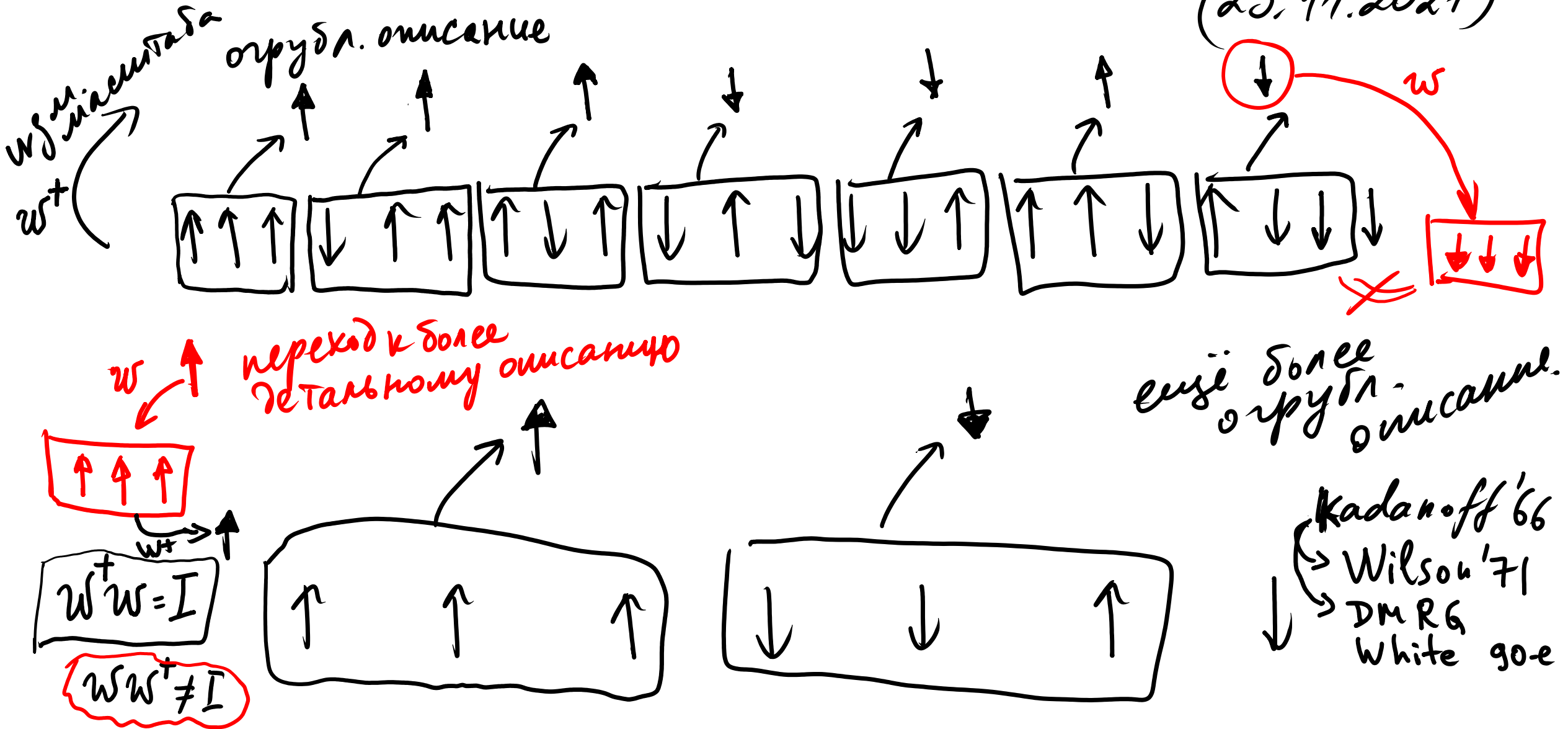
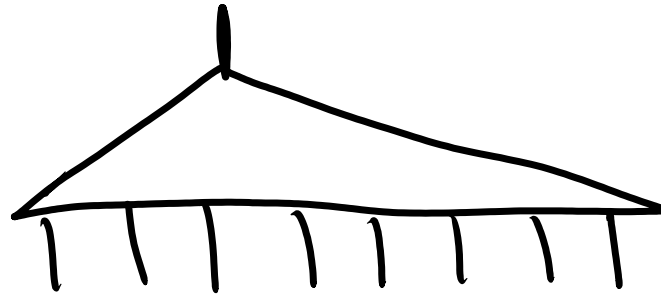
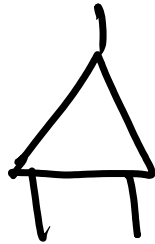
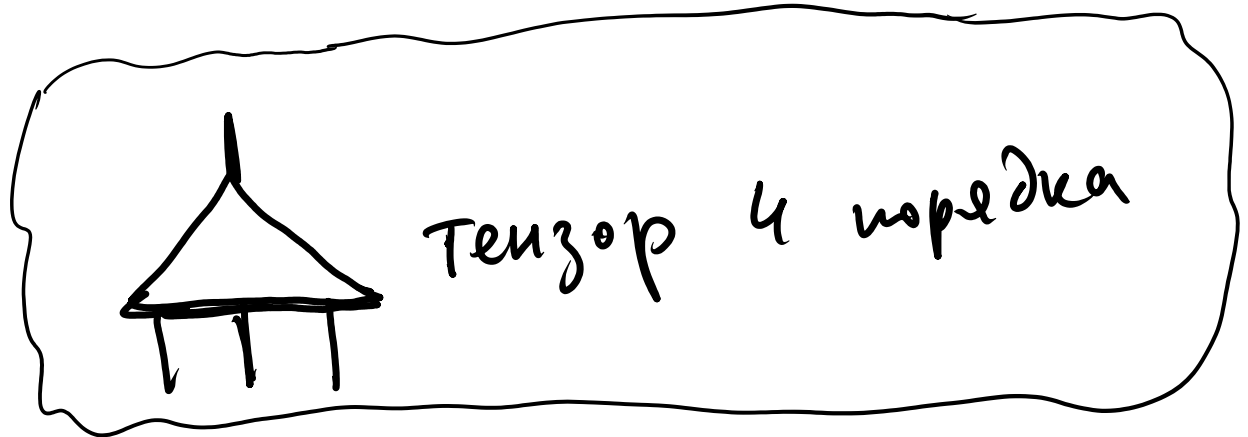
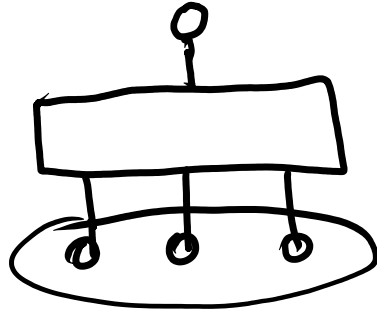


