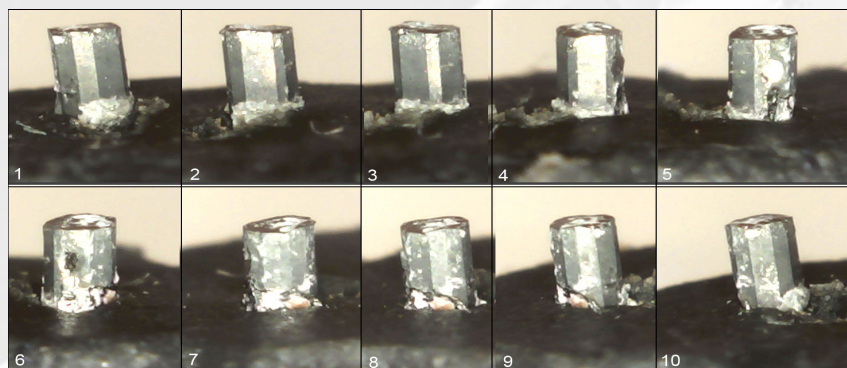


# Синтез декагональных монокристаллов системы Al-Co-Cu



*Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Москва, Россия*

*Аспирант кафедры теоретической физики и квантовых технологий*

Мария Ключева

*Цель доклада:*

Расказать о получении монообразцов декагональных кристаллов Al-Co-Si и некоторых особенностях этой системы.

# План доклада

Кратко о квазикристаллах и об их открытии

Интерес к декагональным квазикристаллам

Получение декагональных монообразцов Al-Co-Cu

Постоянные решётки

Сопротивление при низких температурах

Перспективы исследования нейтронами

# Открытие

- В 1966 году математик Роберт Бергер "The Undecidability of the Domino Problem" ("неразрешимость проблемы домино")
- 1976 Роберт Пенроуз описал модель разбиения плоскости на паркет с помощью двух плиток
- Британский кристаллограф Алан Маккей на основе паркета Пенроуза создал трёхмерную модель атомной решётки, где атомы повторялись не периодически.
- В 1984 году учёные Шехтман, Блех, Гратиа и Кан опубликовали работу "Metallic Phase with Long-Range Orientational Order and No Translational Symmetry" в Physical Review Letters, где описали сплав Al-Mn, показывающий на дифракционной картине симметрию десятого порядка.

# Квазикристаллы

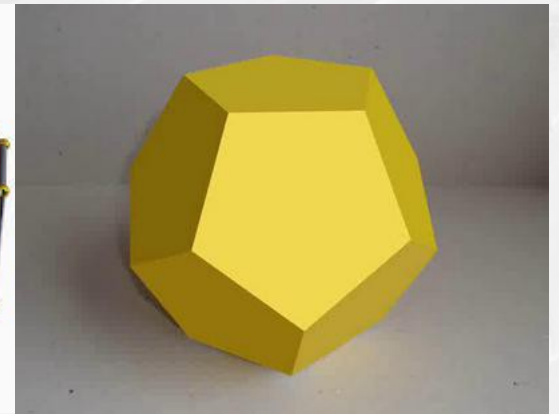
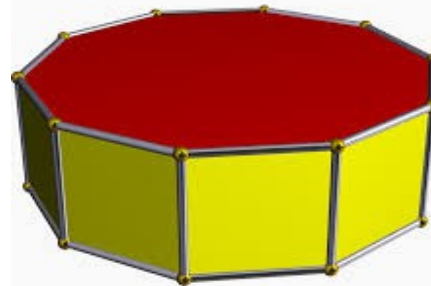
Кристалл — это любое твердое тело, обладающее существенно дискретной дифракционной диаграммой. Если при этом отсутствует трехмерная периодичность, то кристалл называется аперiodическим.

*2013 год. Комиссия по аперiodическим кристаллам  
международного союза кристаллографов*

