

В «N+1-й» раз про N+1. А также про дробные схемы резервирования

Москва, 20 мая 2025

Алексей Солодовников
Управляющий директор, Россия и СНГ
Uptime Institute



Внимание, вопрос:

- Дано:
 - нагрузка мощностью N
 - 3 ИБП, каждый мощностью $N/2$
- Какой это Tier?
- Давайте проголосуем

$N/2$

$N/2$

$N/2$

N

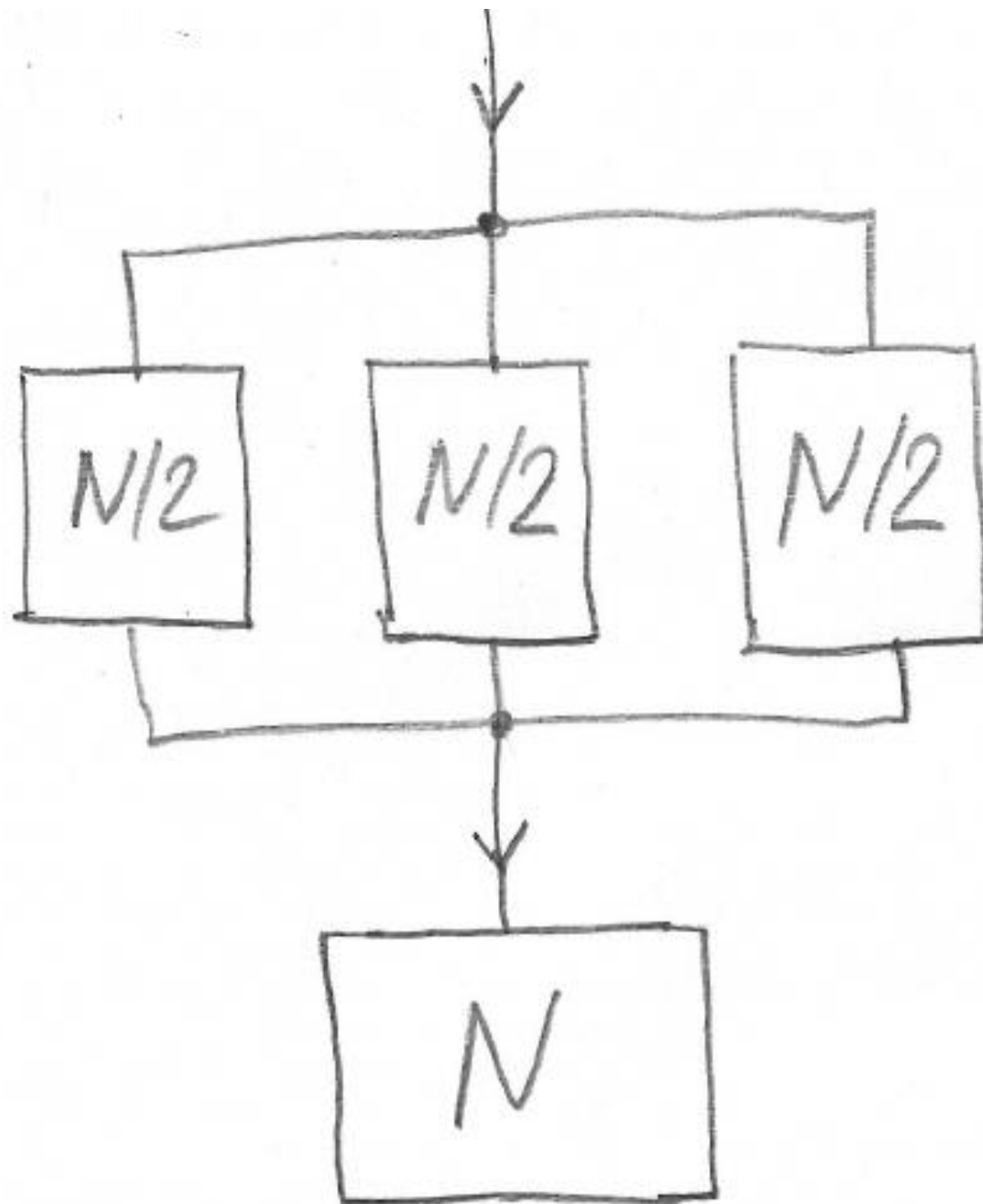
Tier I

Tier II

Tier III

Tier IV

А теперь – внимание – правильный ответ!..