Лекция 12 по курсу "Квантовые тензорные сети"
(23.11.2021)



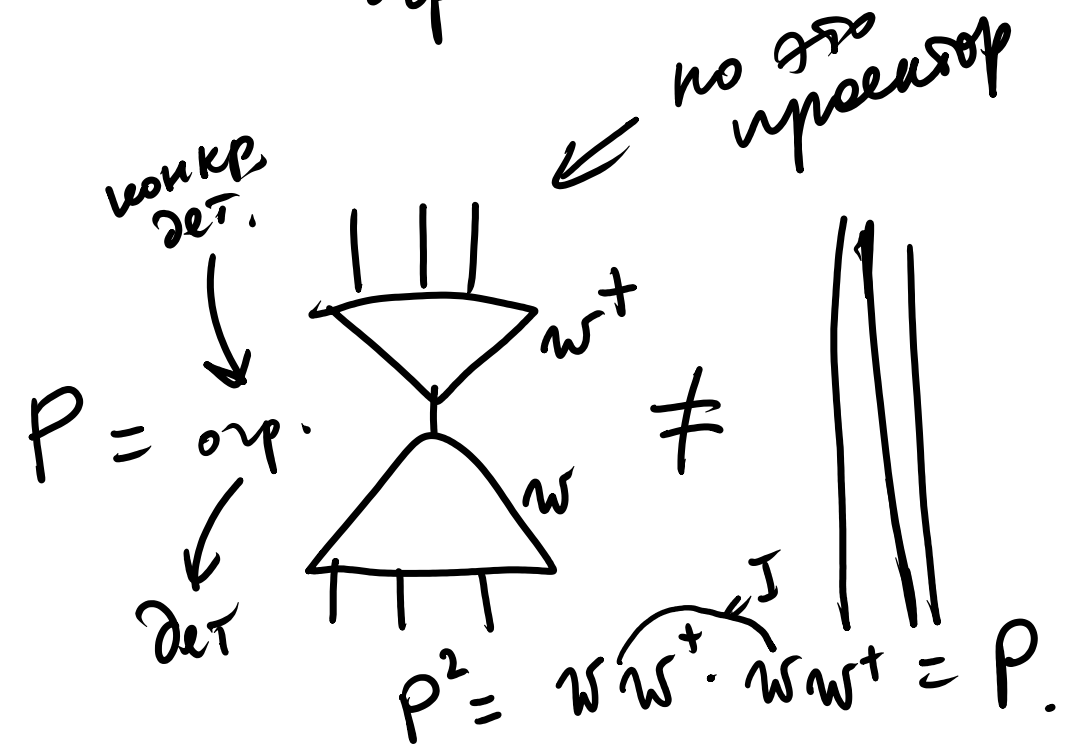
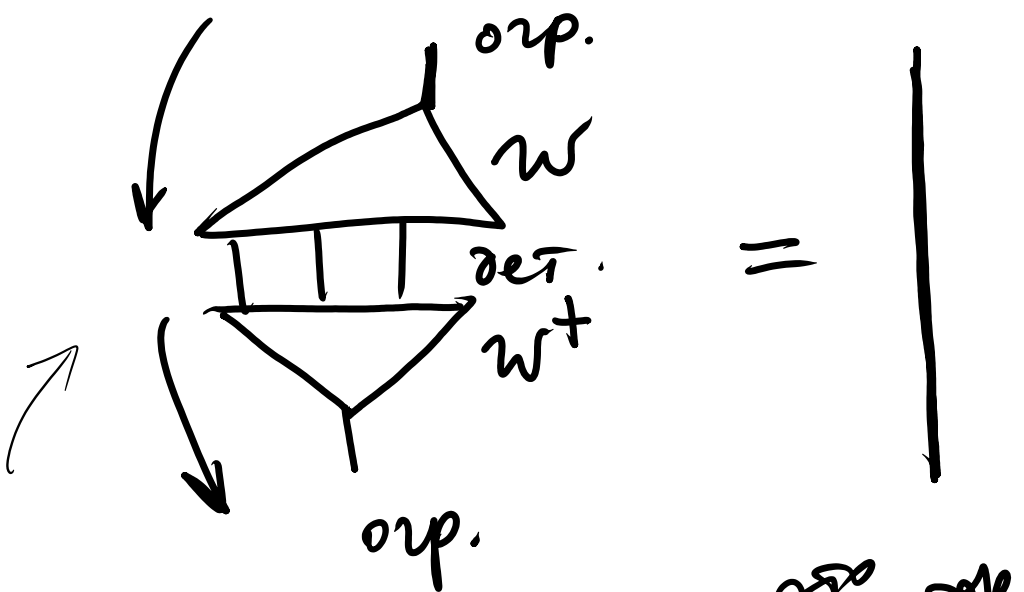
Квантовый случай:



w -изометрия
 $w^+ w = I$

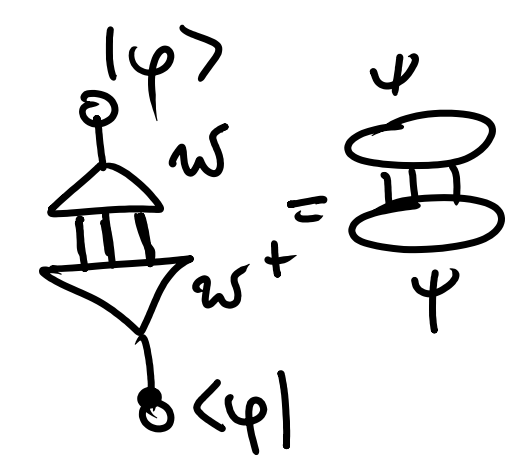


$$\begin{aligned} |\psi\rangle &= w |\varphi\rangle \\ \langle \psi | \psi \rangle &= \langle \varphi | w^+ w |\varphi\rangle = \\ &= \langle \varphi | \varphi \rangle \\ &= 1 \end{aligned}$$



$$w^+ w = I$$

$$\langle \varphi | \varphi \rangle = \langle \varphi | \varphi \rangle = w | \varphi \rangle - \text{норм. } \forall | \varphi \rangle.$$



$$w w^+ \neq I$$

$$|\psi\rangle w w^+ |\psi\rangle = w^+ |\psi\rangle - \text{не норм.}$$

$$\langle \psi | w w^+ | \psi \rangle \neq 1.$$

$$|\psi\rangle$$

Древесная
тенз. сеть
из изом. тензоров

разн. изм. индекса фикс. сам χ

9 частей - кубитов

$$|\psi\rangle = \underbrace{w \otimes w \otimes w}_{\text{тенз. сеть}} \underbrace{w' |\psi\rangle}_{\text{вектор}}$$

