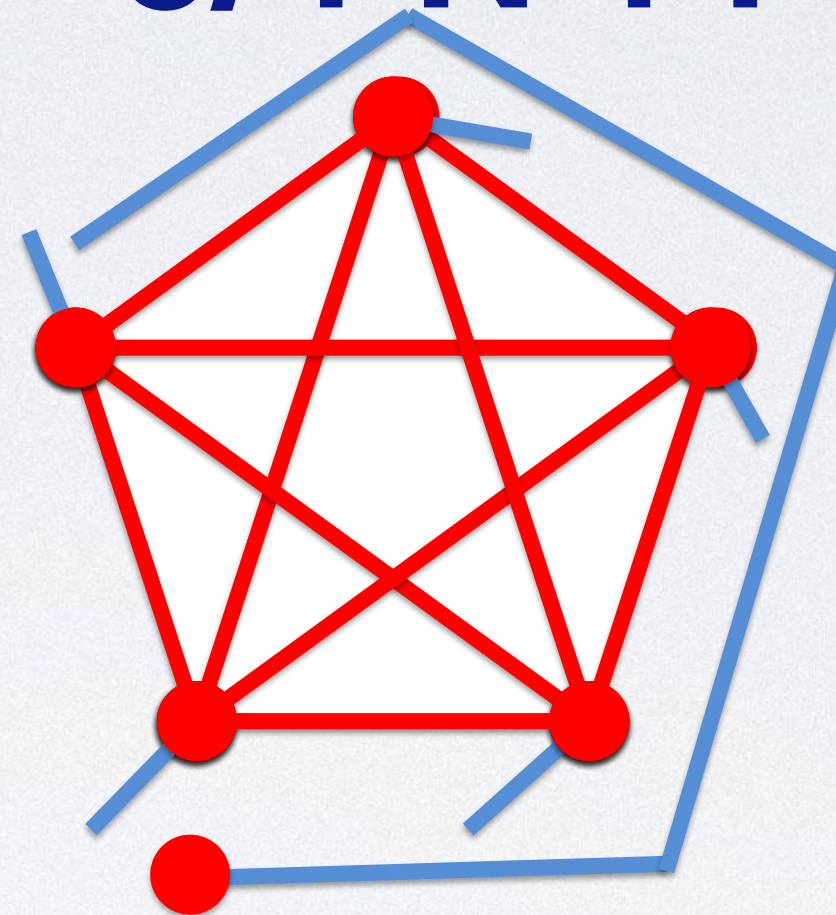
$3/2N + 1$



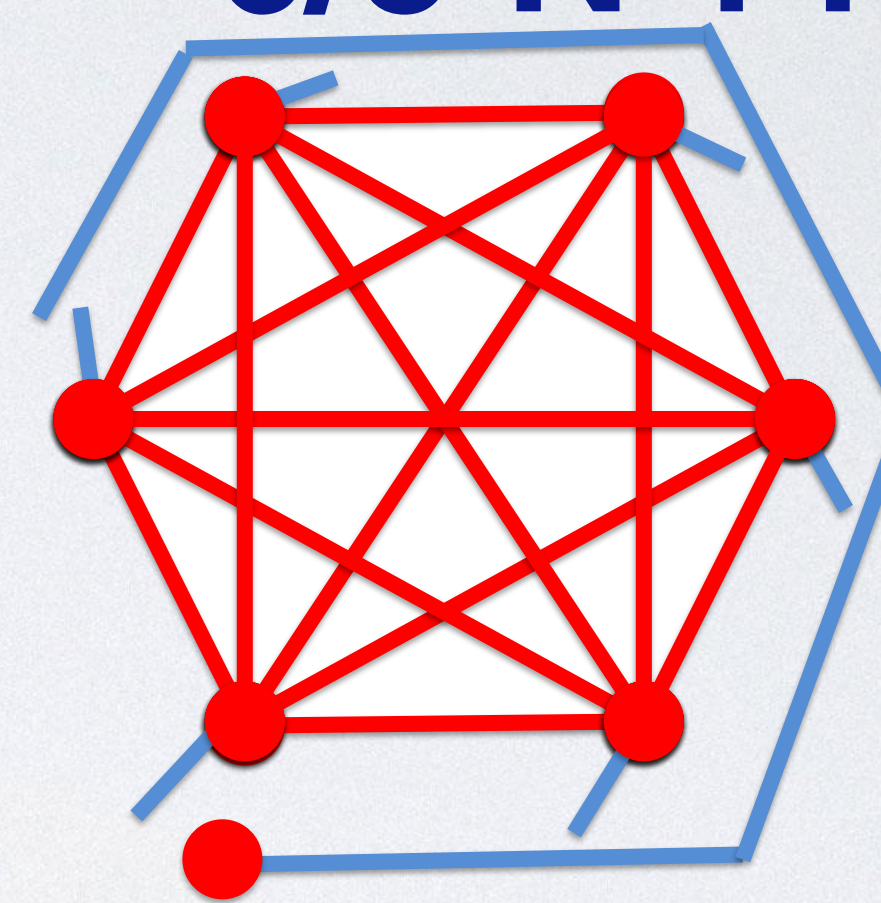
$4/3N + 1$



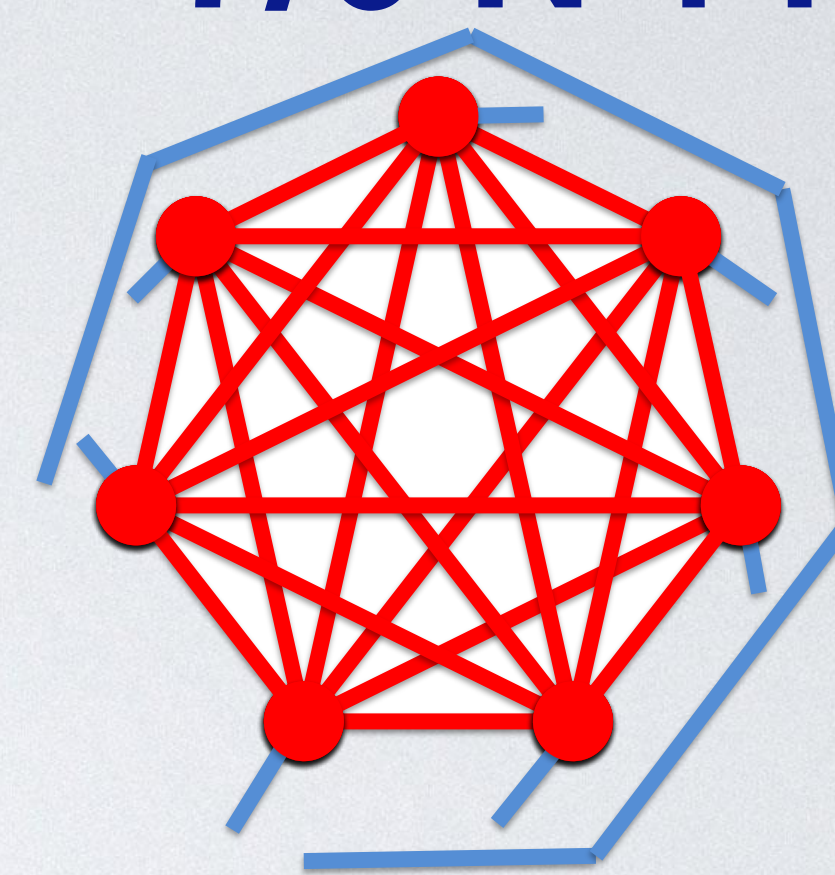
$5/4N + 1$



$6/5N + 1$



$7/6N + 1$



● - ИСТОЧНИКИ

— - нагрузки

коммутируемые линии,

- позволяющие резервному

источнику работать параллельно с

ОДНИМ ИЗ ОСНОВНЫХ



Вероятности отказов в схеме «+1»

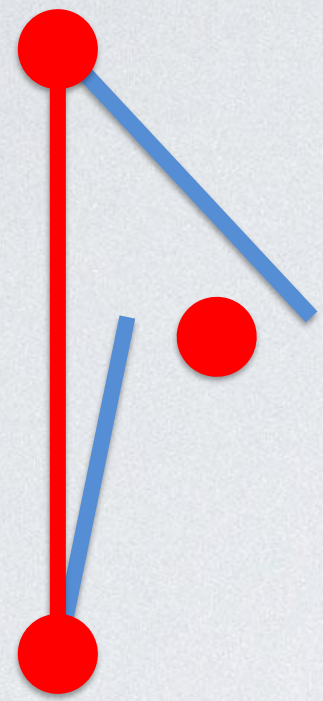
За 10 лет эксплуатации энергомодуль с резервированием (ИБП+ДГУ) находится:

- В состоянии ТО и плановых ремонтов 0% времени - X
- Мое мнение – энергомодуль «ловит» отказ раз в 10 лет
- Первая авария устраняется за 1-2 часа 0,002% - Y'
(переключения и ввод в работу)
- Вторая авария 1,67% времени – Y
(мое мнение, что «ловит» отказ и восстанавливается 2 месяца.)