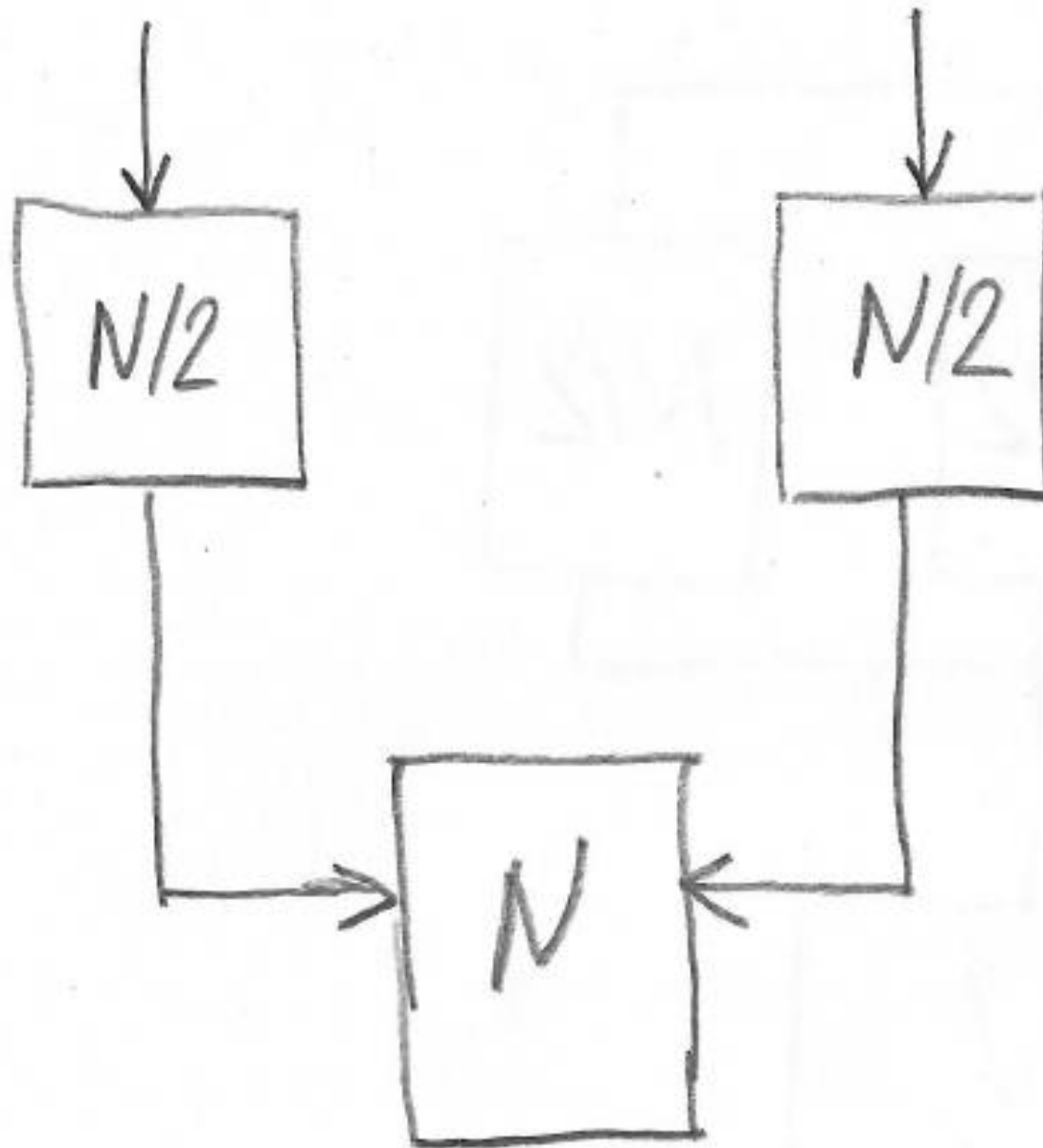


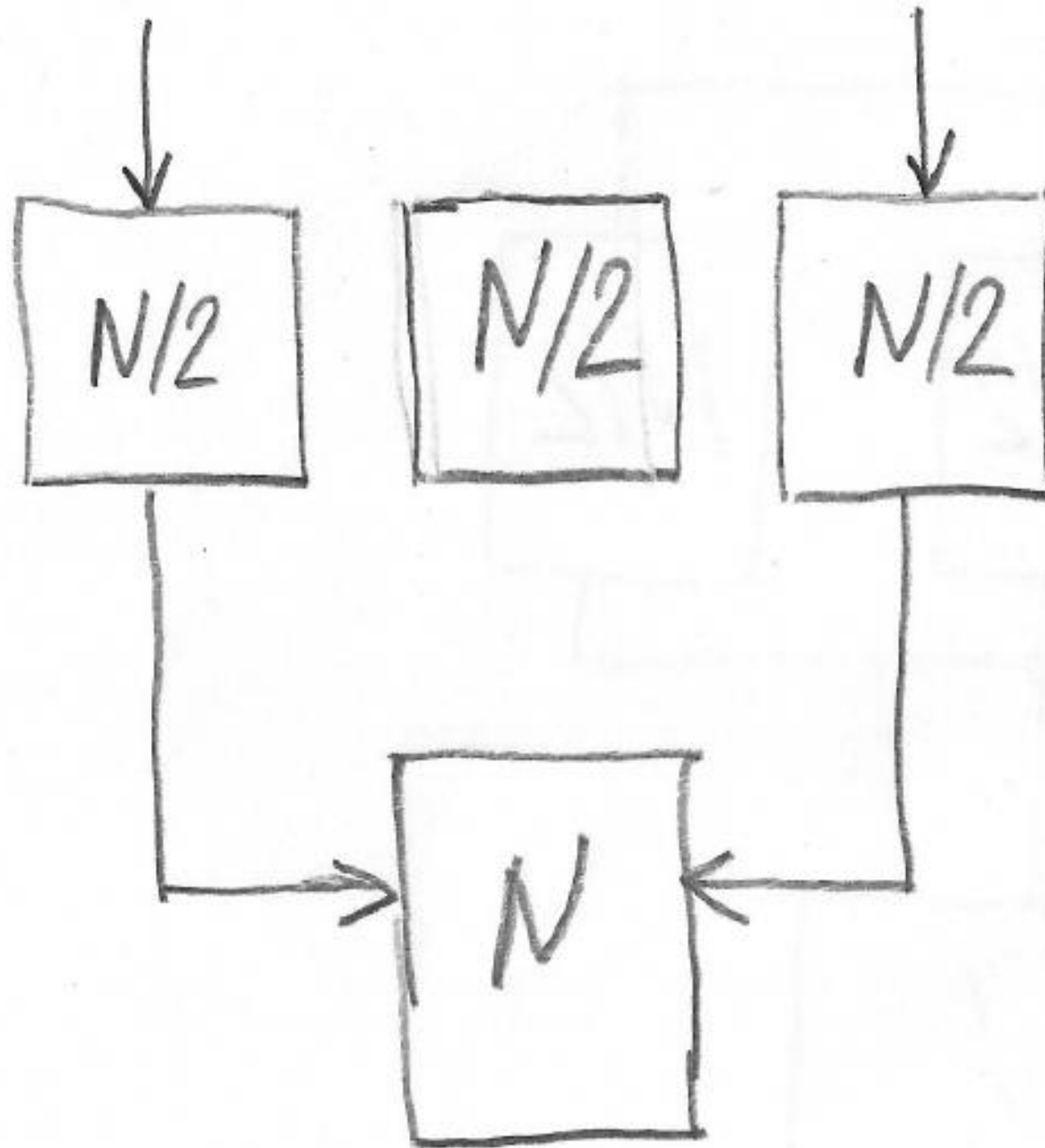
	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Минимальное кол-во активных компонентов, поддерживающих ИТ-нагрузку	N	N+1	N+1	N после любого отказа
Каналы распределения — входной участок системы энергоснабжения	1	1	1 активный и 1 запасной	2 активных одновременно
Распределение бесперебойного энергоснабжения	1	1	2 активных одновременно	2 активных одновременно
Concurrently Maintainable (возможно обслуживание без остановки)	Нет	Нет	Да	Да
Fault Tolerance (отказоустойчивость)	Нет	Нет	Нет	Да
Compartmentalization (секционирование).	Нет	Нет	Нет	Да
Непрерывное охлаждение	Нет	Нет	Нет	Да