октагональные



декагональные

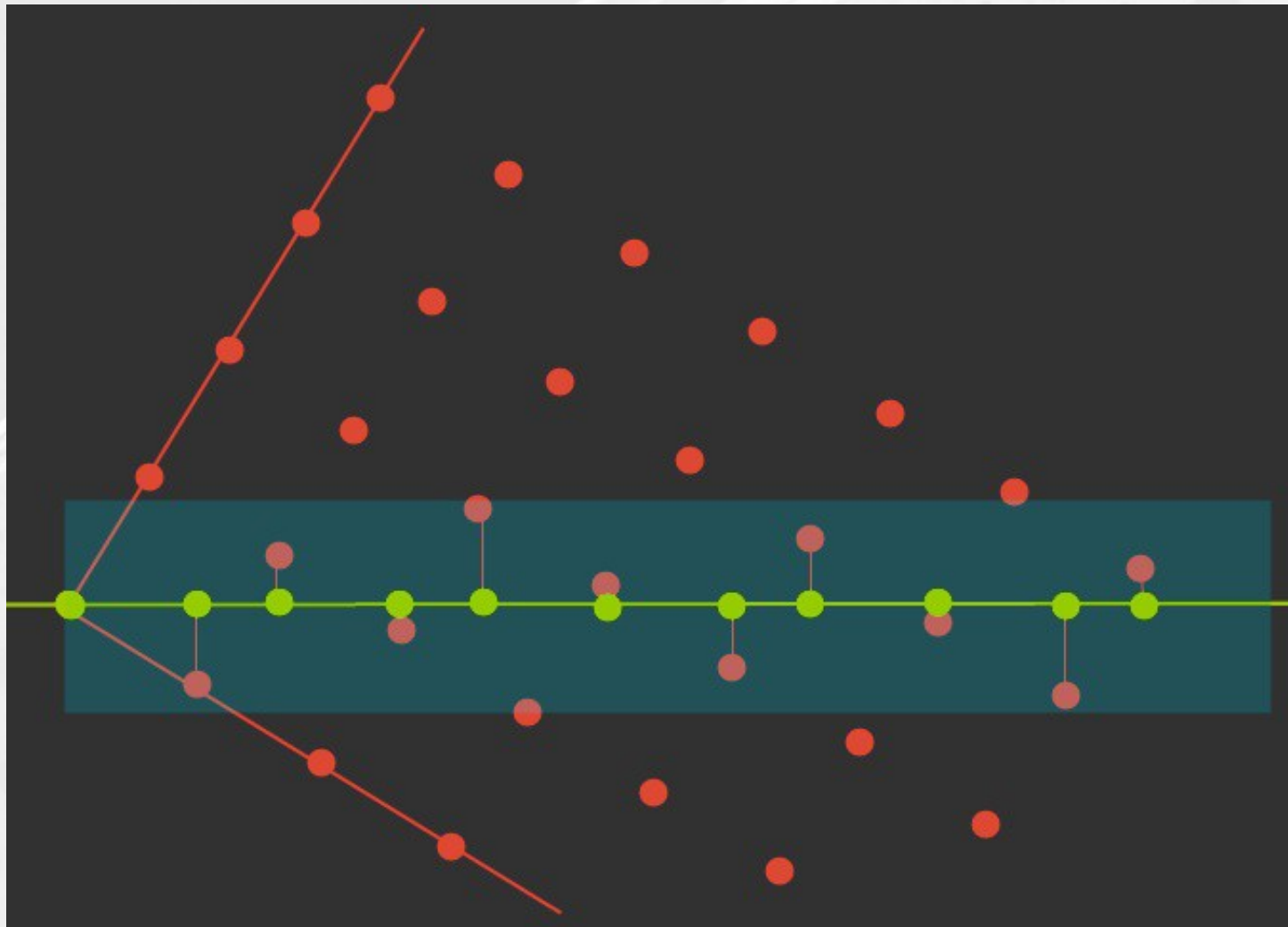


икосаэдрические

додекагональные

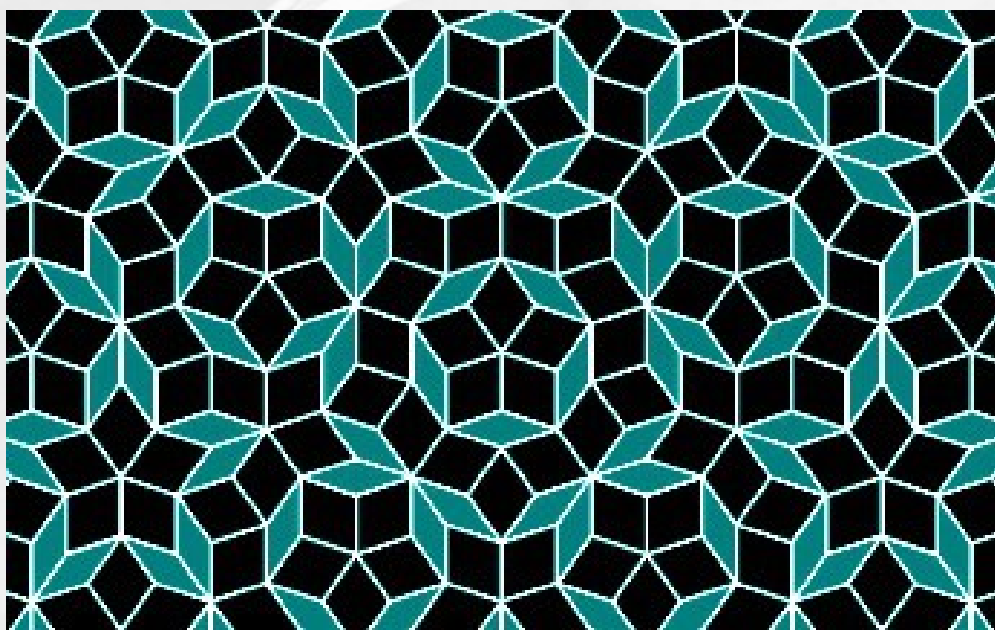
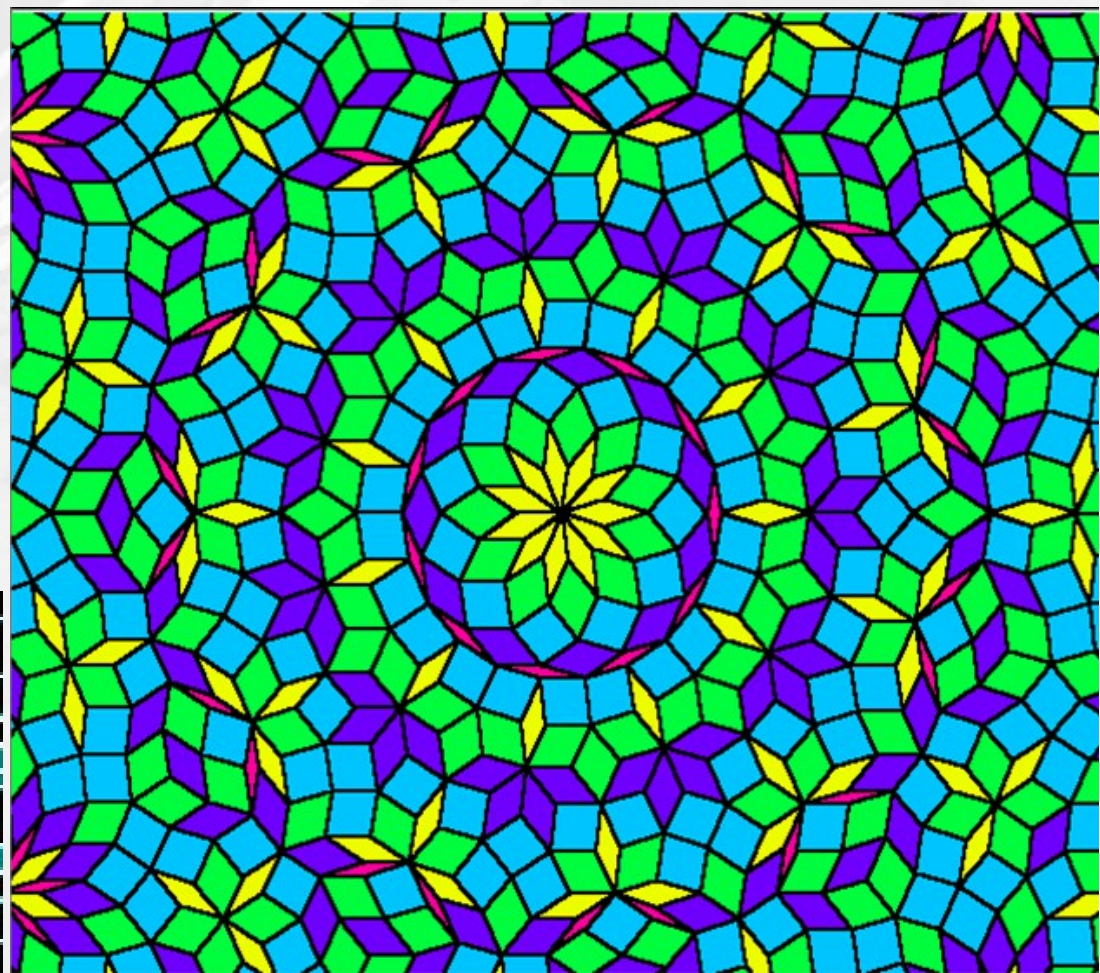
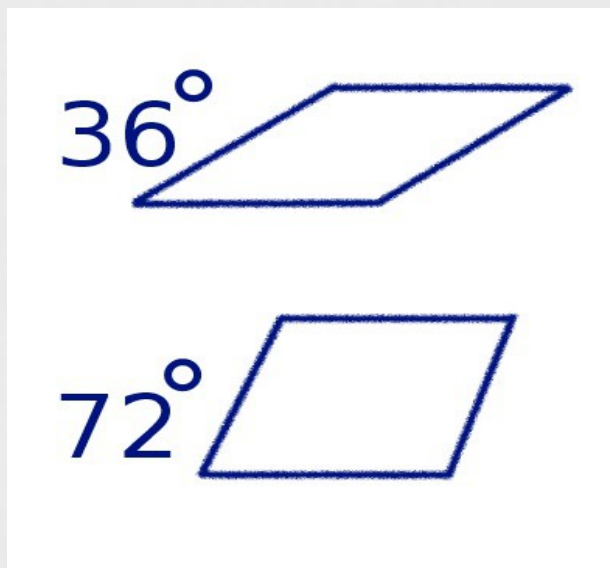
# Одномерная модель