$$\begin{aligned} w^\dagger w &= I \\ (w')^\dagger w' &= I \end{aligned}$$

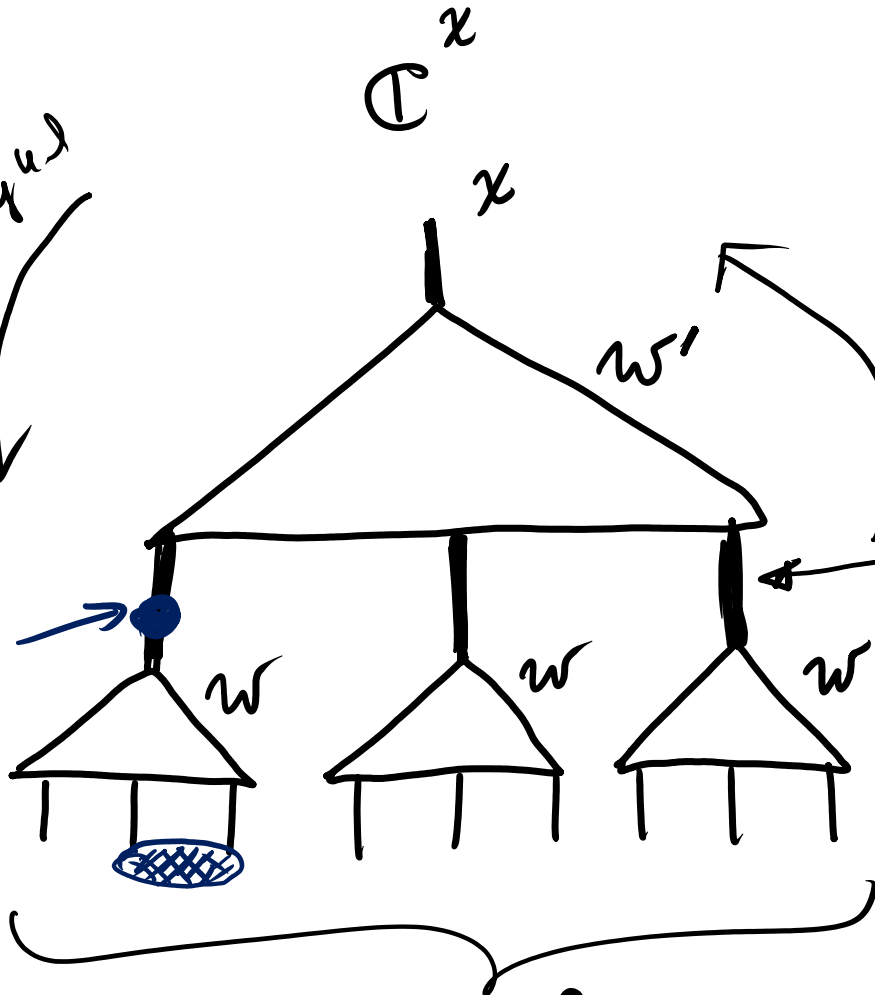


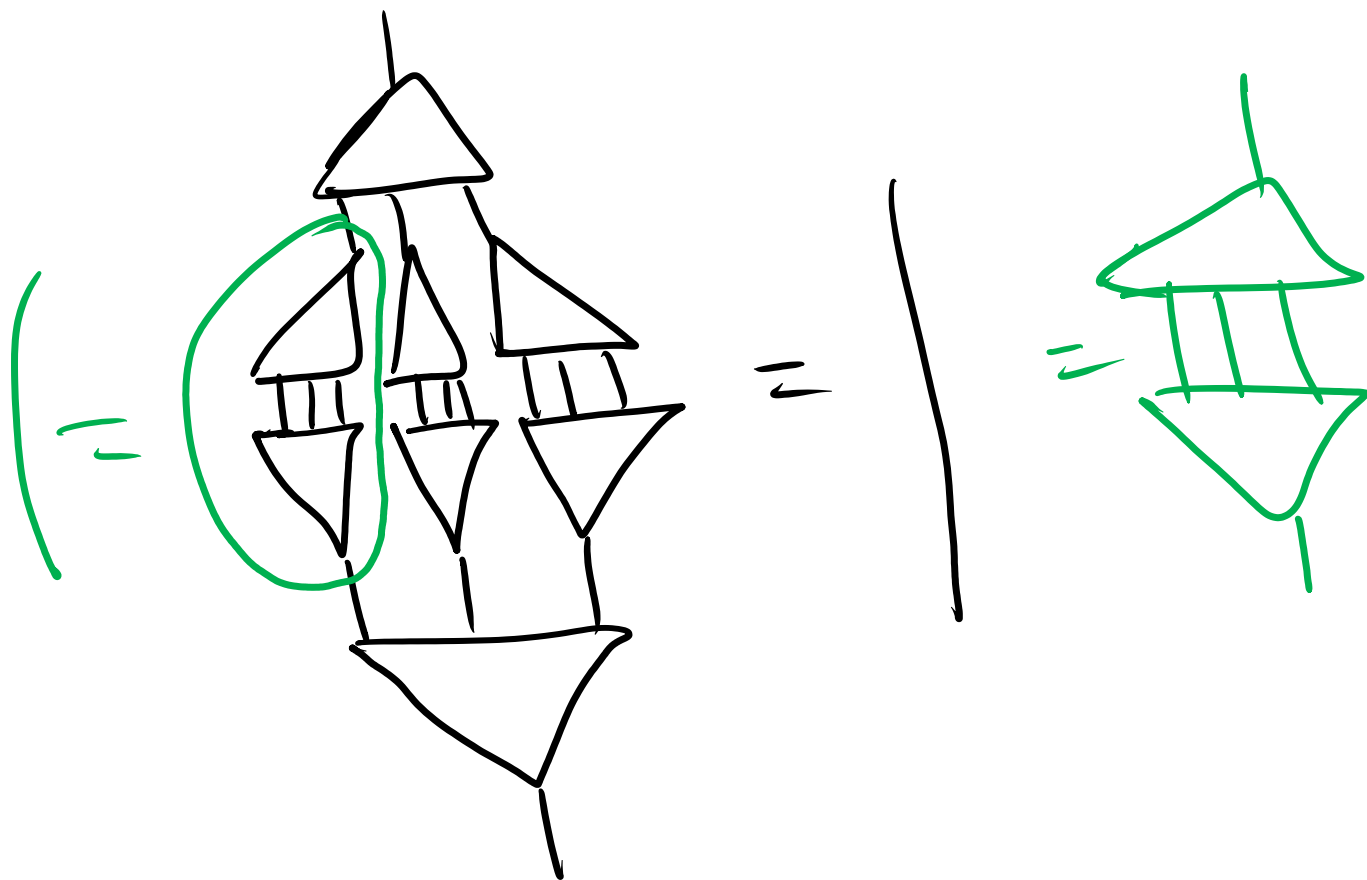
$$\mathbb{C}^{2^9}$$

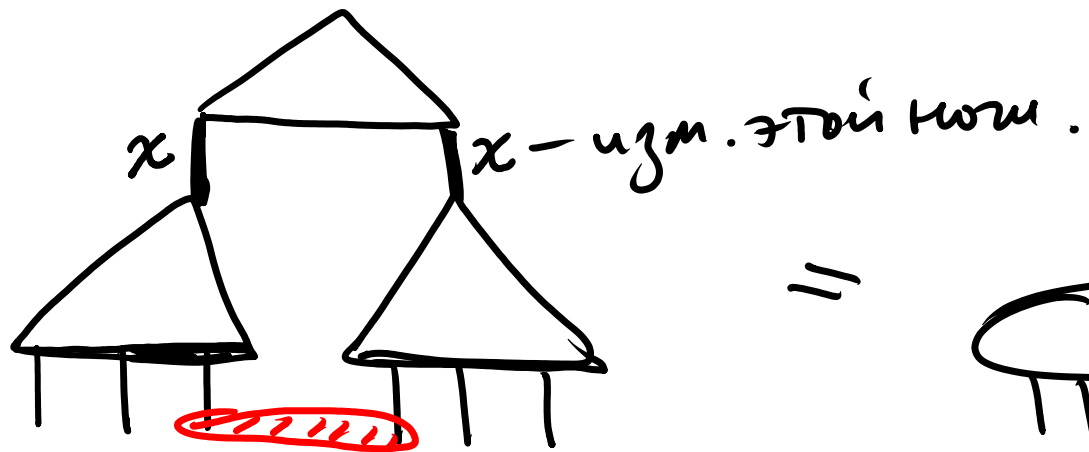
$$\langle \psi | w^{\dagger \otimes 3} \cdot (w')^\dagger = \langle \psi |$$