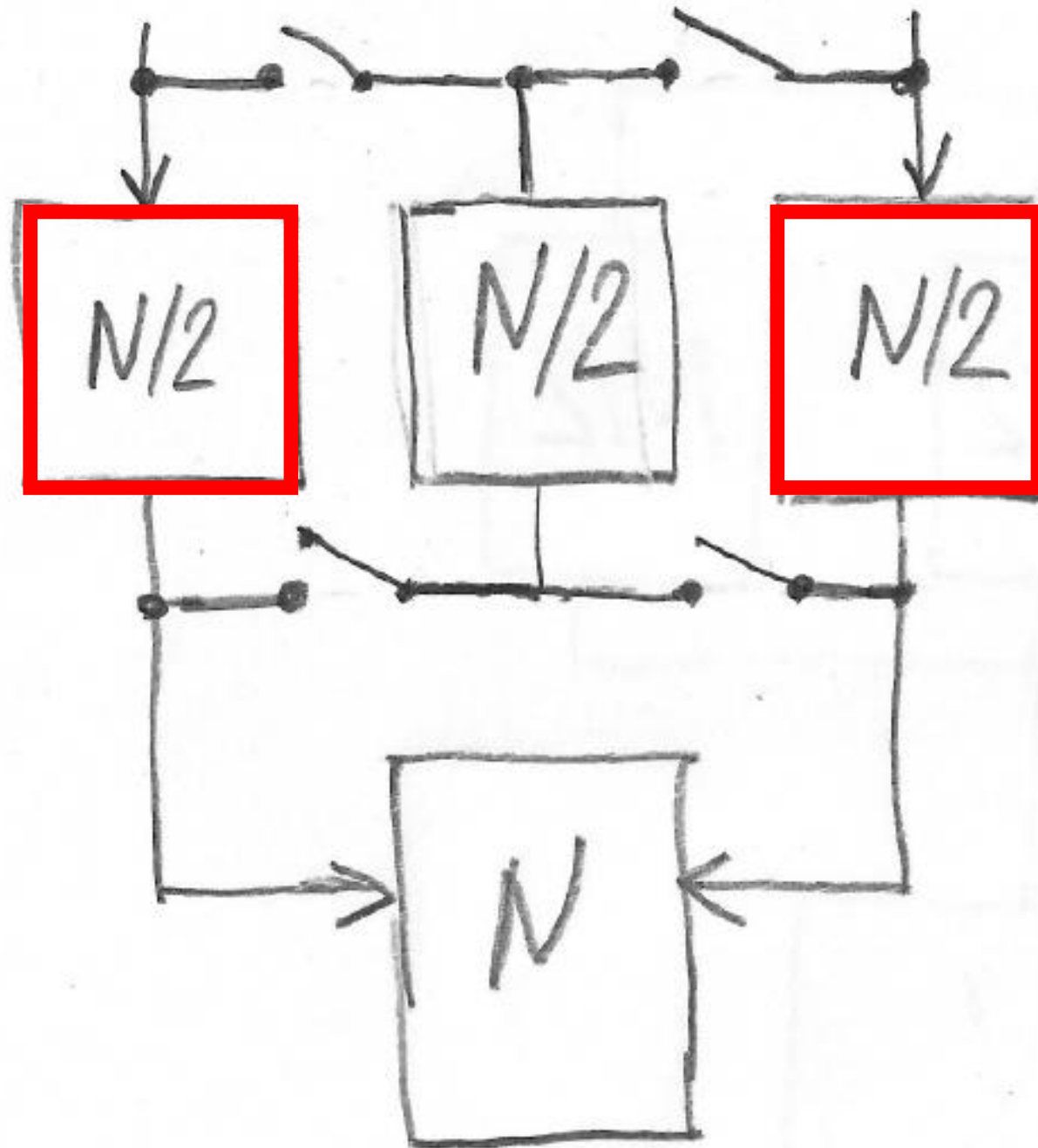
Таблица 1. Сводка требований стандарта Tier

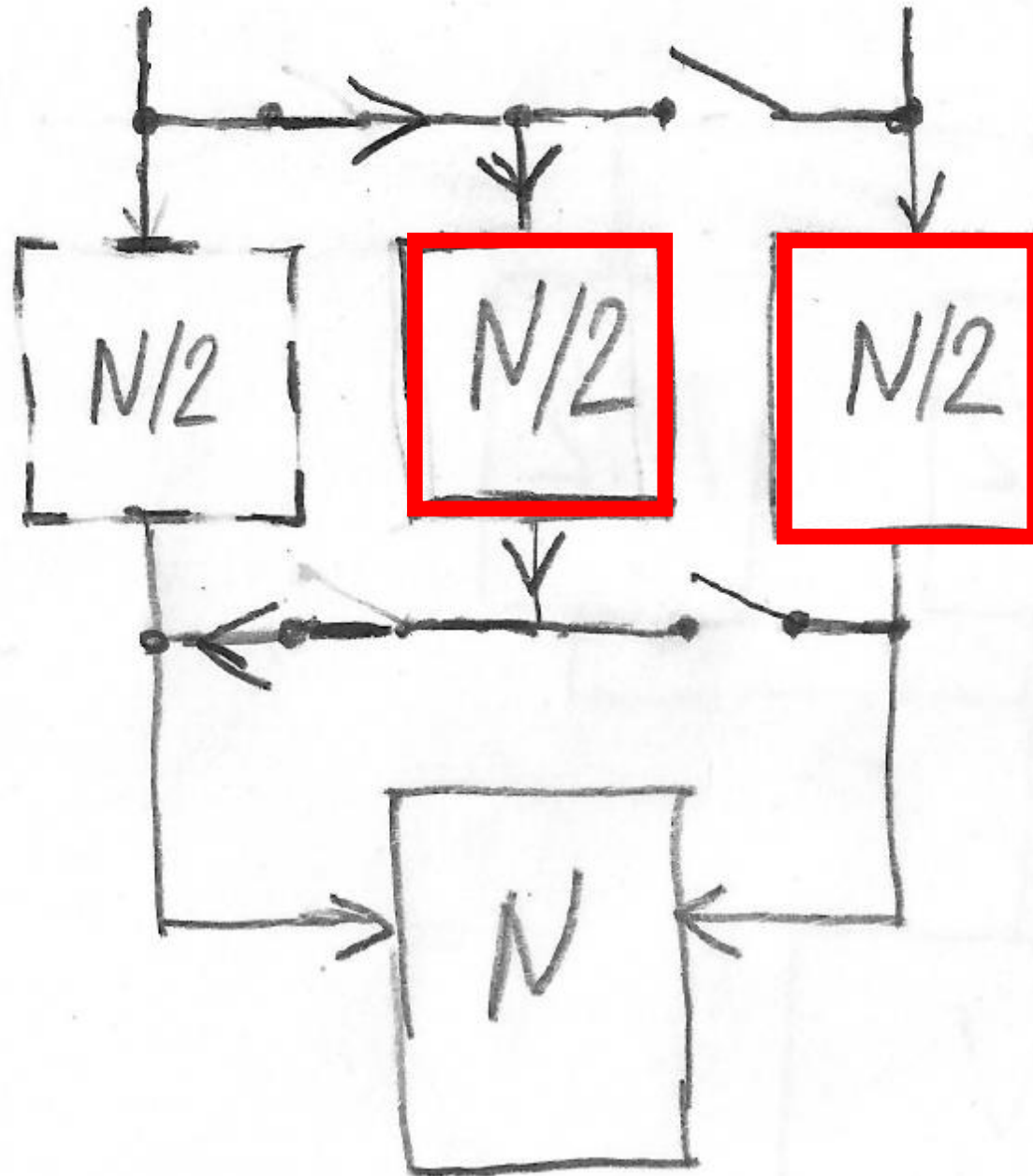
	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Минимальное кол-во активных компонентов, поддерживающих ИТ-нагрузку	N	N+1	N+1	N после любого отказа
Каналы распределения — входной участок системы энергоснабжения	1	1	1 активный и 1 запасной	2 активных одновременно
Распределение бесперебойного энергоснабжения	1	1	2 активных одновременно	2 активных одновременно
Concurrently Maintainable (возможно обслуживание без остановки)	Нет	Нет	Да	Да
Fault Tolerance (отказоустойчивость)	Нет	Нет	Нет	Да
Compartmentalization (секционирование).	Нет	Нет	Нет	Да
Непрерывное охлаждение	Нет	Нет	Нет	Да