Одномерная модель квазикристалла —  
последовательность Фибоначчи



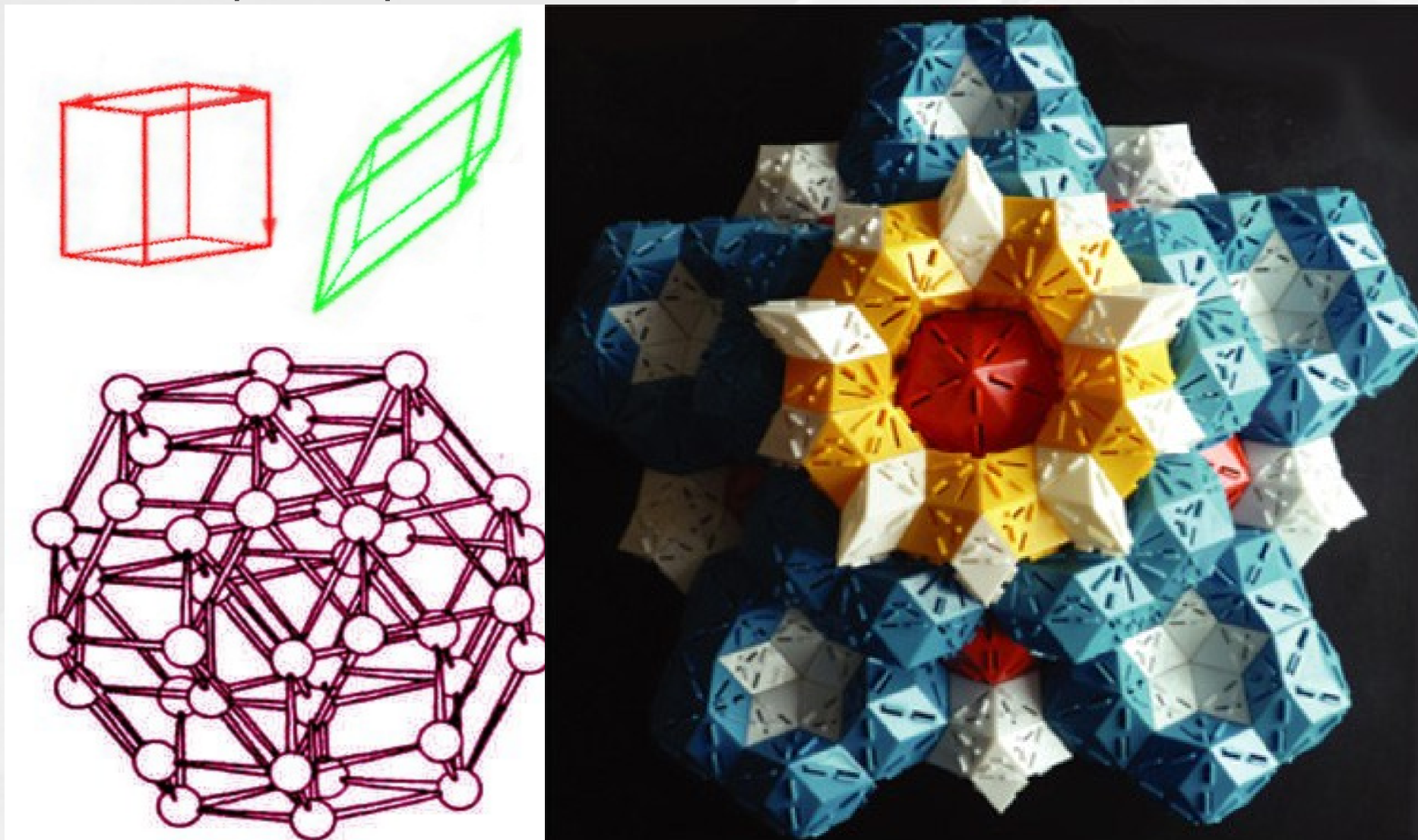
# Двумерная и трёхмерная модели

Двумерная модель — Паркет Пенроуза



# Трёхмерная модель

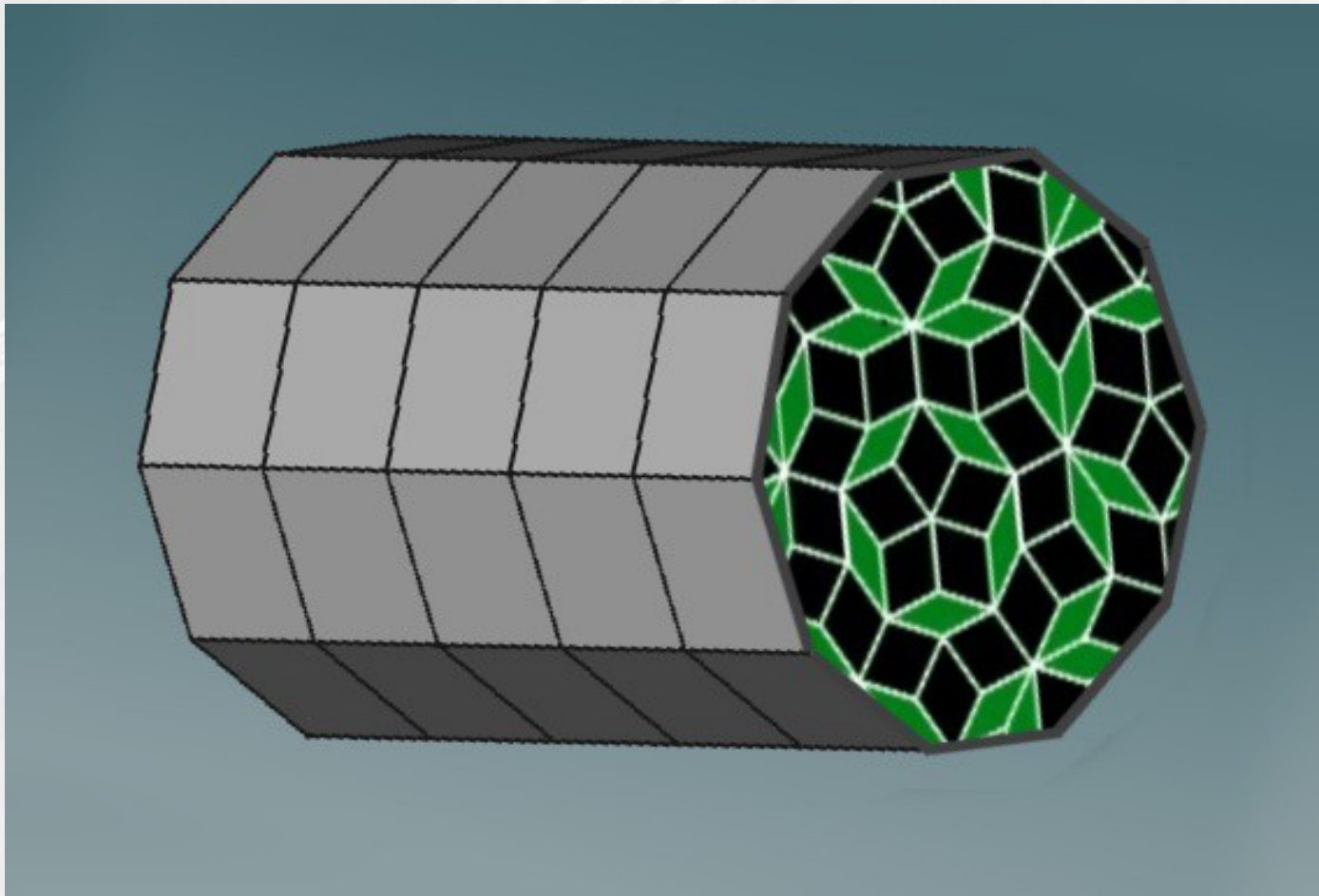