детализация

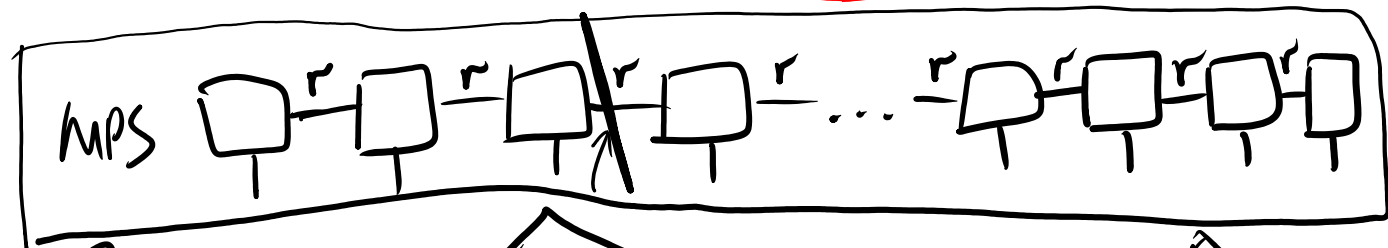
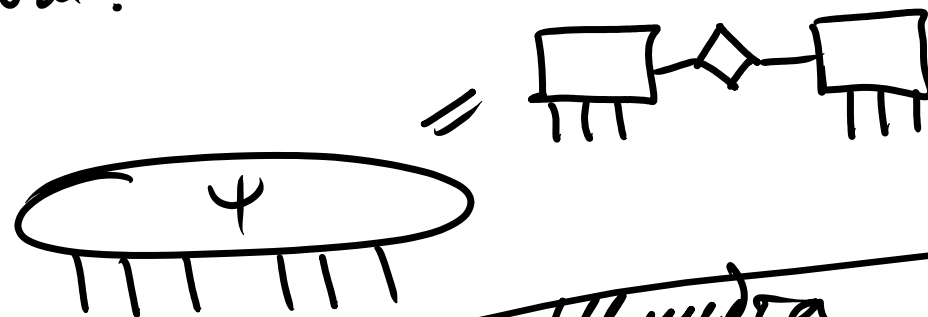
округление







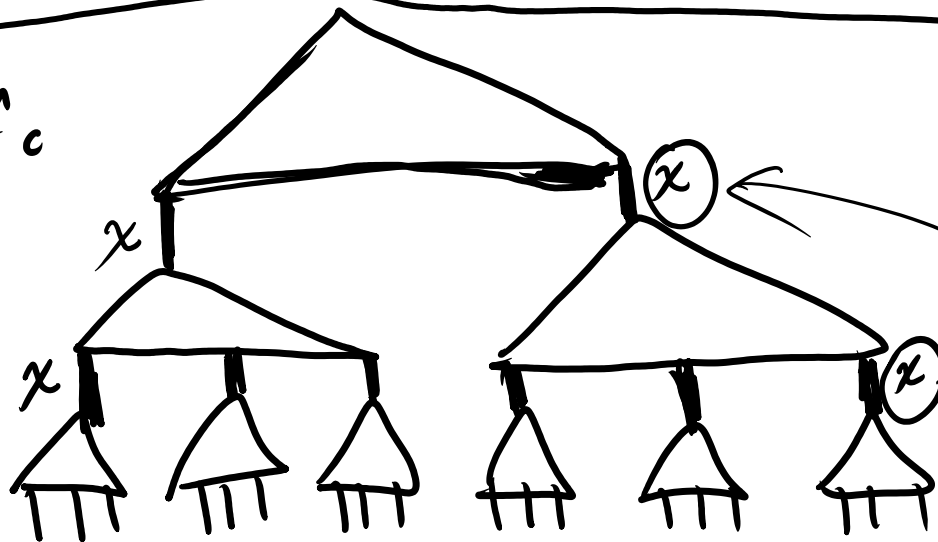
$=$



χ - размер шмидта

$$|\psi\rangle = \sum_{k=1} |\mathbf{f}_k\rangle |\mathbf{g}_k\rangle \sqrt{\lambda_k} \quad \text{P.U.}$$

