



# Эшелонирование ступеней на поверхности GaAs(111)A при ленгмюровском испарении

АПН 2020

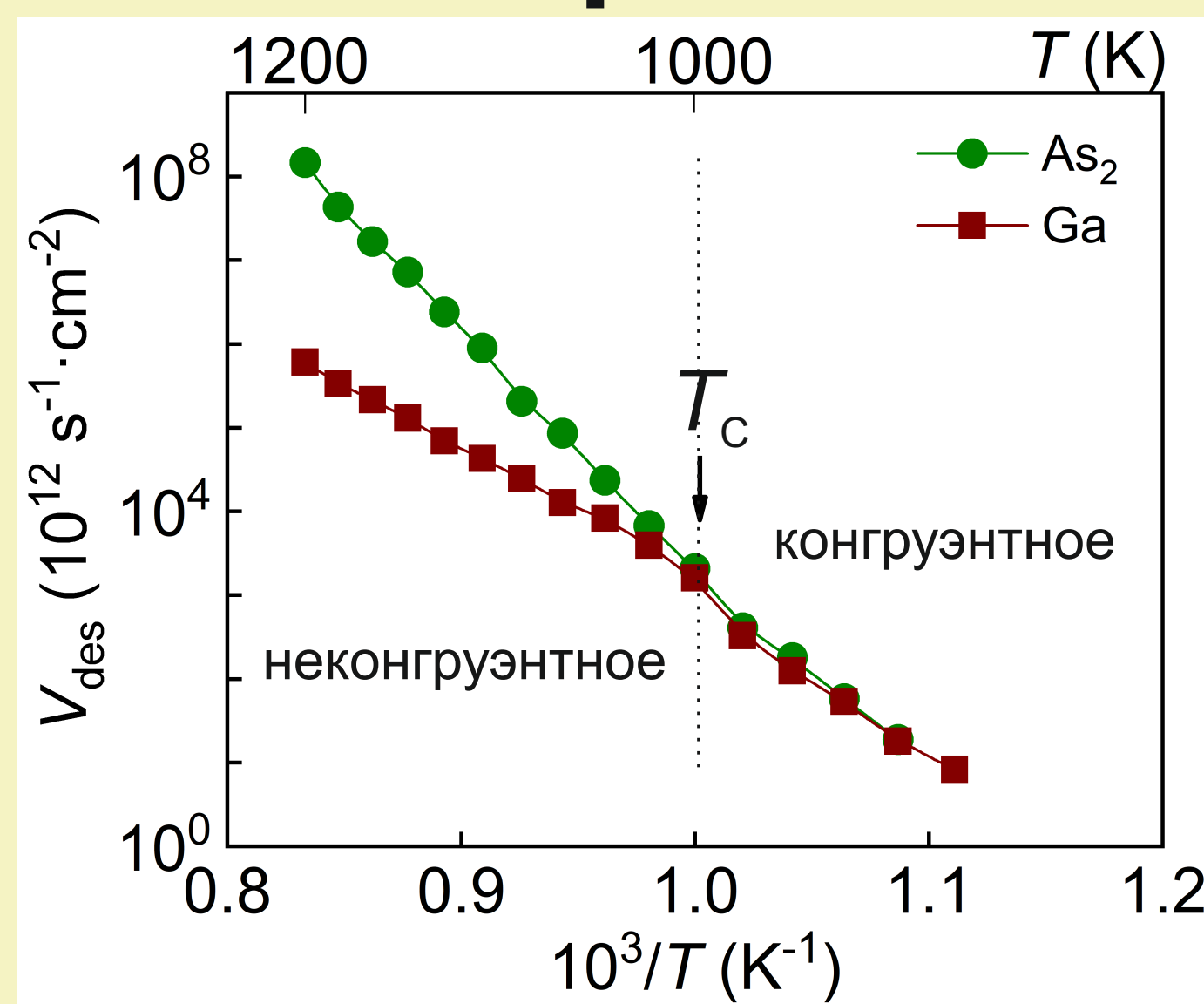
Спирина А.А.<sup>1</sup>, Шварц Н.Л.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ИФП СО РАН, <sup>2</sup> НГТУ

## Эшелоны ступеней

на Si: электромиграция атомов [1];  
на GaAs: при MOCVD [2];  
при отжигах в H<sub>2</sub> [3];  
при ленгмюровском испарении [4];

## Ленгмюровское испарение GaAs (испарение подложки в вакуум)



- $T_c$  - max температура конгруэнтного испарения
- Конгруэнтное испарение ( $T < T_c$ ) - послойное испарение,  $V_{DES}(Ga) = V_{DES}(As_2)$
- Неконгруэнтное испарение ( $T > T_c$ ) -  $V_{DES}(As_2) > V_{DES}(Ga)$ , формирование капель Ga

Как капли Ga влияют на эшелонирование ступеней?