Трёхмерная модель — сеть Амана Маккея



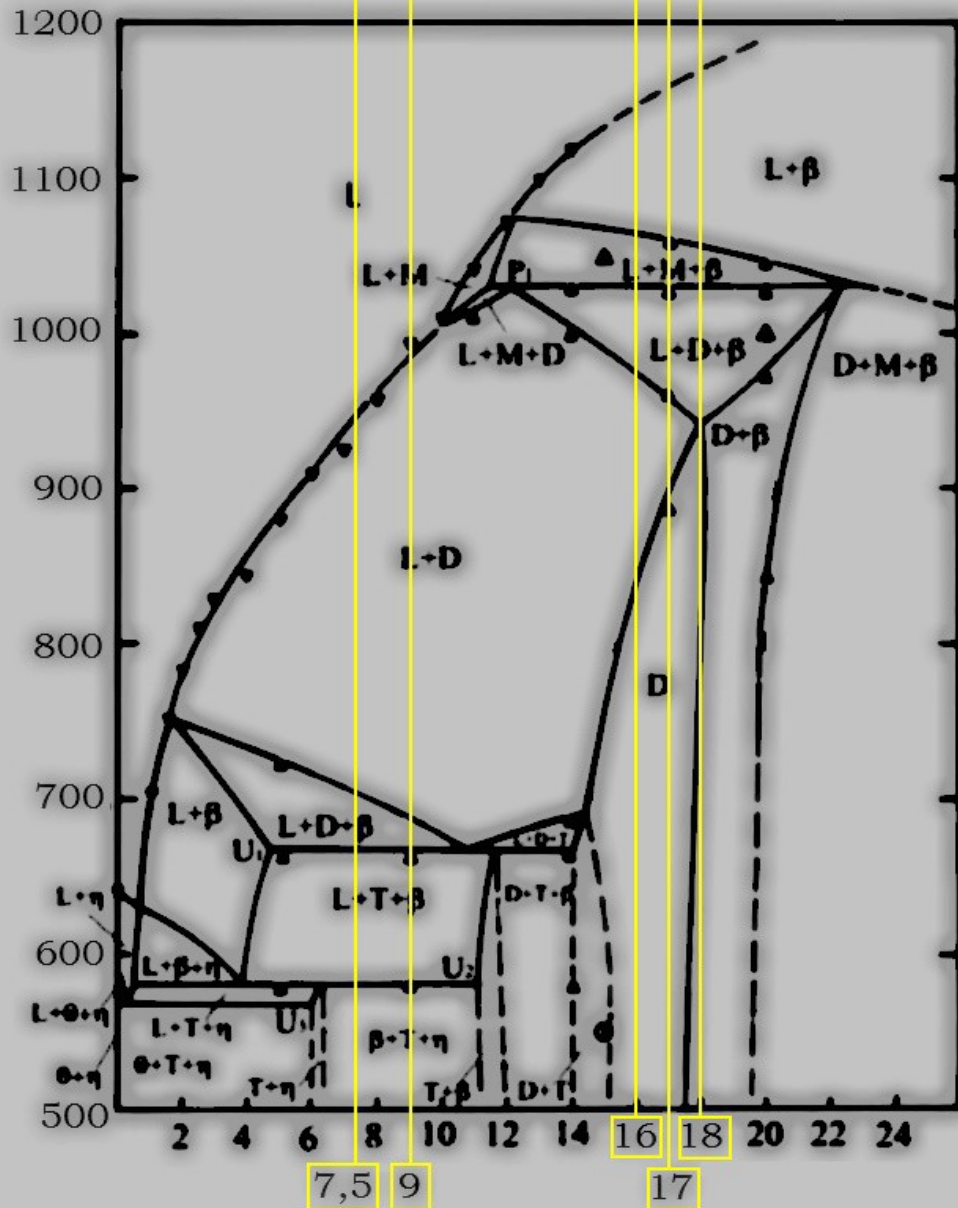


# Декагональные квазикристаллы

Декагональные квазикристаллы интересны как правило именно в виде монокристаллов из-за сочетания периодичности и аперiodичности в пределах одного образца.