r фикс. и не растет с ростом N



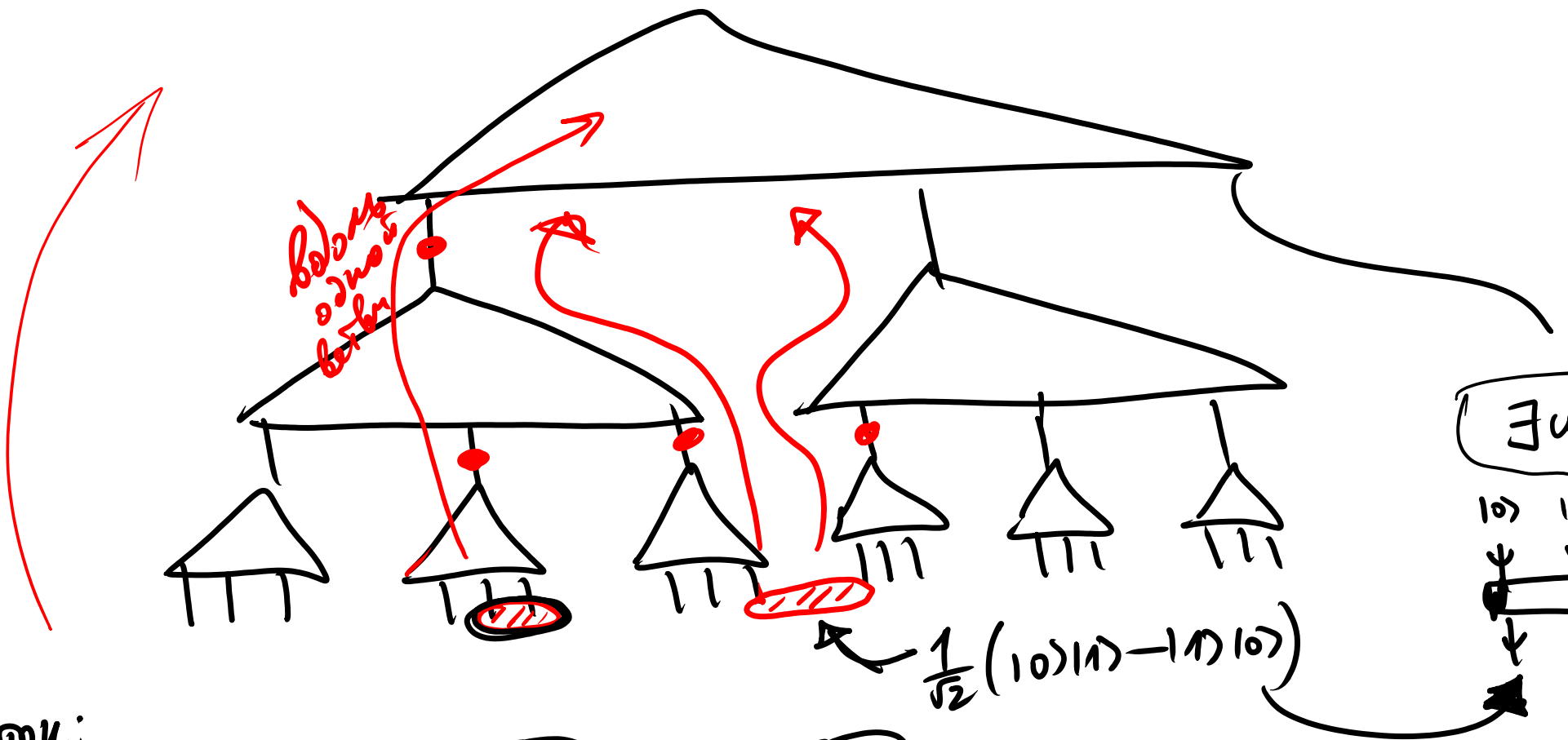
Недостаток:
MPS и TTN

длина корр. не фикс.

большая раз. перекода
 χ должно расти с количеством запут N как

$$\chi \sim N \quad \text{иногда } \epsilon \sim \log N.$$

$$r \sim N$$



Недостатки:



разное поведение перен. внутри тенз. сети

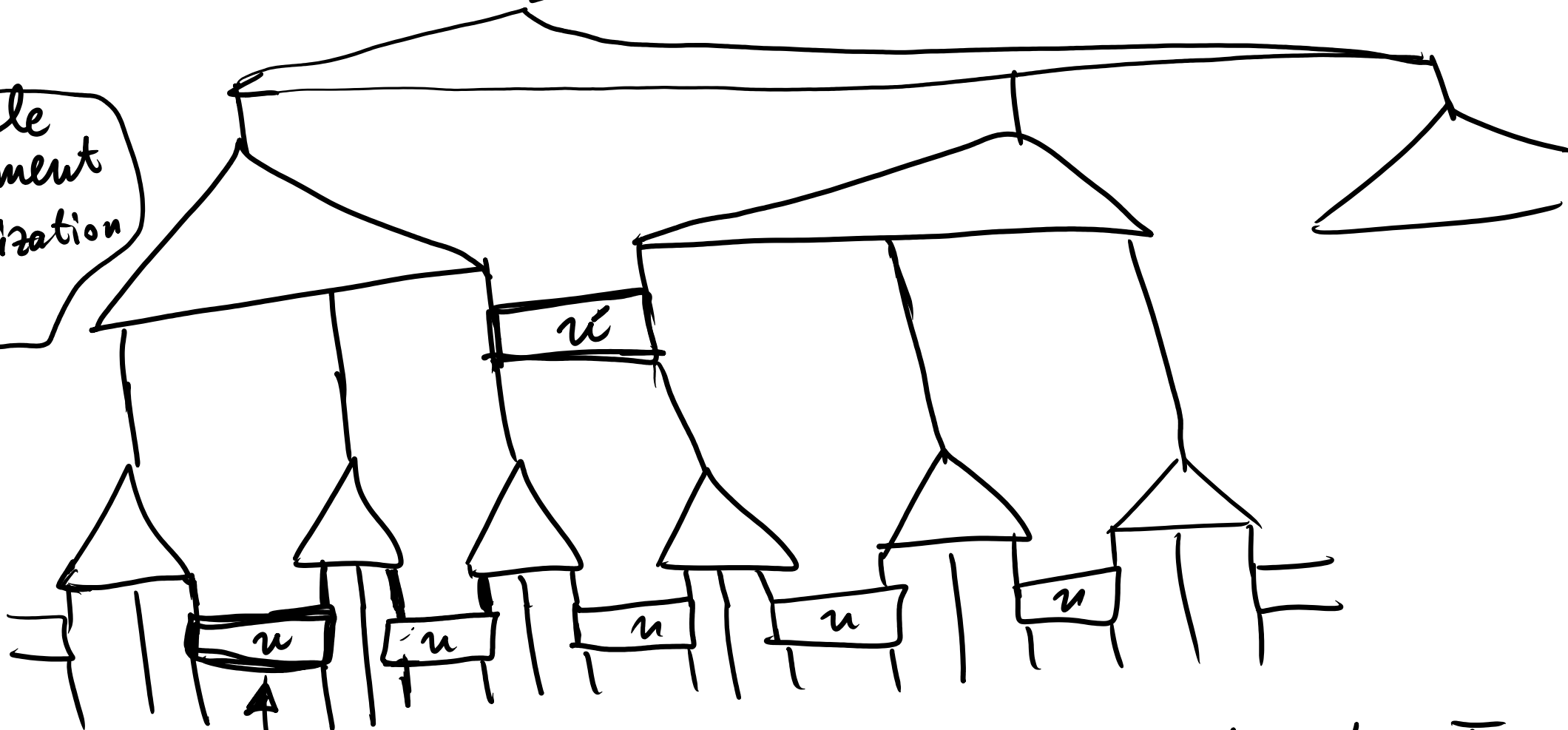
$$\exists u: u|00\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle|1\rangle - |1\rangle|0\rangle)$$