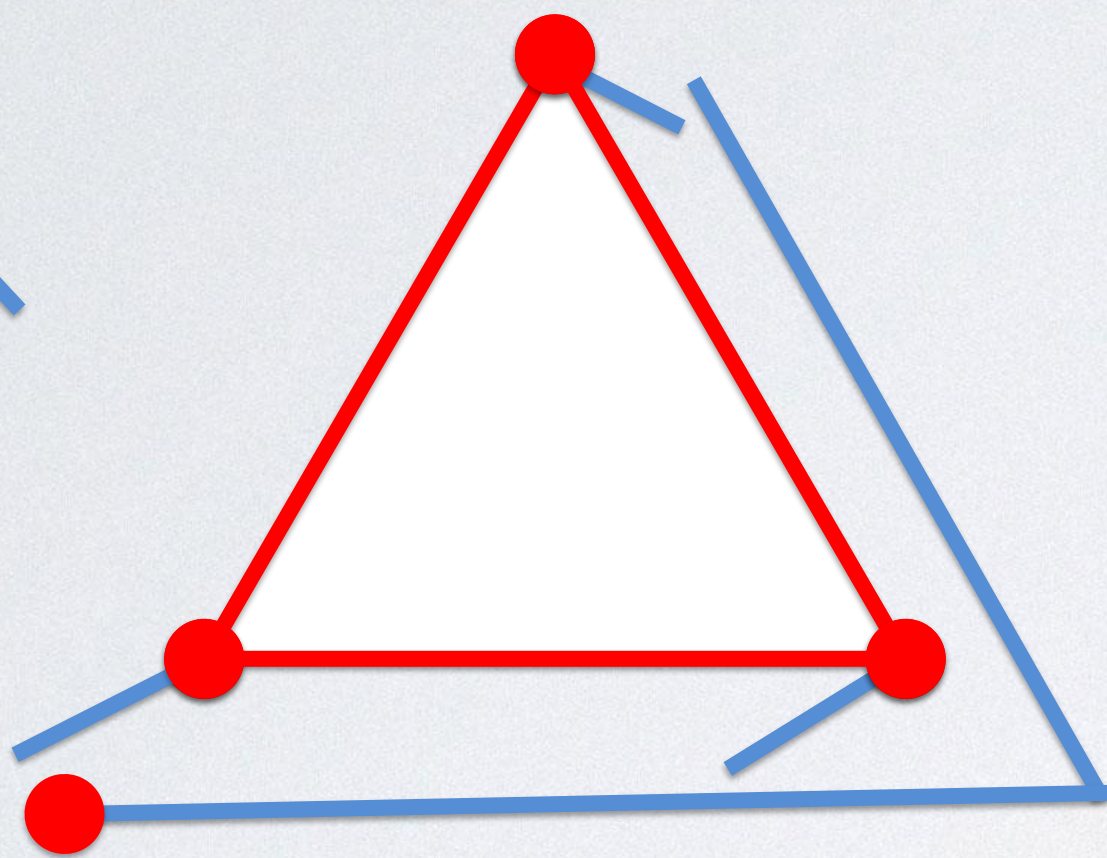


Вероятности отказов в схеме «+1»