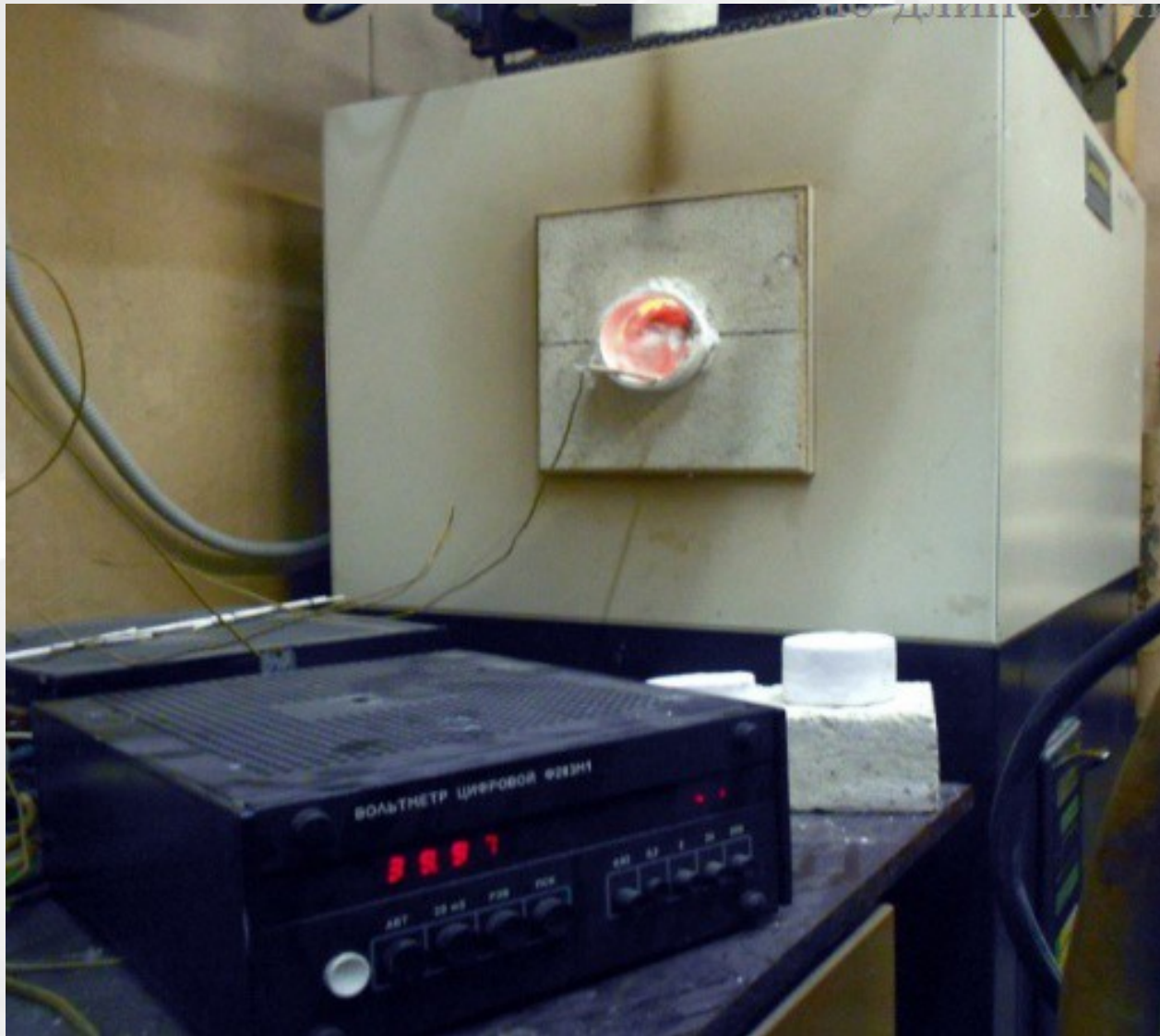


# Получение



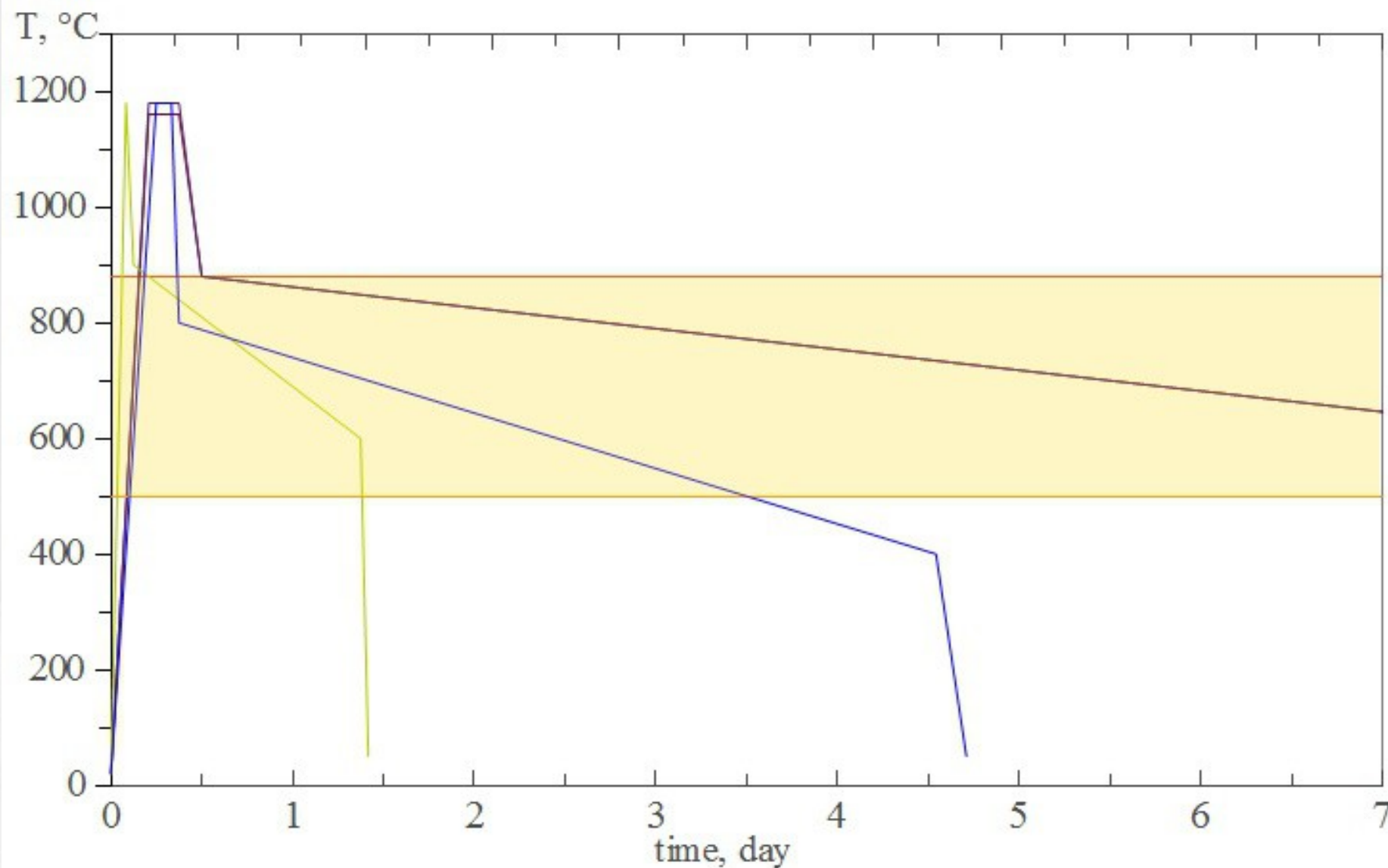
Массивные монообразцы были получены методом спонтанной кристаллизации из расплава путём зарождения небольшого количества центров кристаллизации с последующим охлаждением 1-2 град/час.