Vidal '07 : PRL 99, 220405 (2007)

MERA:

multiscale
entanglement
renormalization
ansatz

ternary
MERA

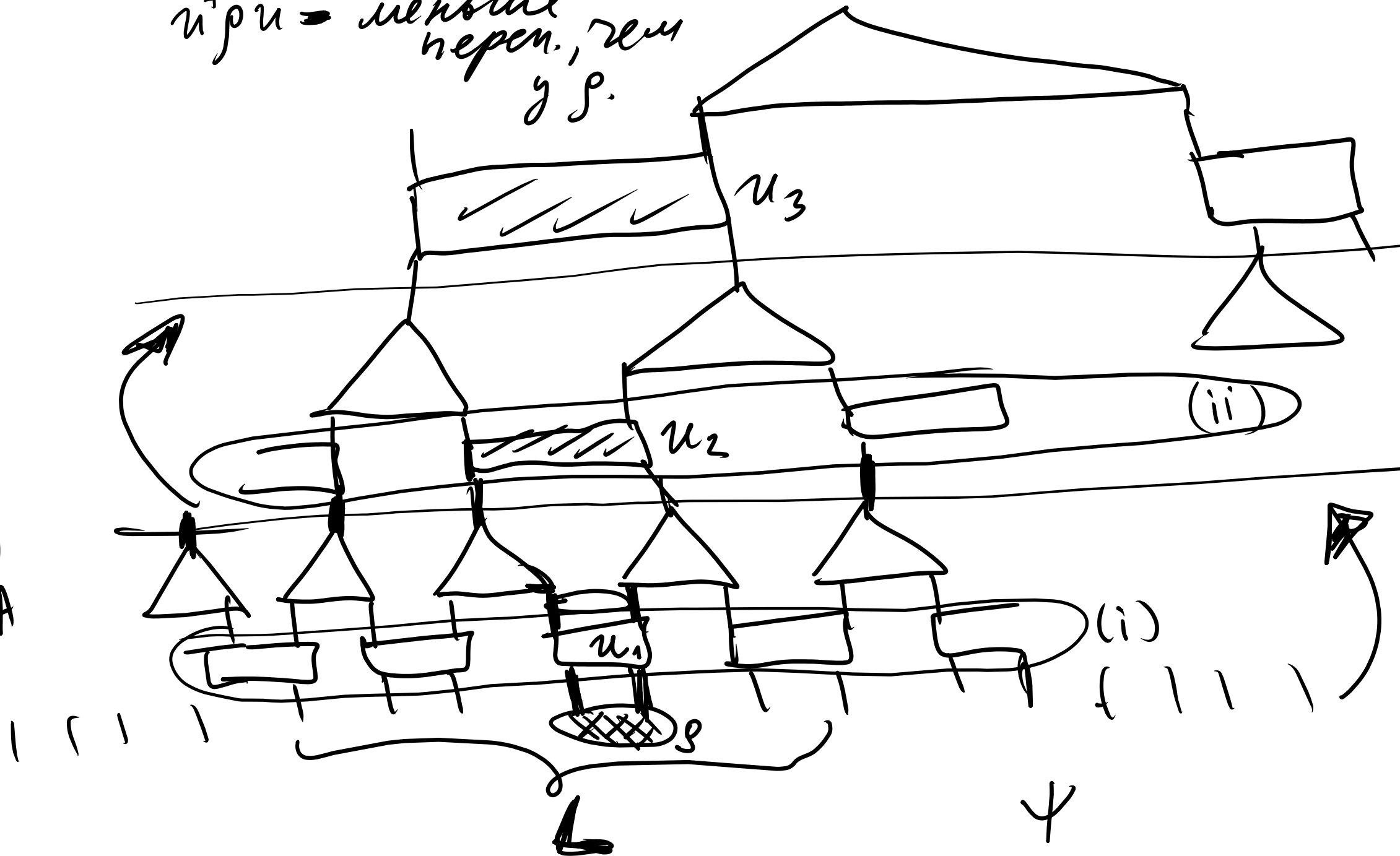


disentangler "расщепитель"

$$u u^\dagger = u^\dagger u = I$$

$u^+ p u =$ меньше
перен., чем
у p .

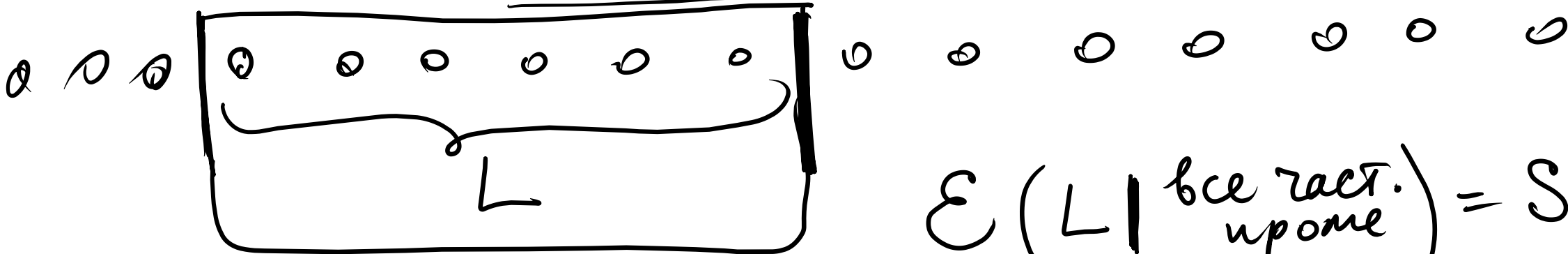
Binary
MERA



$$H = \sum_{(s_1, s_2)} \sigma_{s_1}^x \otimes \sigma_{s_2}^x + h \sum_s \sigma_s^z$$