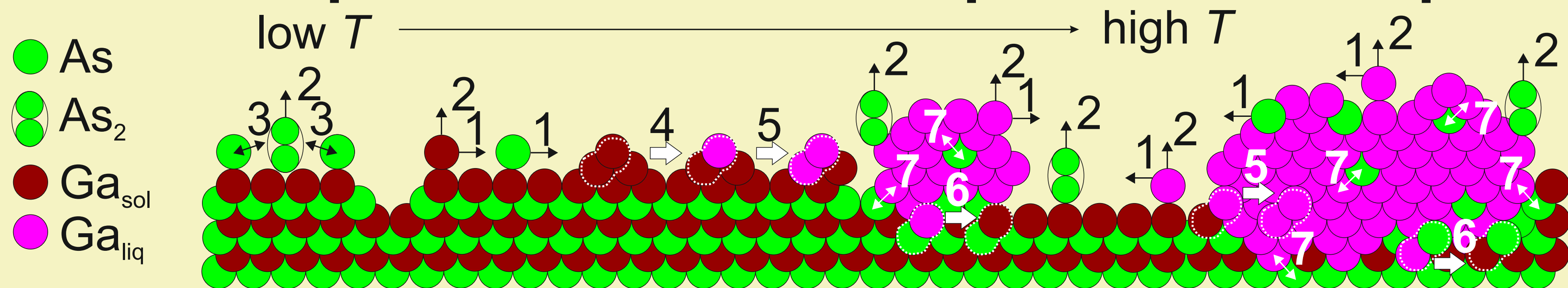
[1] A. V. Latyshev et al., Surf. Sci., 213, 157 (1989)

[3] K. Hata et al., Japanese J. Appl. Physics, 39, 4404 (2000)

[2] A. Chua et al., Appl. Phys. Lett., 92, 013117 (2008)

[4] J. Wu et al., PLoS One 6, 1 (2011)