Диаграмма состояния  $Al_{65}-Co_x-Cu_{65-x}$

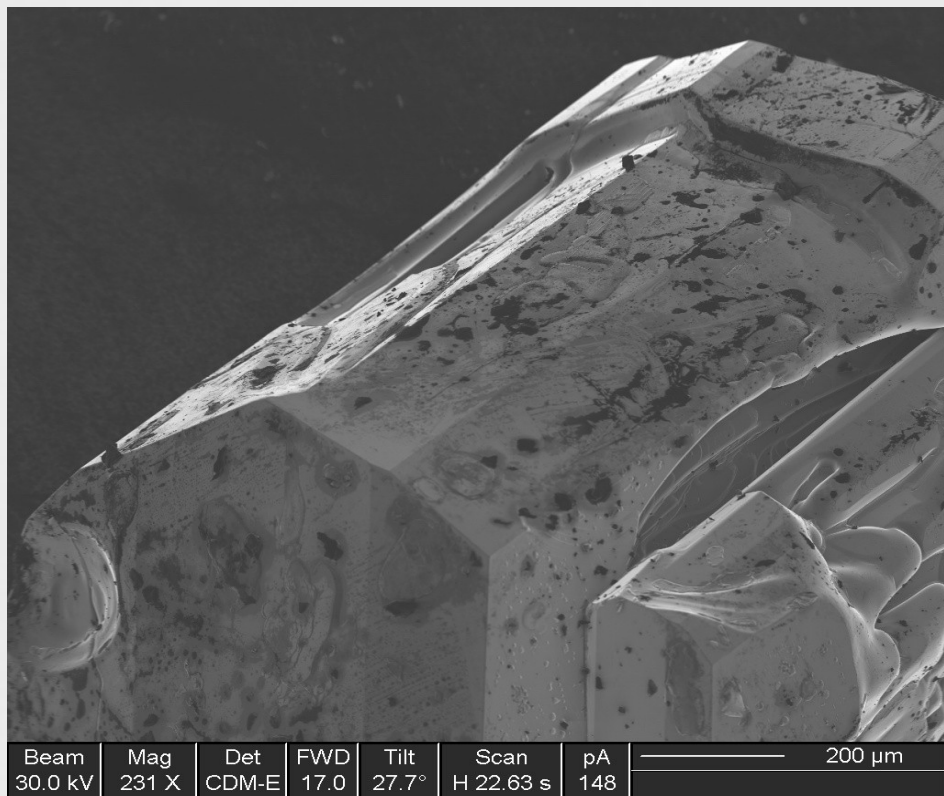


# Получение

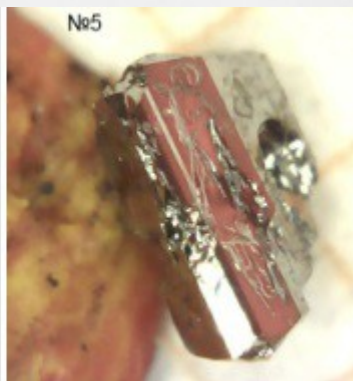
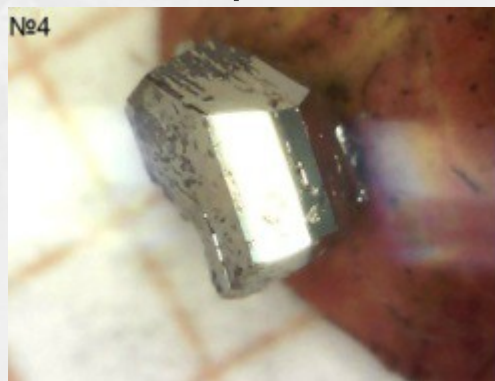
## Кривые термообработок



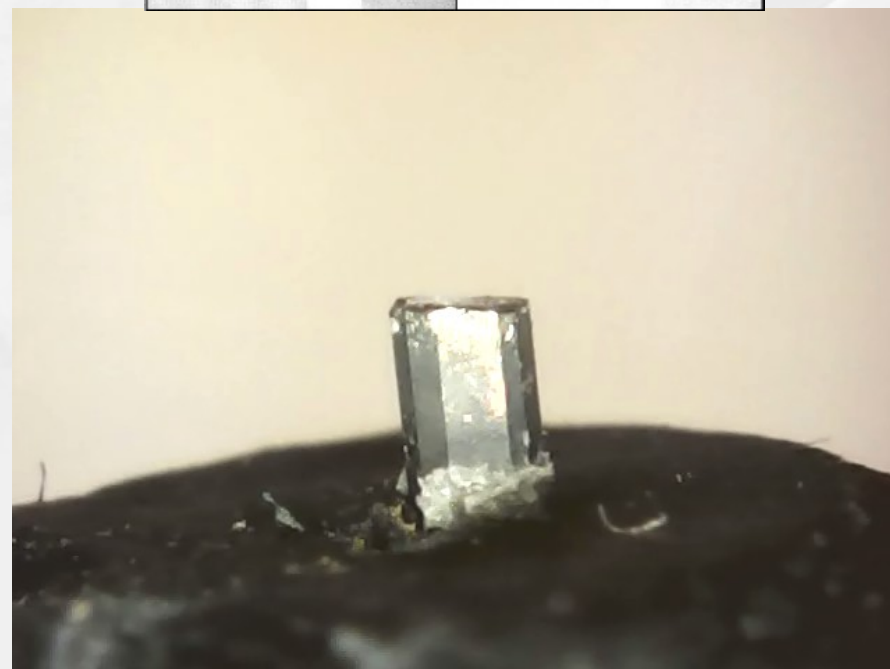
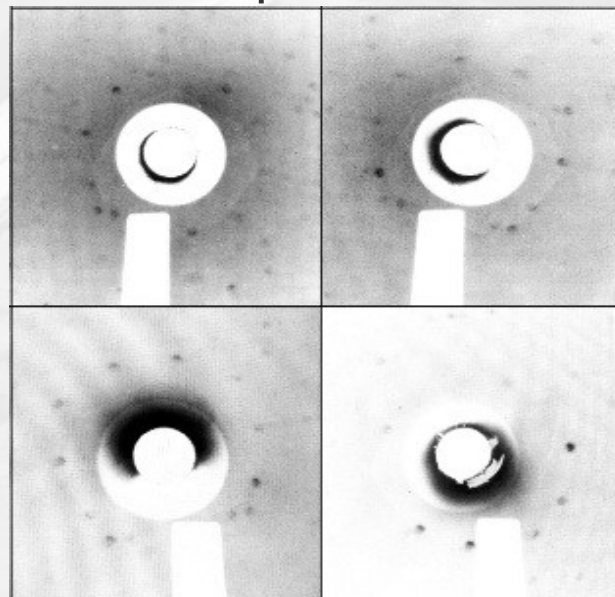
# Получение