$x=8$
используем
 2^{14}

$h=1$ — квант. фаз. переход

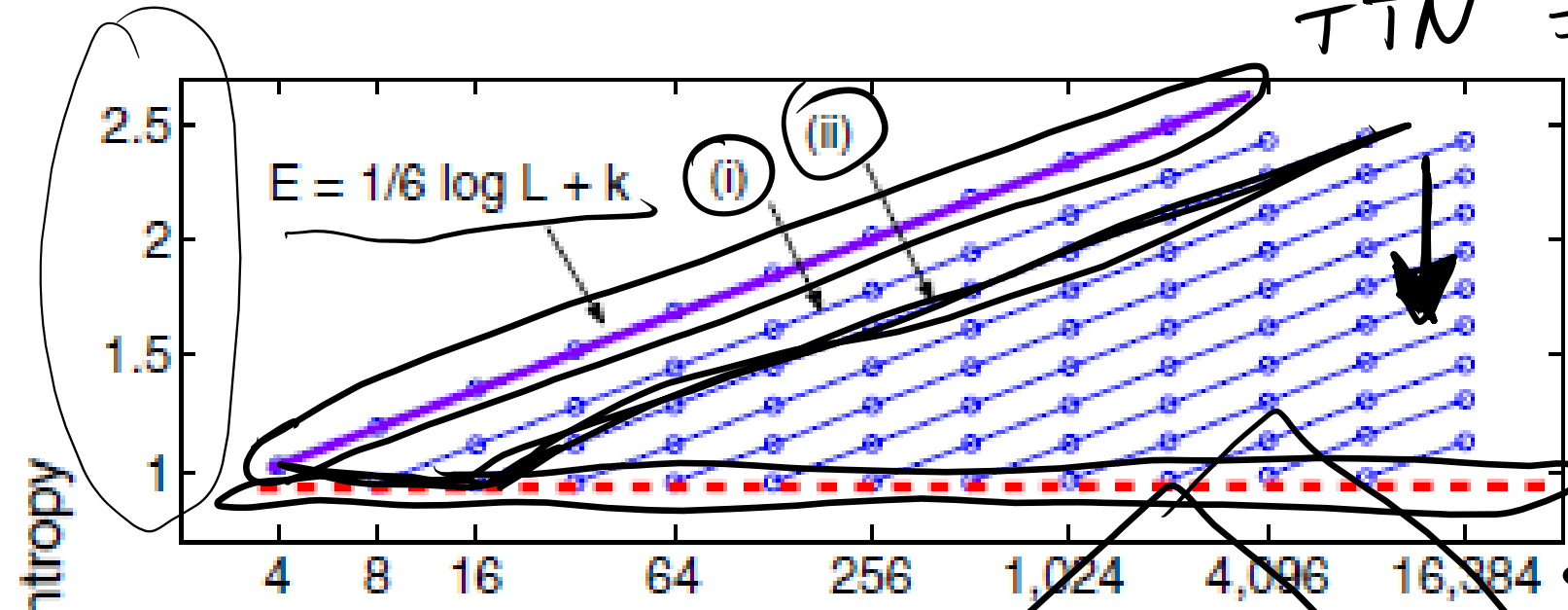


$$\mathcal{E}(L \mid \text{все раст. кроме блока}) = S(\rho_L)$$

$$\mathcal{E}(L) = \frac{1}{6} \log_2 L$$

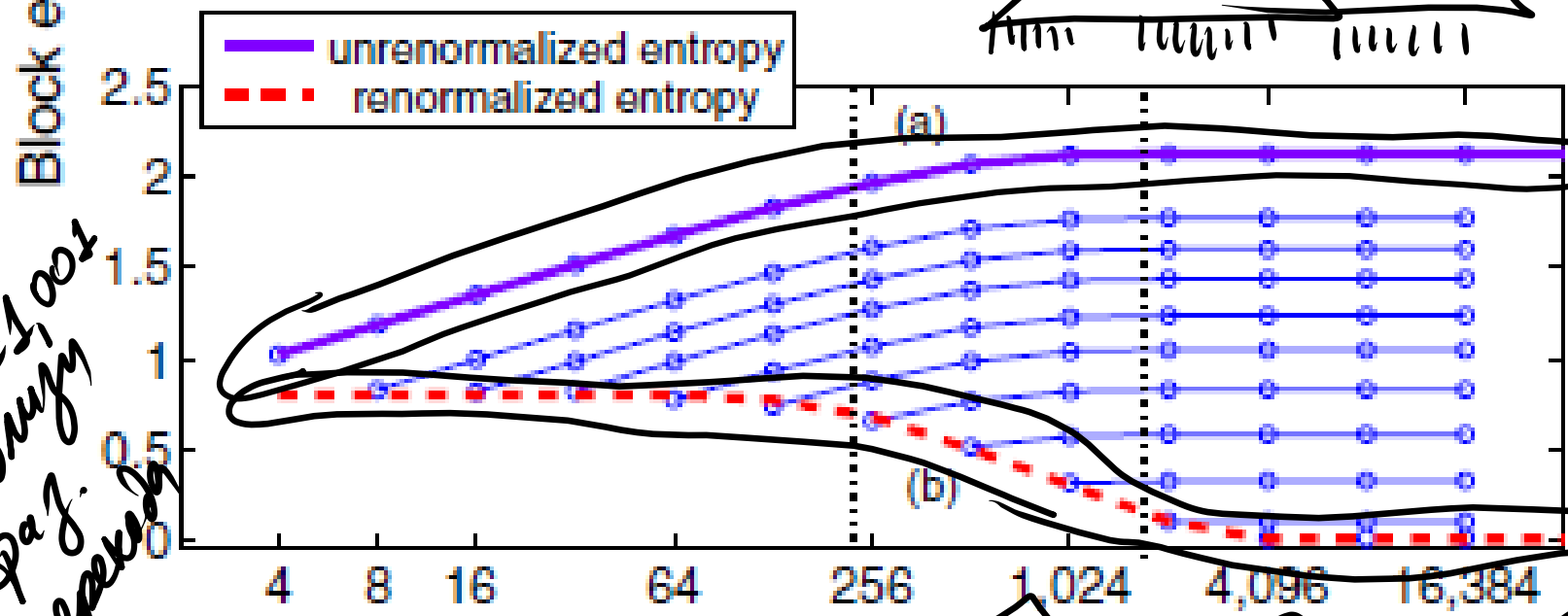
растёт с
ростом L .