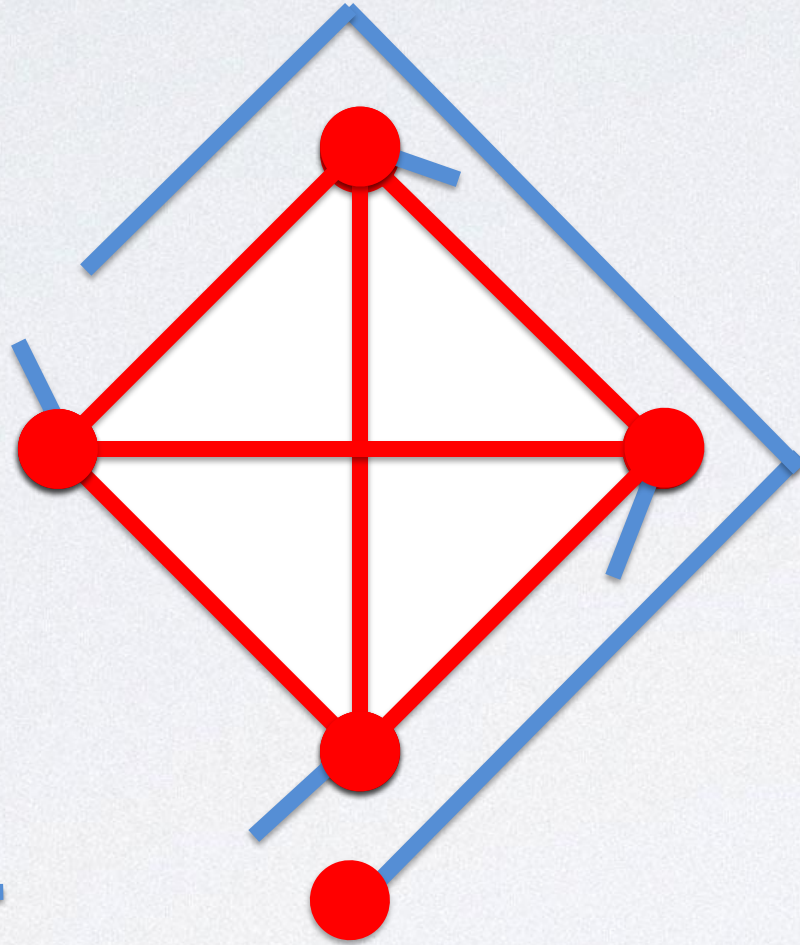
2 N + 1



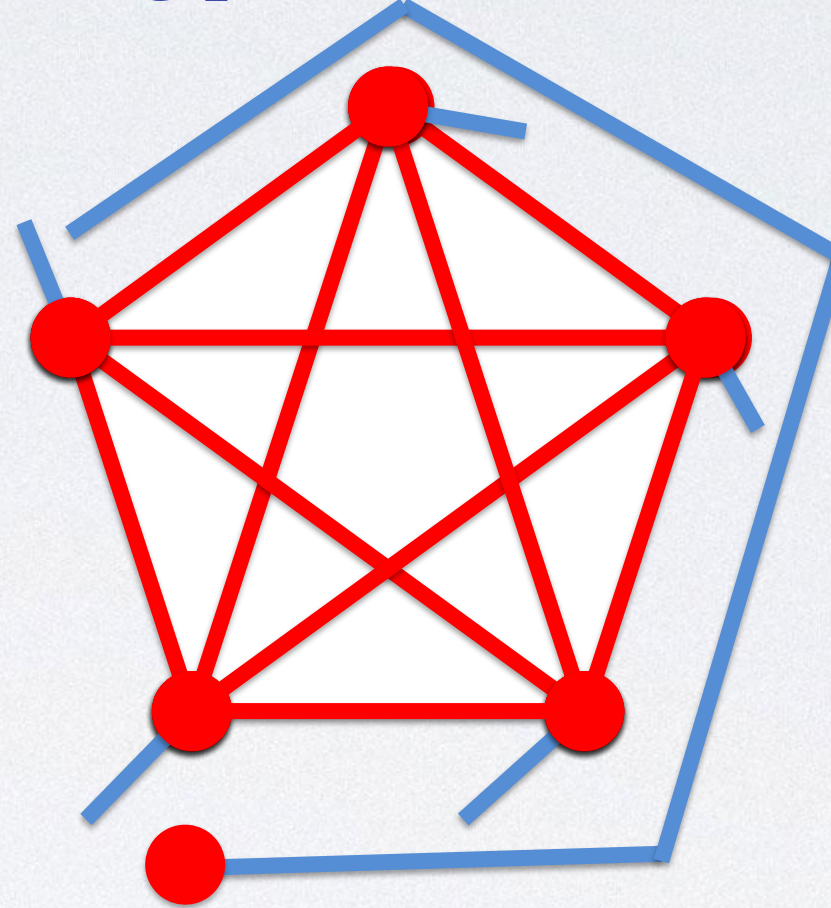
3/2 N +1



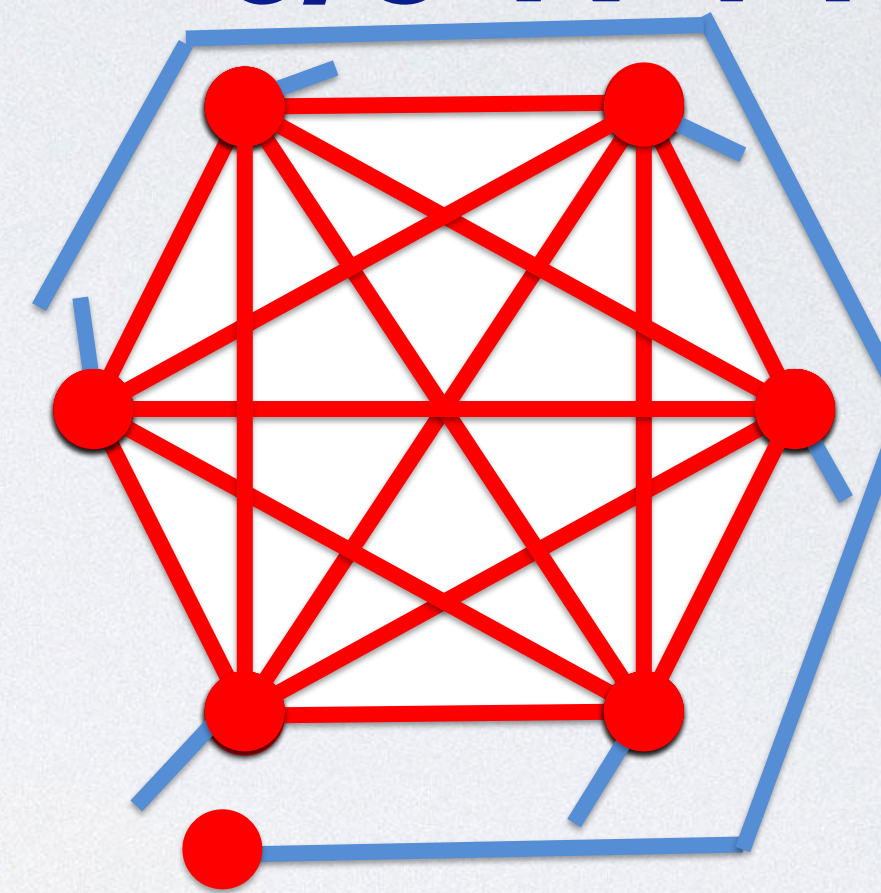
4/3 N +1



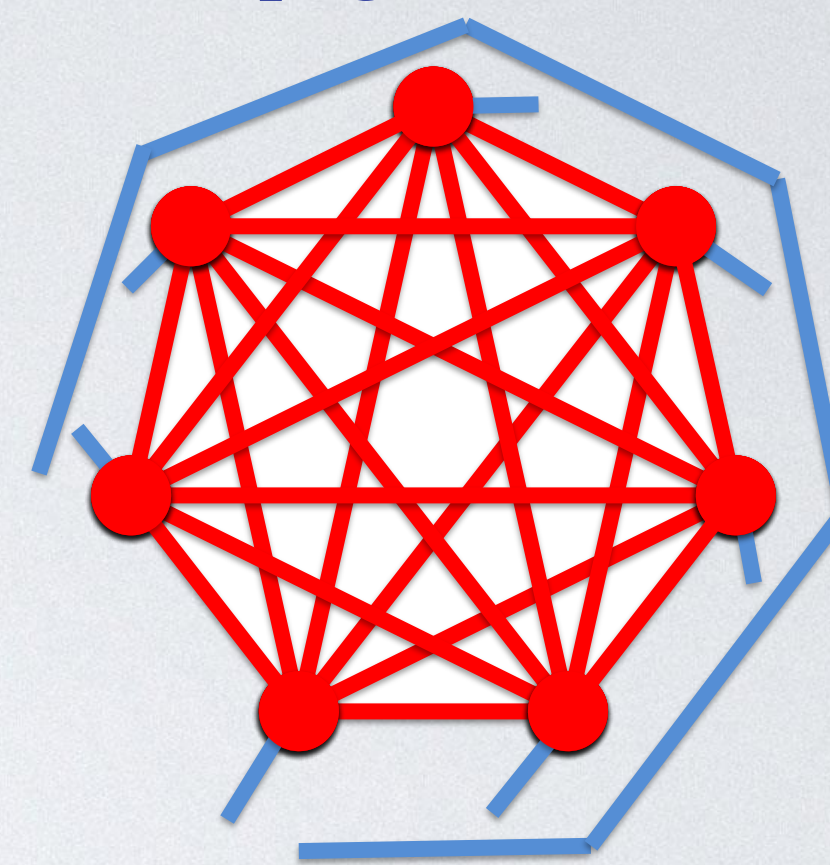
5/4 N +1



6/5 N +1



7/6 N +1



Вероятность аварии из-за неисправности

$Y * Y * Y'$
0,0000006%

$(2 * Y) * Y * Y'$
0,0000013%

$(3 * Y) * Y * Y'$
0,0000019%

$(4 * Y) * Y * Y'$
0,0000025%

$(5 * Y) * Y * Y'$
0,0000032%

$(6 * Y) * Y * Y'$
0,0000038%

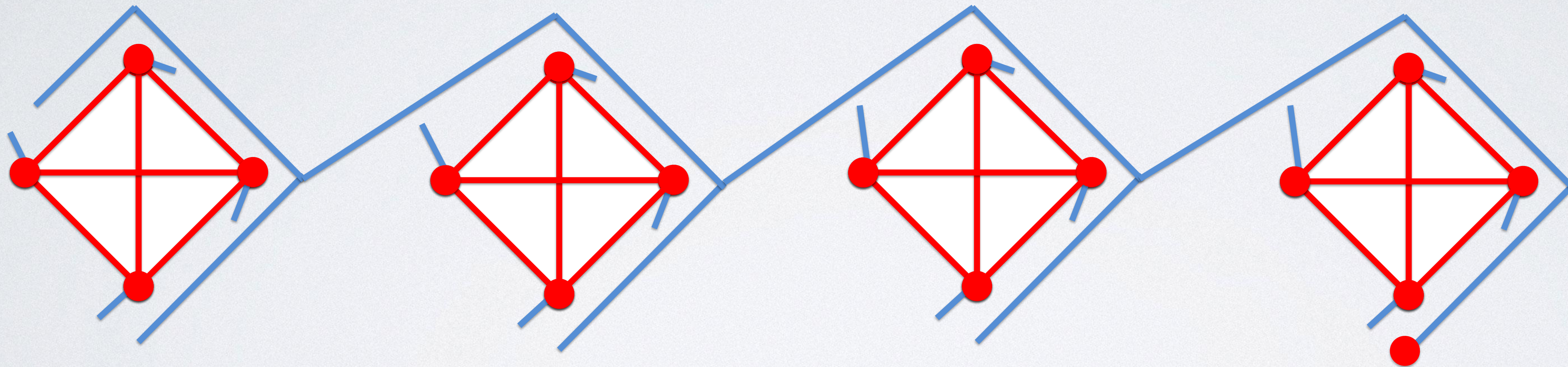