Таблица 1. Сводка требований стандарта Tier







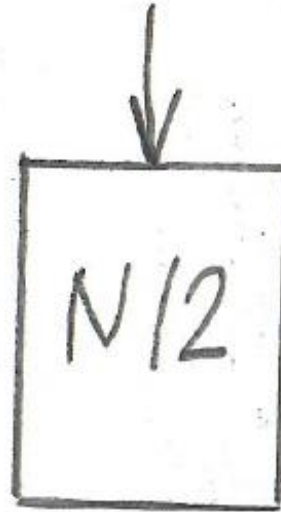
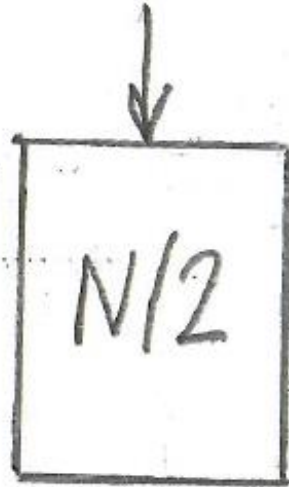


	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Минимальное кол-во активных компонентов, поддерживающих ИТ-нагрузку	N	N+1	N+1	N после любого отказа
Каналы распределения — входной участок системы энергоснабжения	1	1	1 активный и 1 запасной	2 активных одновременно
Распределение бесперебойного энергоснабжения	1	1	2 активных одновременно	2 активных одновременно
Concurrently Maintainable (возможно обслуживание без остановки)	Нет	Нет	Да	Да
Fault Tolerance (отказоустойчивость)	Нет	Нет	Нет	Да
Compartmentalization (секционирование).	Нет	Нет	Нет	Да
Непрерывное охлаждение	Нет	Нет	Нет	Да

Таблица 1. Сводка требований стандарта Tier

	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Минимальное кол-во активных компонентов, поддерживающих ИТ-нагрузку	N	N+1	N+1	N после любого отказа
Каналы распределения — входной участок системы энергоснабжения	1	1	1 активный и 1 запасной	2 активных одновременно
Распределение бесперебойного энергоснабжения	1	1	2 активных одновременно	2 активных одновременно
Concurrently Maintainable (возможно обслуживание без остановки)	Нет	Нет	Да	Да
Fault Tolerance (отказоустойчивость)	Нет	Нет	Нет	Да
Compartmentalization (секционирование).	Нет	Нет	Нет	Да
Непрерывное охлаждение	Нет	Нет	Нет	Да

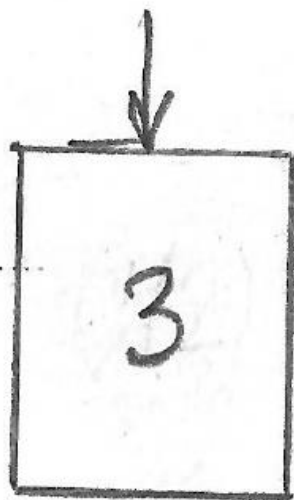
Таблица 1. Сводка требований стандарта Tier