Монокристаллы Al-Co-Cu

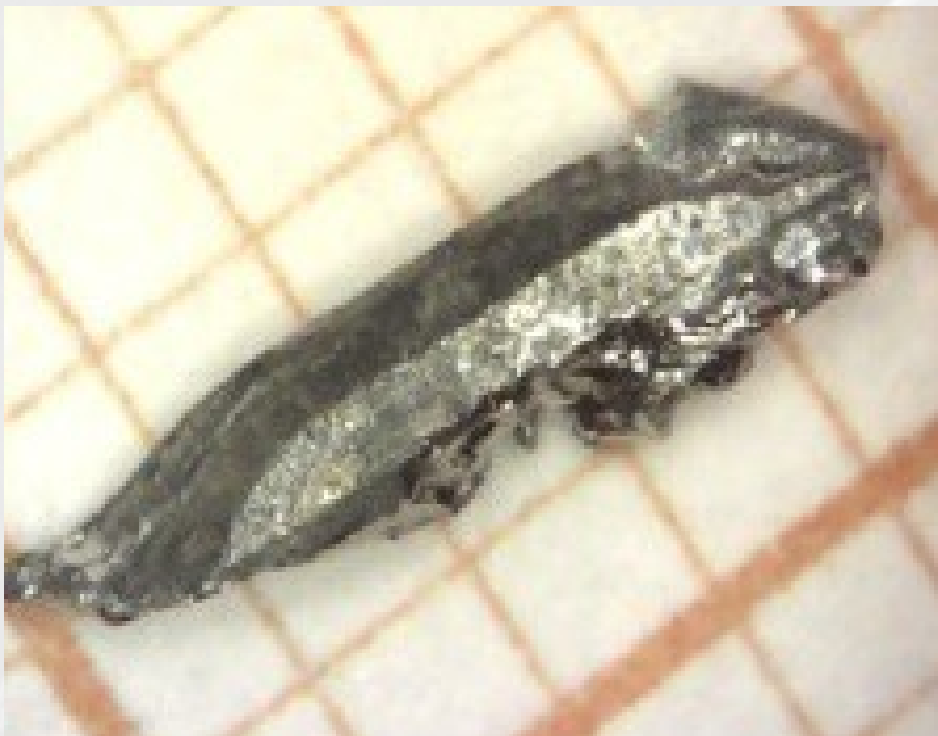


Эпиграммы



# Скорость охлаждения

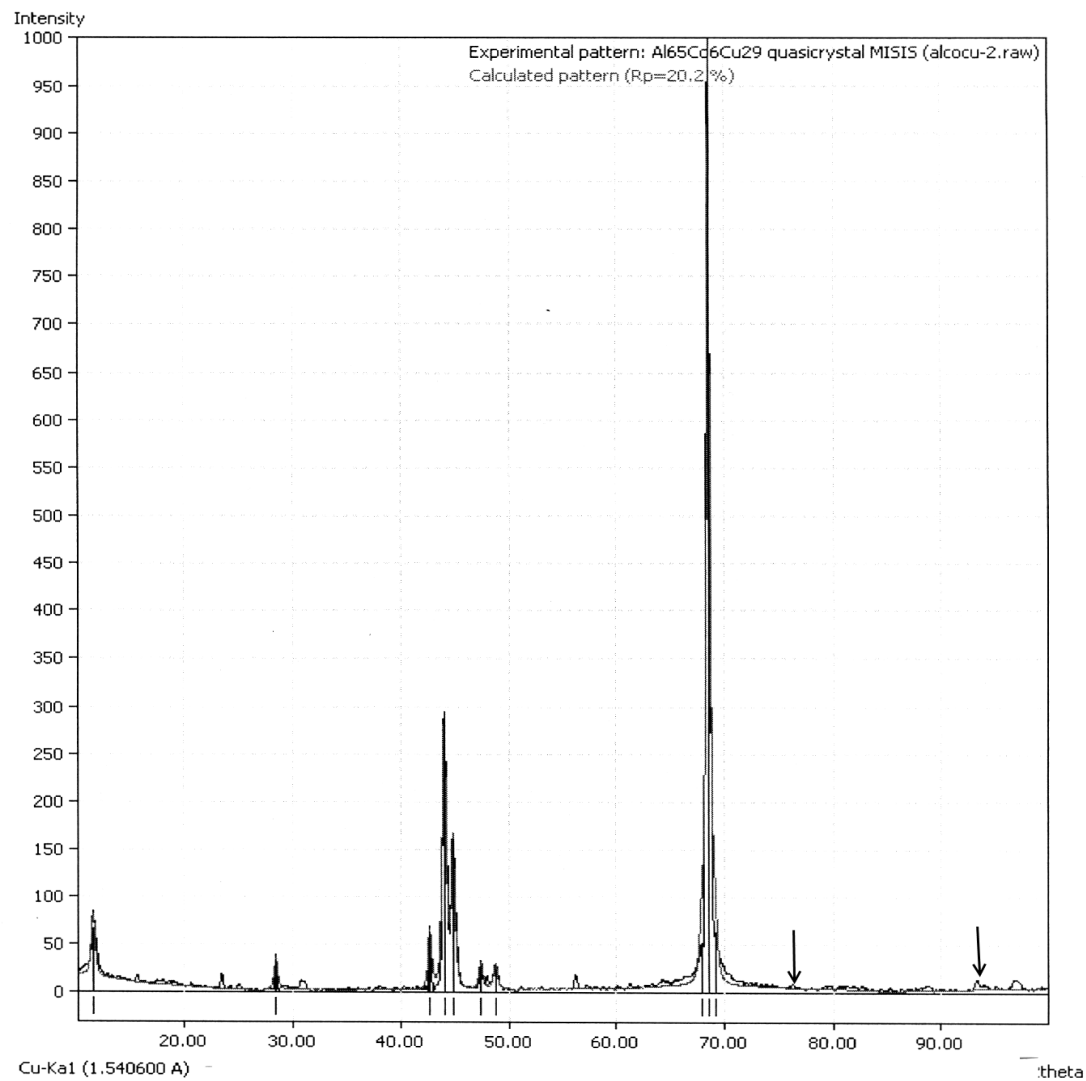
1-1,5 град/час



8 град/час



# Высокотемпературные рентгеновские исследования



$$\vec{V} = \begin{pmatrix} \frac{1}{a}(h_1 \cos 72^\circ + h_2 \cos 144^\circ + h_3 \cos 216^\circ + h_4 \cos 288^\circ) \\ \frac{1}{a}(h_1 \sin 72^\circ + h_2 \sin 144^\circ + h_3 \sin 216^\circ + h_4 \sin 288^\circ) \\ \frac{1}{c}h \end{pmatrix}$$

# Постоянные решётки и коэффициент линейного расширения

$d_a, \text{Å}$	$d_c, \text{Å}$	$a, \text{Å}$	$c, \text{Å}$	Температура, °C
1.22992	1.05615	9.9101	2.0610	20
1.23086	1.05681	9.9176	2.0621	100
1.23235	1.05846	9.9296	2.0667	300

Коэффициент линейного термического расширения при температуре 20-300 °C в аперриодическом направлении