$$TTN = \frac{1}{6} \log_2 L$$



$x \sim \log L$
MERA

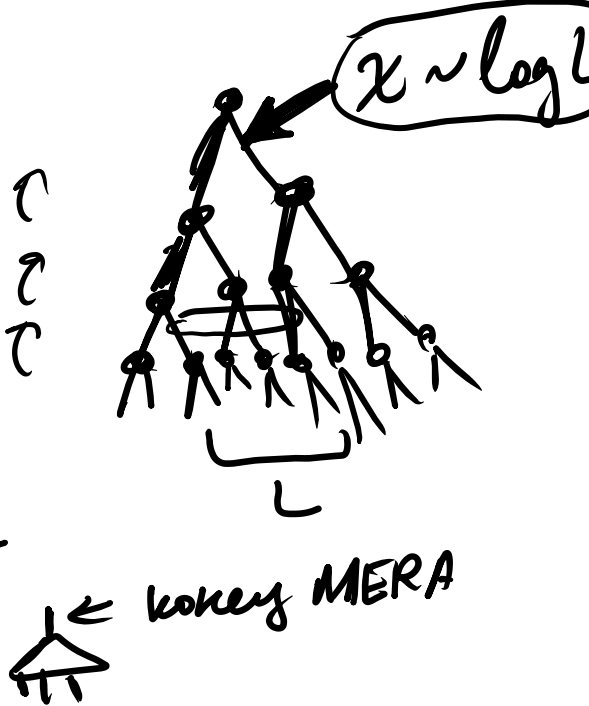
$p = 1, \infty$
QFT
repeating



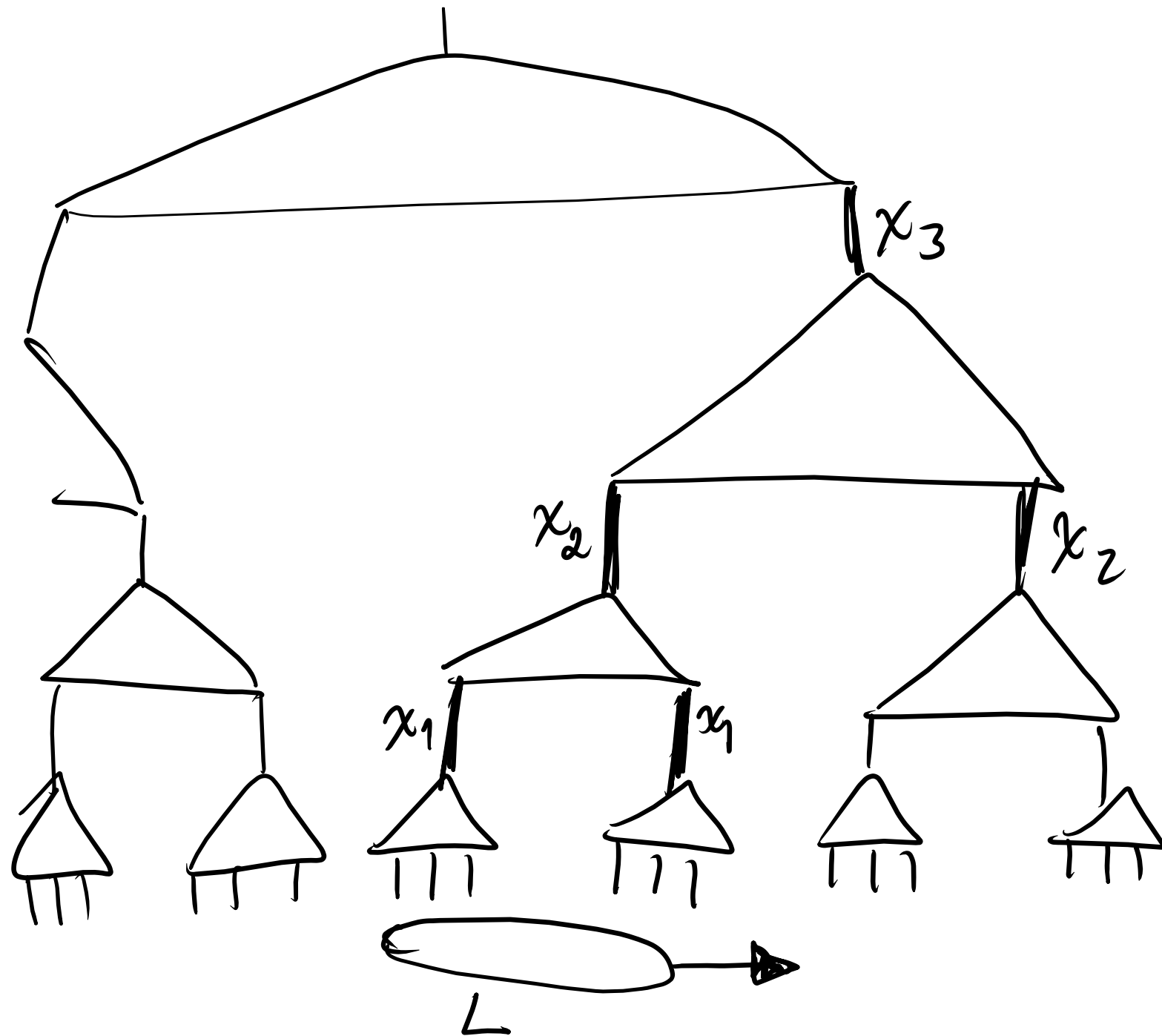
TTN

MERA

Block size



copy MERA



изом.
эфф. инс.
MERA

$\mathbb{C}^{x^5}$

$\mathbb{C}^{d^N}$

H

изометрия

$\mathbb{C}^{x^5}$

изометрия

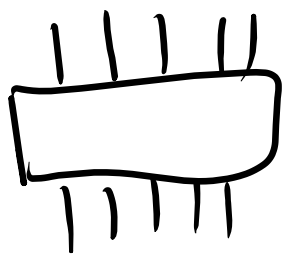
$$|\psi_i\rangle \rightarrow |\varphi_i\rangle$$

$$i = 1, \dots, x^5.$$

$$E_1 \leq E_2 \leq \dots$$

$$H = \sum_{i=1}^{d^N} E_i |\psi_i\rangle \langle \psi_i|$$

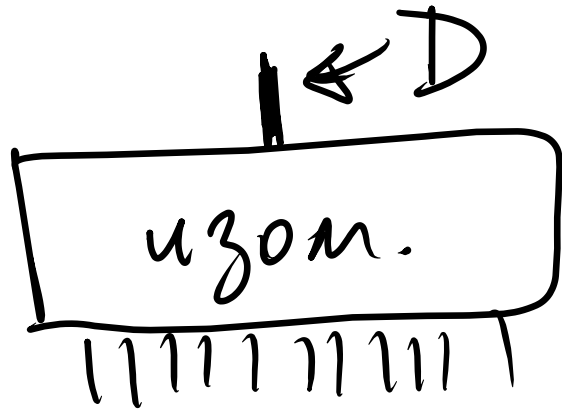
$$\tilde{H} = \sum_{i=1}^{x^5} E_i |\varphi_i\rangle \langle \varphi_i|$$



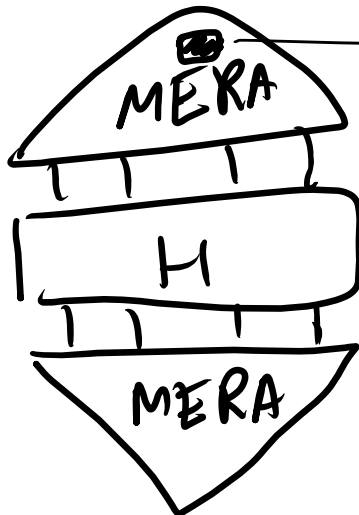
$\tilde{H}$

переноси.

Хотим преобр. D сост. , то вам нужно
(x^5)



$\approx$



оптимиз.

arXiv
2007.01287

и находится в процедуре
оптимиз.

minimize $\langle \text{МЕРА} | H | \text{МЕРА} \rangle$
все u , все w