УБП 1...3



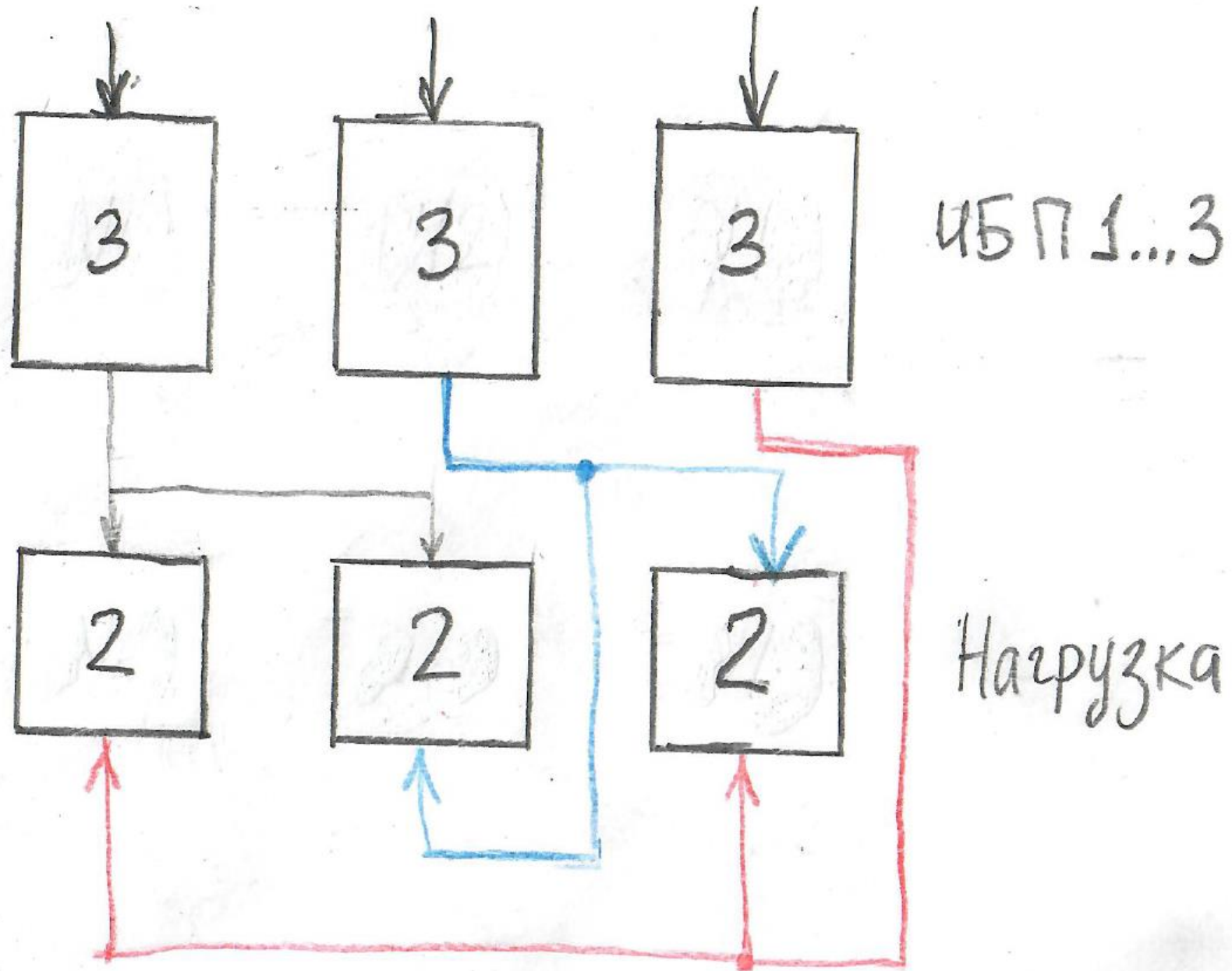
Нагрузка



ЧБП 1...3



Нагрузка

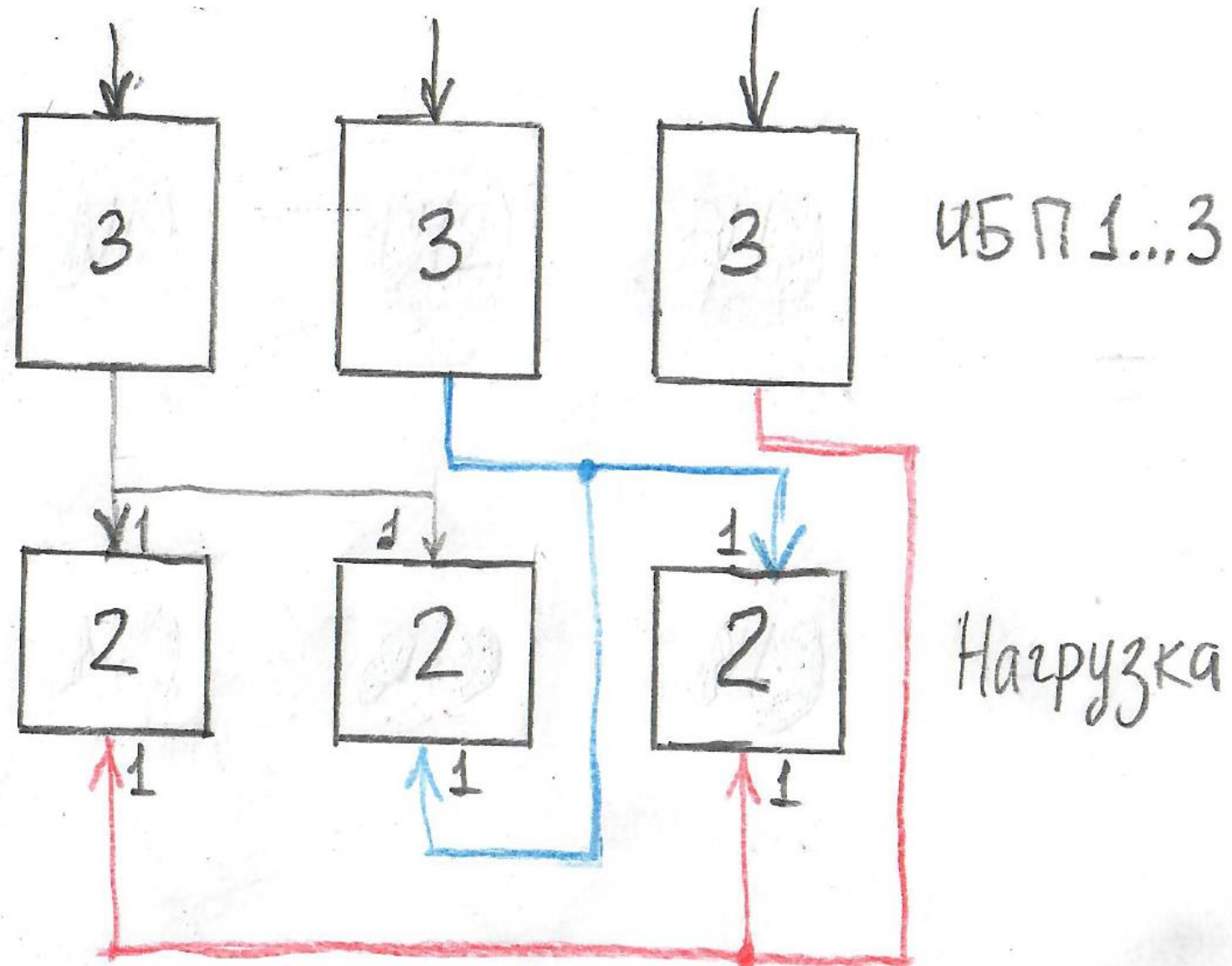


$$3/2N$$

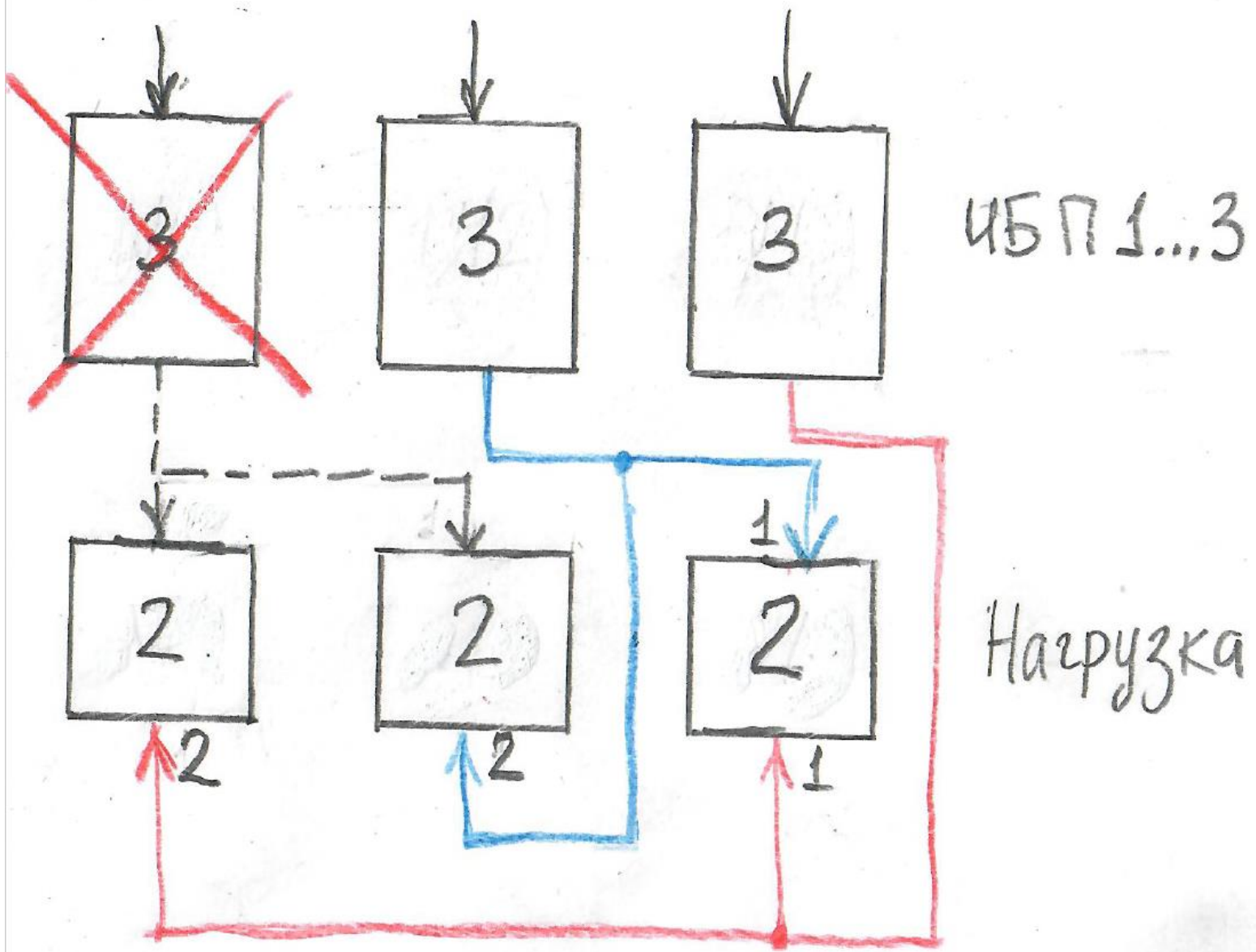
Нагрузка = 6 (=N)

Каждый из ИБП мощностью $N/2$

Каждый из ИБП загружен на $2/3$



Нагрузка



	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Минимальное кол-во активных компонентов, поддерживающих ИТ-нагрузку	N	N+1	N+1	N после любого отказа
Каналы распределения — входной участок системы энергоснабжения	1	1	1 активный и 1 запасной	2 активных одновременно
Распределение бесперебойного энергоснабжения	1	1	2 активных одновременно	2 активных одновременно
Concurrently Maintainable (возможно обслуживание без остановки)	Нет	Нет	Да	Да
Fault Tolerance (отказоустойчивость)	Нет	Нет	Нет	Да
Compartmentalization (секционирование).	Нет	Нет	Нет	Да