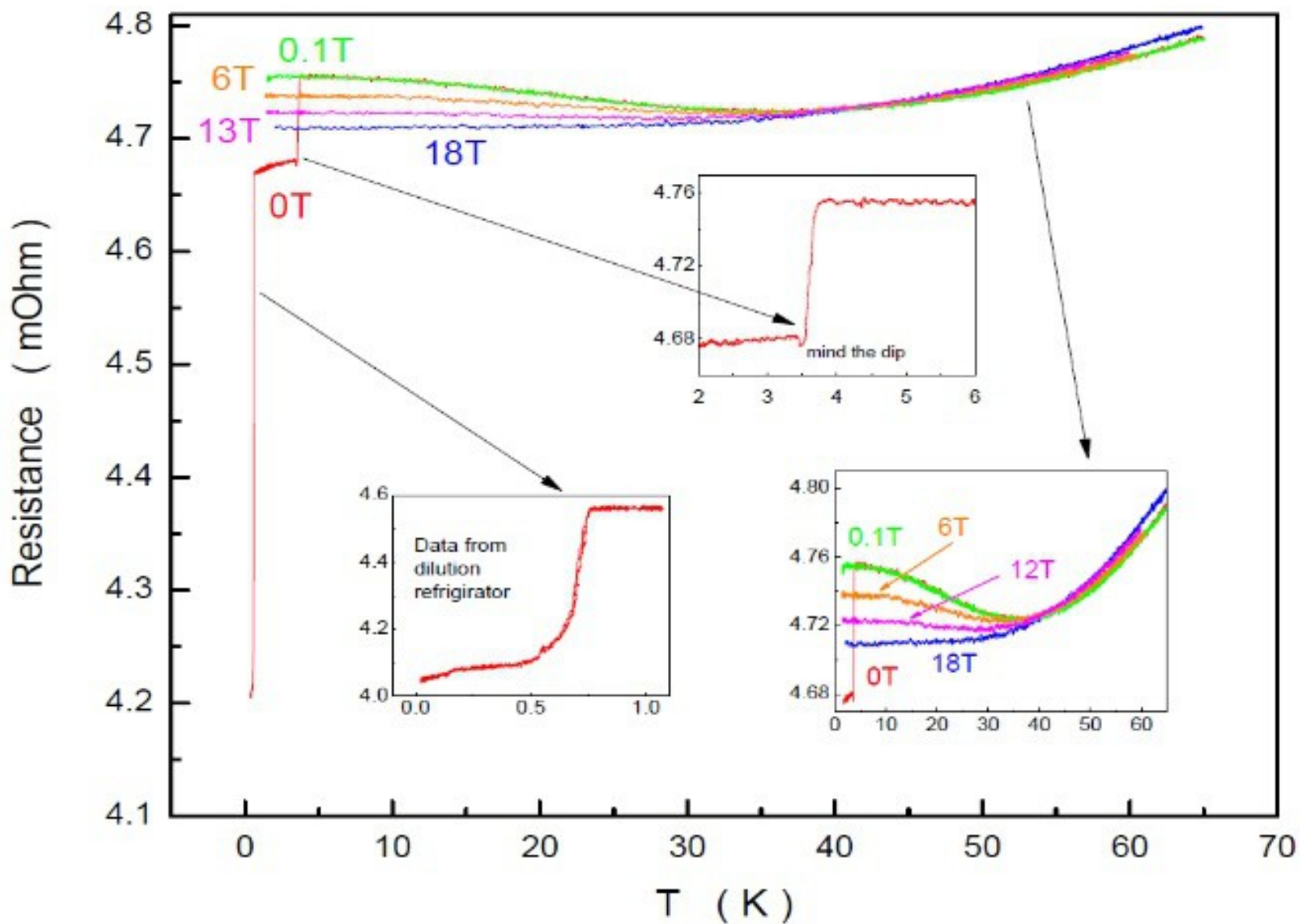
$6.99 \cdot 10^{-5}$   
1/град

Коэффициент линейного термического расширения при температуре 20-300 °C в периодическом направлении

$2.05 \cdot 10^{-5}$   
1/град



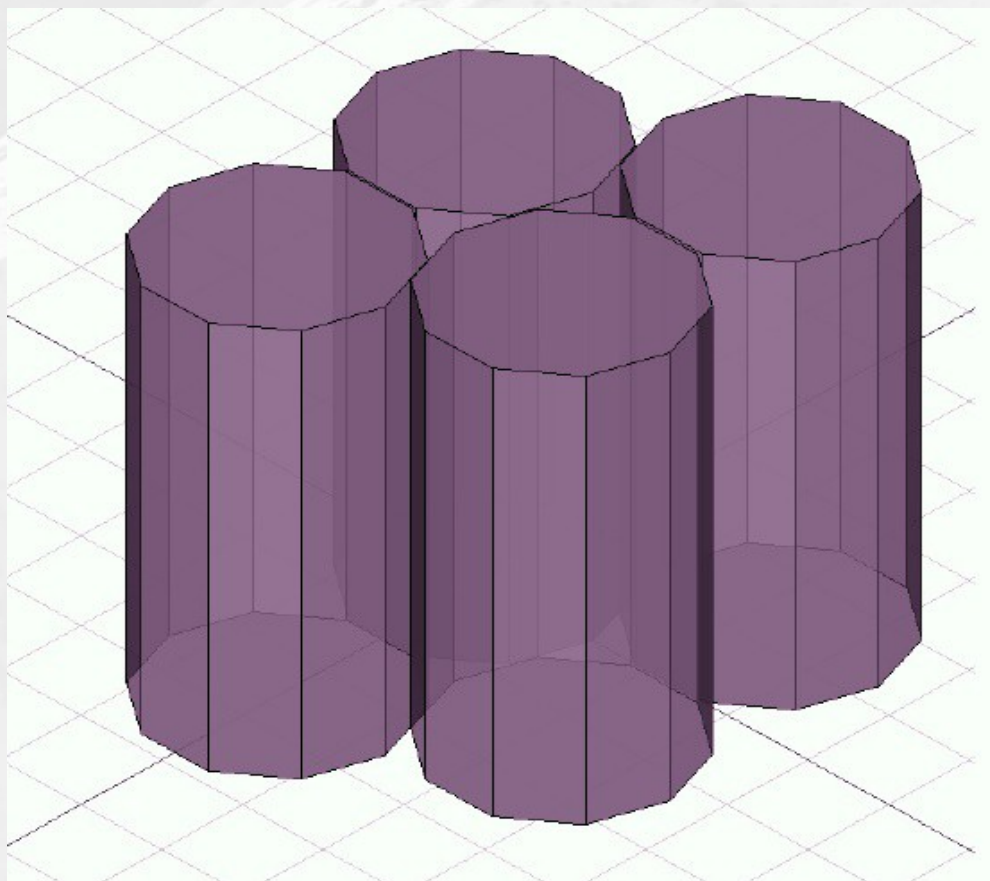
# Перспективы измерений



# Перспективы исследования нейтронами

Динамика решётки, структура  
Магнитные свойства

Объекты декагональной фазы позволяют составить ориентированную сборку с большой площадью аperiодической плоскости.



# Благодарю за внимание

Клюева Мария (НИТУ МИСиС) 23sh82vd@gmail.com