X - % времени на ТО, Y - % времени пребывания в аварии, Y' - % времени ввода резерва



Пример ЦОД

2 000 стоек по 6 кВт с топологией 4/3, PUE_{max} 1,5 и энергомодулями на 1,5 МВт
P_{ит} = 12 МВт, P_{max} = 18 МВт, число энергомодулей 16 шт. + 1 резервный.

Рост затрат на систему электроснабжения ~ 7-8 %, загрузка оборудования - 70,6%



Вероятность отключения любой нагрузки из-за неисправности за 10 лет

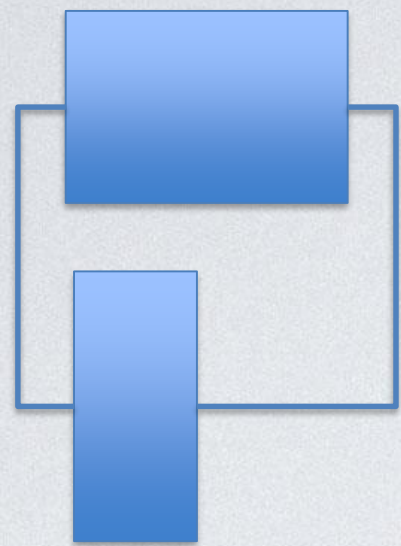
$4 * (3 * Y) * Y * Y'$ - 0,0000076% против $4 * (3 * Y) * Y$ - 0,33% в схеме без резерва