Непрерывное охлаждение	Нет	Нет	Нет	Да

Таблица 1. Сводка требований стандарта Tier

	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Минимальное кол-во активных компонентов, поддерживающих ИТ-нагрузку	N	N+1	N+1	N после любого отказа
Каналы распределения — входной участок системы энергоснабжения	1	1	1 активный и 1 запасной	2 активных одновременно
Распределение бесперебойного энергоснабжения	1	1	2 активных одновременно	2 активных одновременно
Concurrently Maintainable (возможно обслуживание без остановки)	Нет	Нет	Да	Да
Fault Tolerance (отказоустойчивость)	Нет	Нет	Нет	Да
Compartmentalization (секционирование).	Нет	Нет	Нет	Да
Непрерывное охлаждение	Нет	Нет	Нет	Да

Таблица 1. Сводка требований стандарта Tier

Distributed redundancy

или «распределённое резервирование»

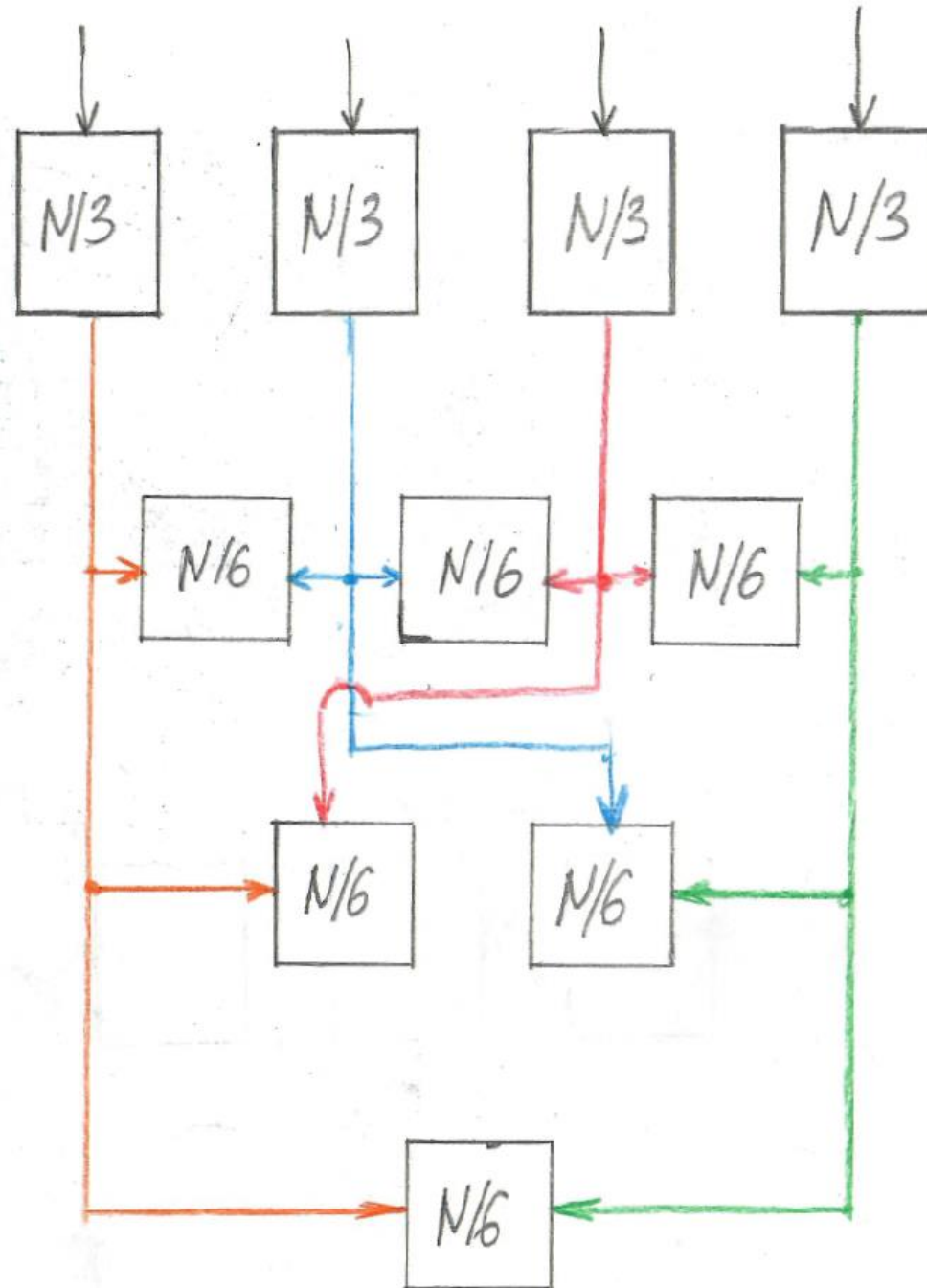
оно же «дробные схемы»

оно же $3/2$, $4/3$, $5/4$, $6/5$...

a.k.a "Three to make two", "Four to make three", etc.

4/3 N

- 6 сегментов нагрузки
- 4 ИБП, каждый $N/3$



И далее, «по индукции»

$3/2N$, $4/3N$, $5/4N$, $6/5N$, ...

На сколько же сегментов делится нагрузка?

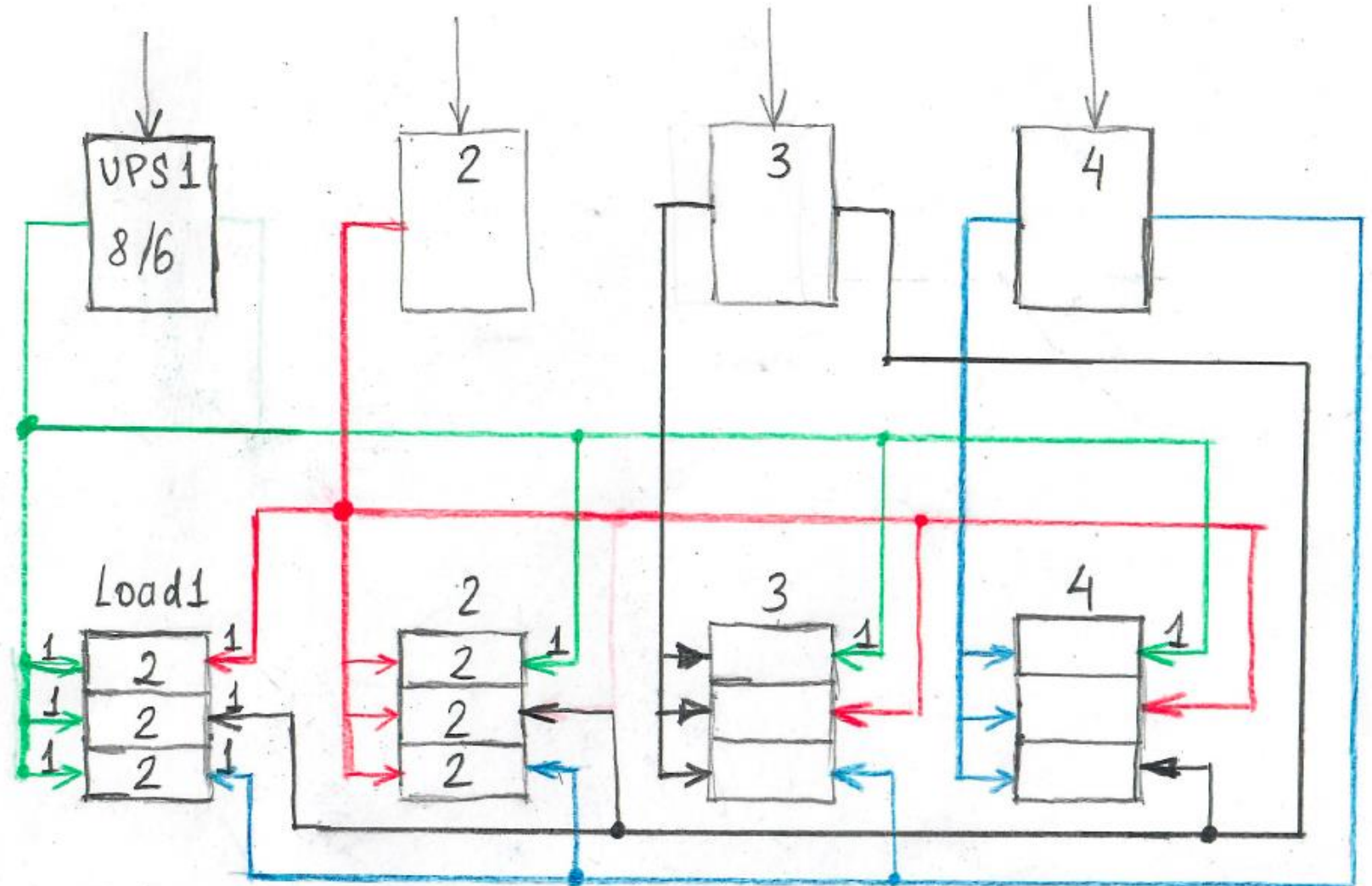
N	Схема	Кол-во сегментов
1	$2N$	1
2	$3/2N$	3
3	$4/3N$	6
4	$5/4N$	?
5	$6/5N$	?
6	$7/6N$	?

4/3

$$\Sigma \text{ UPS} = 32$$

$$\Sigma \text{ load} = 24$$

$$32/24 = 4/3$$



Каково минимальное кол-во сегментов нагрузки

в схеме $(N+1)/N$?

Теорема Королёва-Важенина (или Важенина-Королёва?..):

$$\sum (1, 2, \dots N)$$

Каково минимальное кол-во сегментов нагрузки

в схеме $(N+1)/N$?

Это – число сочетаний из $(N+1)$ по 2:

$$C_{N+1}^2 = N(N+1)/2$$

На сколько же сегментов делится нагрузка?