Нахождение за 10 лет 2-х машин в ремонте одновременно $16 * 1,67% * 1,67%$ - 16 дней,
3-х $15 * 1,67% * 1,67% * 1,67%$ - 6 часов

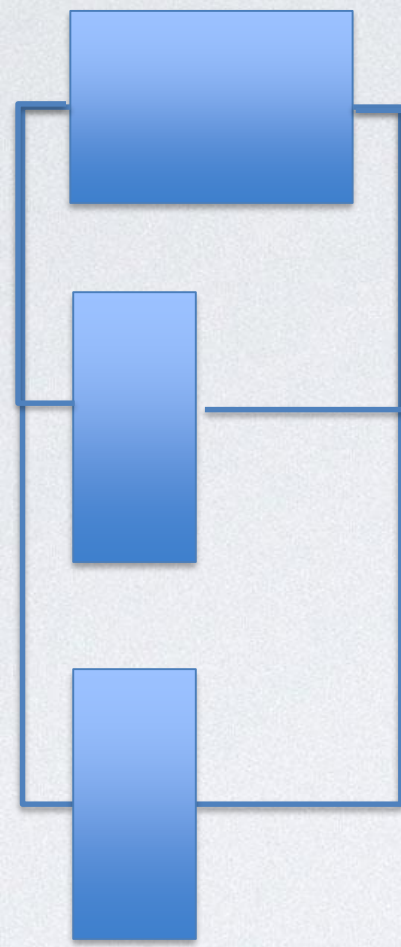


Простые топологии системы отвода тепла, соответствующие Tier IV

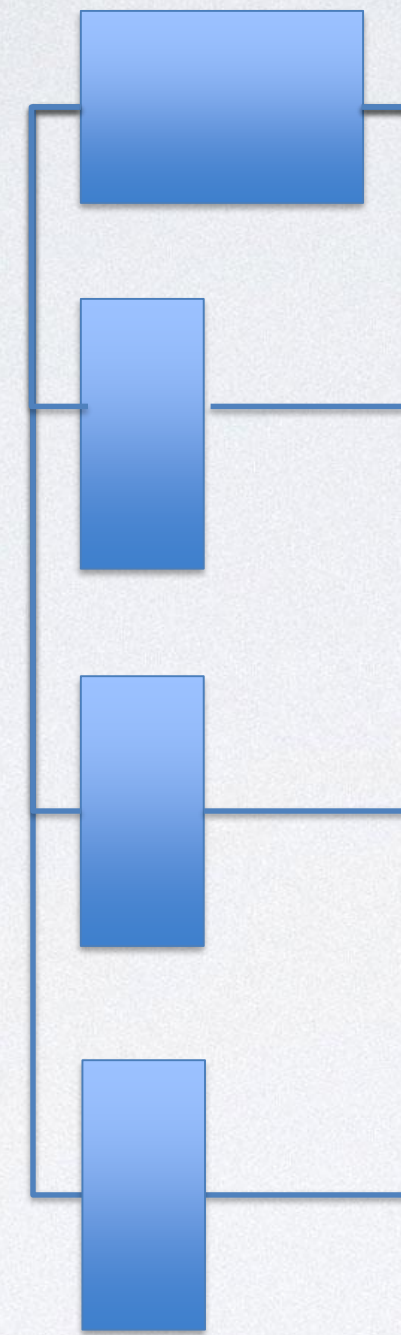
1 в 1



1 в 2



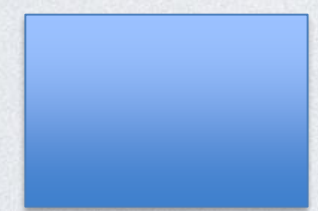
1 в 3



1 в 4



1 в 5



- чиллер



- кондиционер



Вероятности отказов

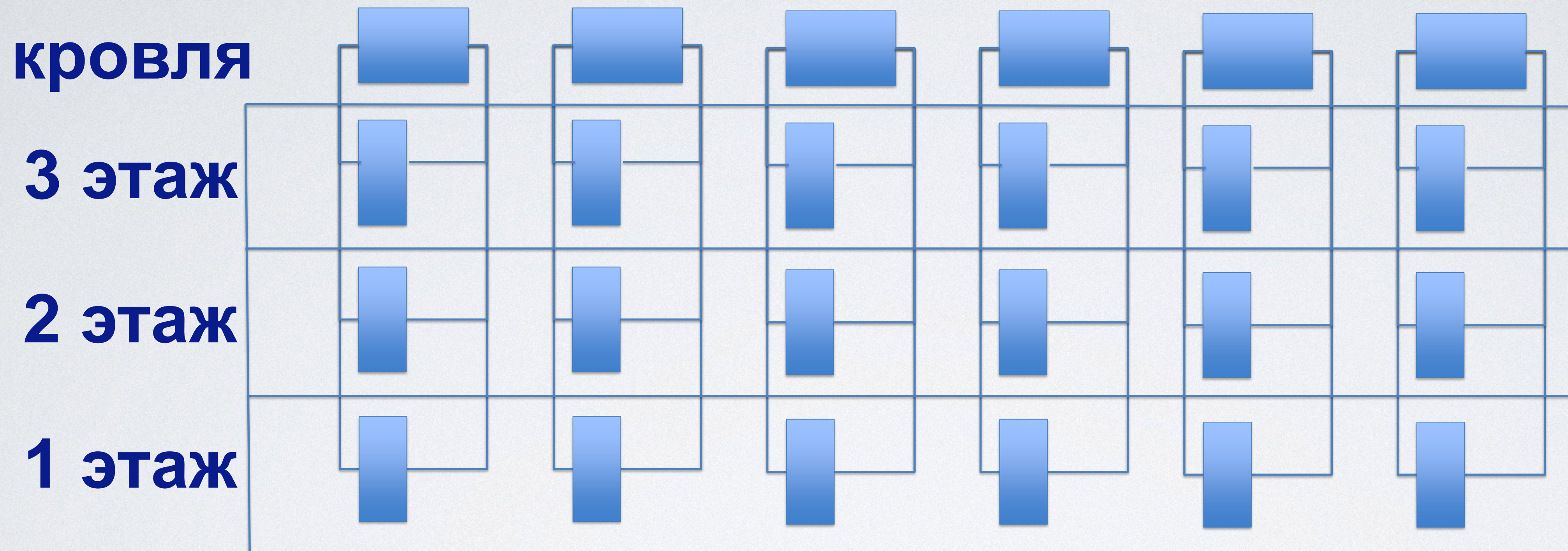
**За 10 лет эксплуатации холодильный модуль
(чиллер + кондиционер) находится:**

- **В состоянии ТО и плановых ремонтов 0,16% времени – X**
(1 час на кондиционер + 6 часов на чиллер 2 раза в год)