N	Схема	Кол-во сегментов
1	$2N$	1
2	$3/2N$	3
3	$4/3N$	6
4	$5/4N$	10
5	$6/5N$	15
6	$7/6N$	21

Домашнее задание:

Нарисуйте схемы $5/4$ и $6/5$. Можно даже $7/6$

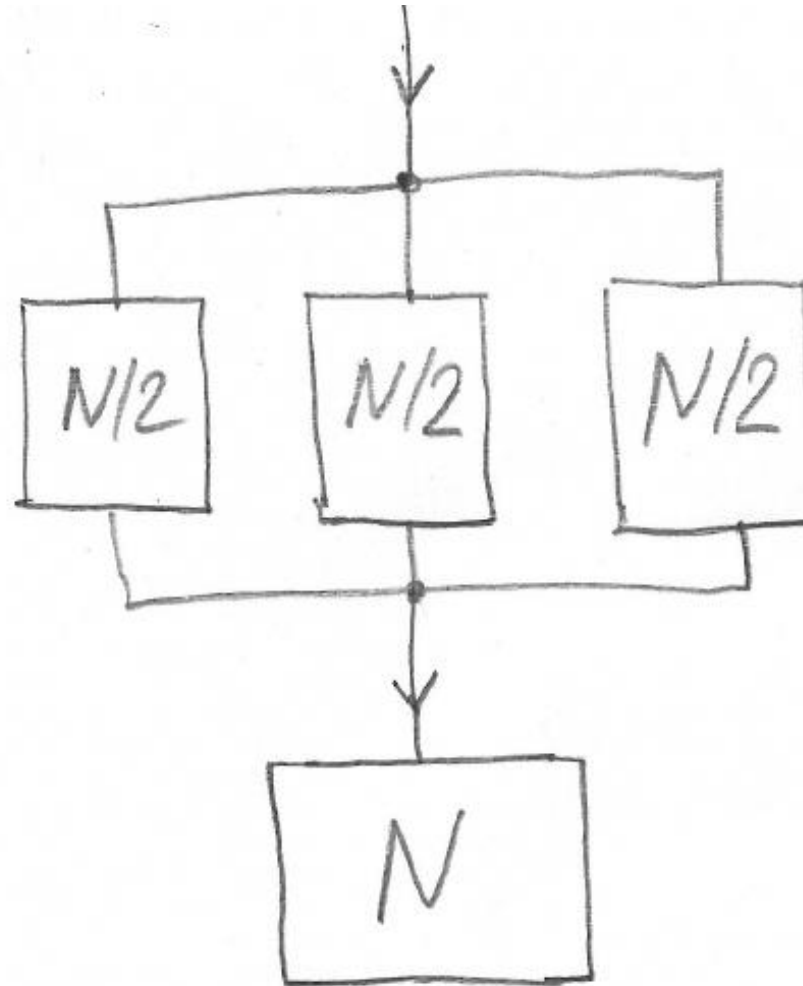
Где оптимум для дробных схем?

- $3/2?$ $4/3?$... $7/6?$...?
- Увеличивая N, уменьшаем добавочную/избыточную мощность ИБП
- С другой, стоимость ИБП не обязательно зависит линейно от мощности
- С ростом N растёт сложность и стоимость распределения
- БАЛАНСИРОВКА НАГРУЗКИ!
- SwitchNAP. $3/2$

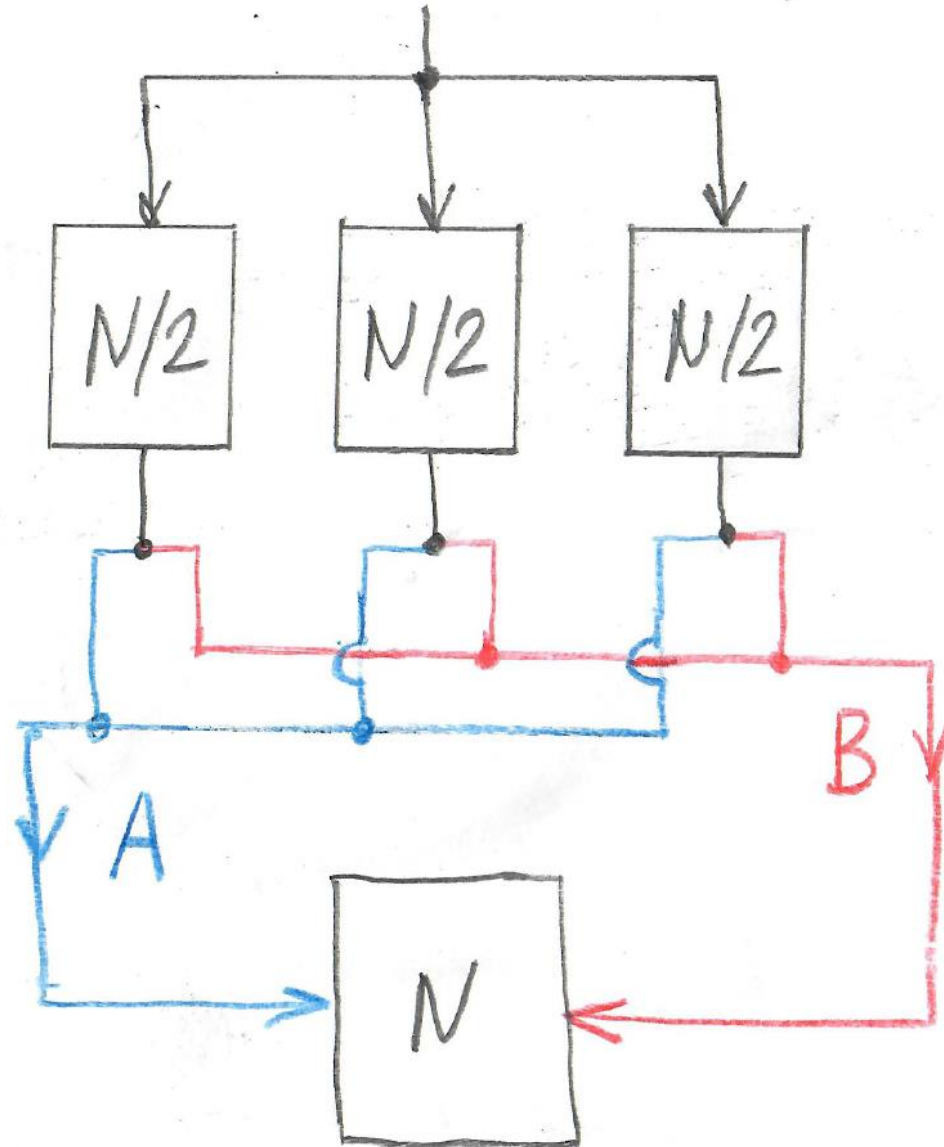
Эксплуатация «дробных»
схем при высоких
значениях N



А можно ведь ещё и так:



А можно ведь ещё и так:



- В чём сила, брат?
- Сила в Ньютонах

- В чём сила, брат?
- Сила ~~в Ньютонах~~ в топологии!

Tier Standard: Topology

Visit www.uptimeinstitute.com for more information.

Спасибо за внимание
Вопросы?



Uptime Institute is the Global Digital Infrastructure Authority.
Uptime Institute is headquartered in New York, NY, with offices in
Seattle, London, Sao Paulo, Dubai, Singapore, and Taipei.

©2024 Uptime Institute, LLC. All Rights Reserved.

Uptime Institute
405 Lexington Avenue
New York, NY 10174