- **Мое экспертное мнение – холодильный модуль «ловит» отказ раз в 2 года
Авария устраняется за 48 часов 0,27% времени – Y**



Пример системы отвода тепла ЦОД, соответствующий Tier IV

1 в 3, 1 МВт, N+1



Вероятность аварии для каждого этажа во время ТО и ремонта

$$(5 * X) * Y - 0,0022\%$$

Вероятность аварии для каждого этажа из-за неисправности

$$(5 * Y) * Y - 0,0038\%$$

X - % времени на ТО, Y - % времени пребывания в аварии



Вероятности отказов после перехода на китайские комплектующие

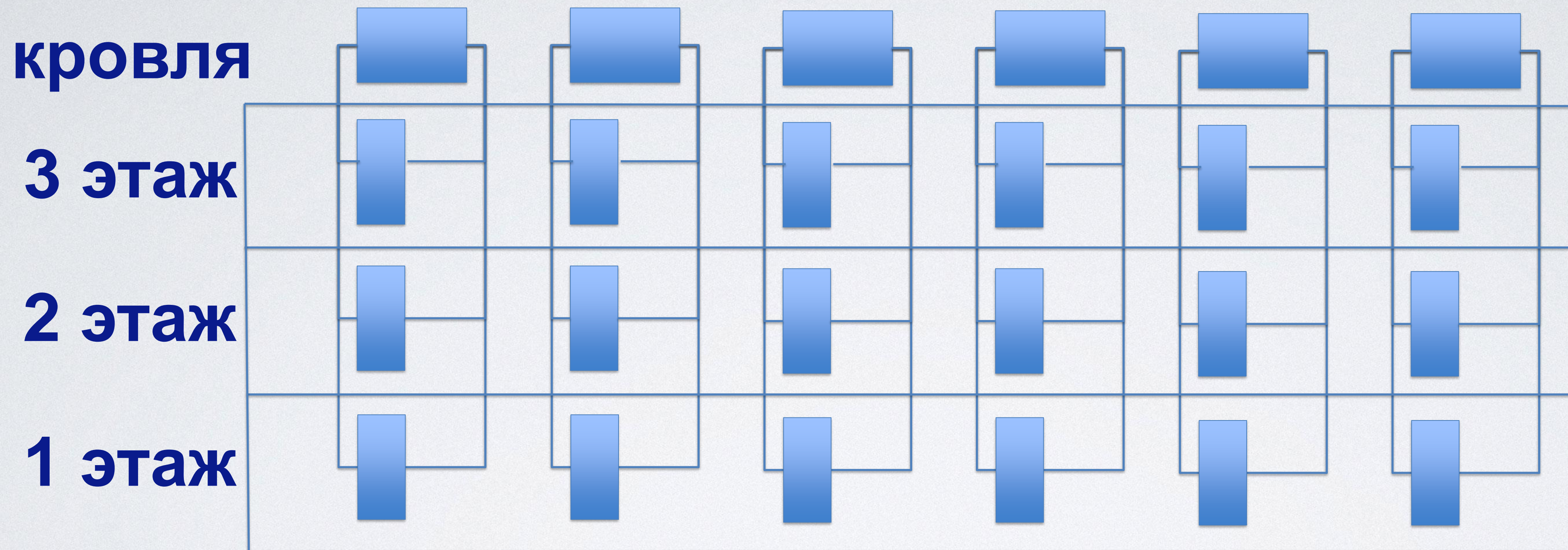
За 10 лет эксплуатации холодильный модуль
(чиллер + кондиционер) находится:

- В состоянии ТО и плановых ремонтов 0,16% времени – X
(1 час на кондиционер + 6 часов на чиллер 2 раза в год)
- Мое мнение – холодильный модуль «ловит» отказ раз в 2 года
Авария устраняется за 48 часов 0,27% времени – Y
- После ухода западных поставщиков выросла частота отказов до 1,5 раз в год и время восстановления до 7 дней 1,28% времени



Пример системы отвода тепла ЦОД, соответствующий Tier IV

1 в 3, 1 МВт, N+1



Вероятность аварии для каждого этажа во время ТО и ремонта

$$(5 * X) * Y - 0,0022\% \rightarrow 0,0038\%$$

Вероятность аварии для каждого этажа из-за неисправности

$$(5 * Y) * Y - 0,0038\% \rightarrow 0,082\%$$

X - % времени на ТО, Y - % времени пребывания в аварии



ГОСТ Р 70139-2022

ЦОД. Инженерная инфраструктура. Классификация

Показатель П2.04.02.02

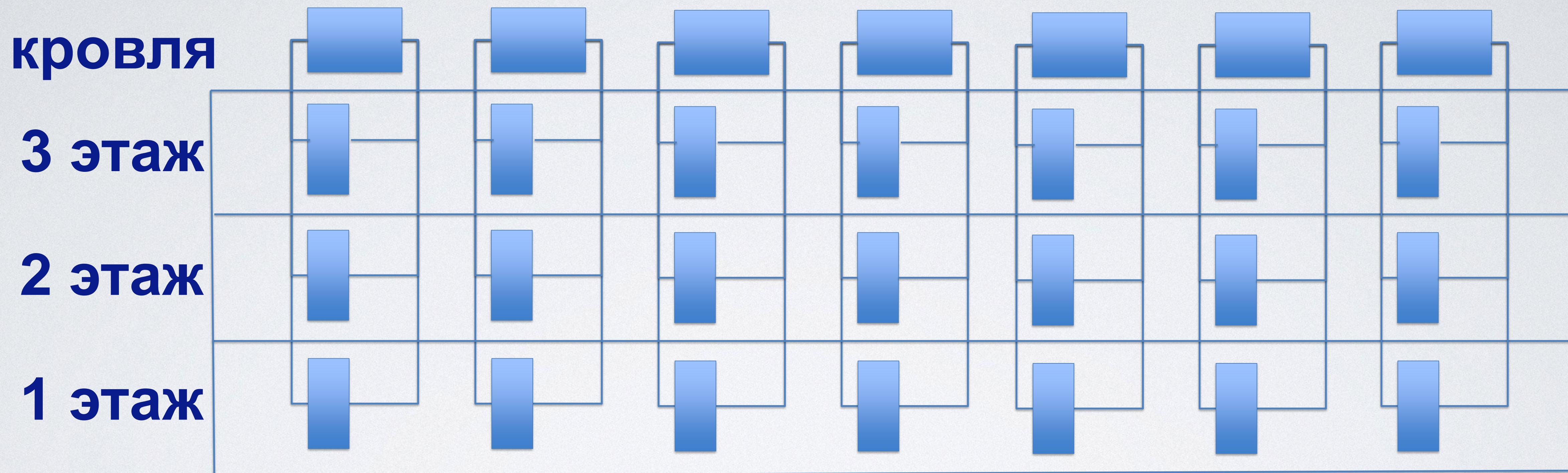
Уровень резервирования компонент системы отвода тепла

Класс А	Класс В	Класс С	Класс D	Класс Е
Проектные решения предусматривают резервирование систем отвода тепла и каналов распределения, исключая влияние отдельного сбоя компонент систем отвода тепла на предоставление услуг <u>(включая в период осуществления обслуживания)</u>	Проектные решения предусматривают резервирование систем отвода тепла и каналов распределения, исключая влияние отдельного сбоя компонент систем отвода тепла на предоставление услуг <u>(за исключением периода осуществления обслуживания)</u>	Проектные решения предусматривают резервирование систем отвода тепла и каналов распределения, но в ряде случаев отдельный сбой компонент систем отвода тепла может привести к прерыванию предоставления услуг	Проектные решения предусматривают резервирование критичных компонент систем отвода тепла. Некоторые плановые работы и некоторые сбои компонент систем отвода тепла могут привести к прерыванию предоставления услуг	Проектные решения не предусматривают резервирование критичных компонент систем отвода тепла
???	Tier IV	Tier III	Tier II	Tier I



Пример системы отвода тепла ЦОД, соответствующий Tier IV с резервированием

1 в 3, 1 МВт, N+2



Вероятность аварии для каждого этажа во время ТО и ремонта

$$(5 * X) * Y * Y - 0,00005\%$$

Вероятность аварии для каждого этажа из-за неисправности

$$(5 * Y) * Y * Y - 0,001\%$$

X - % времени на ТО, Y - % времени пребывания в аварии



Спасибо за внимание

Пожалуйста вопросы



+7 495 825 4545



www.dcunion.ru



АССОЦИАЦИЯ УЧАСТНИКОВ
ОТРАСЛИ ЦЕНТРОВ
ОБРАБОТКИ ДАННЫХ



info@dcunion.ru



t.me/dcunionru