## Монте-Карло модель ленгмюровского испарения

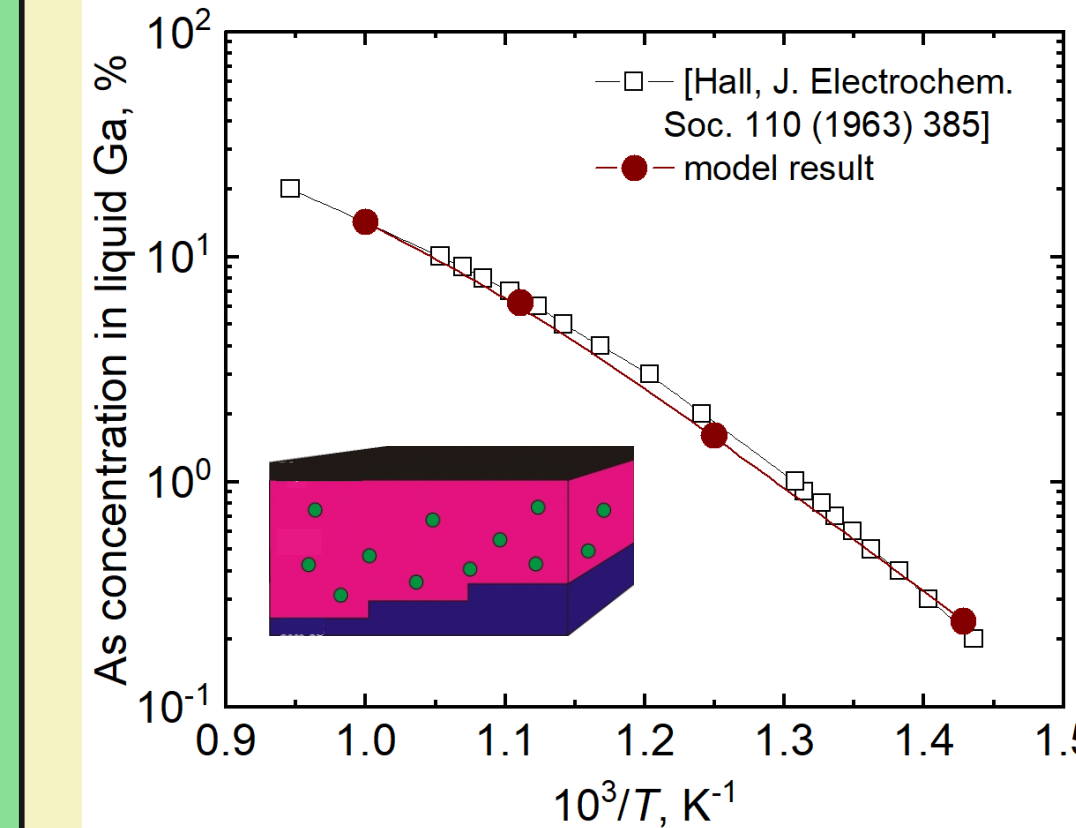


1 - диффузия As, Ga, As<sub>2</sub> 3 - образование и распад As<sub>2</sub> 6 - кристаллизация Ga  
2 - десорбция Ga, As<sub>2</sub> 4,5 - плавление Ga 7 - диффузия As в жидком Ga

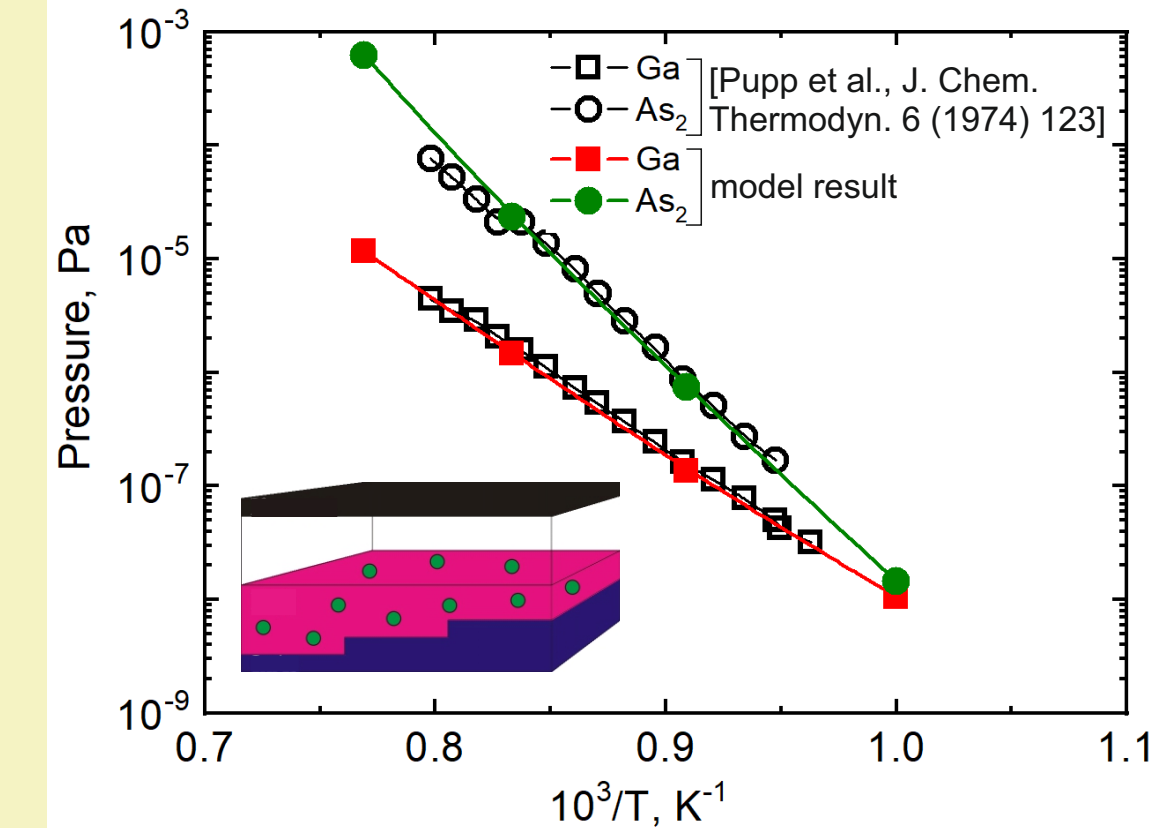
[A. Spirina, V. Alperovich, N. Shwartz, Appl. Surf. Sci. 540, 148281, 2021]

## Выбор параметров модели

Растворимость GaAs

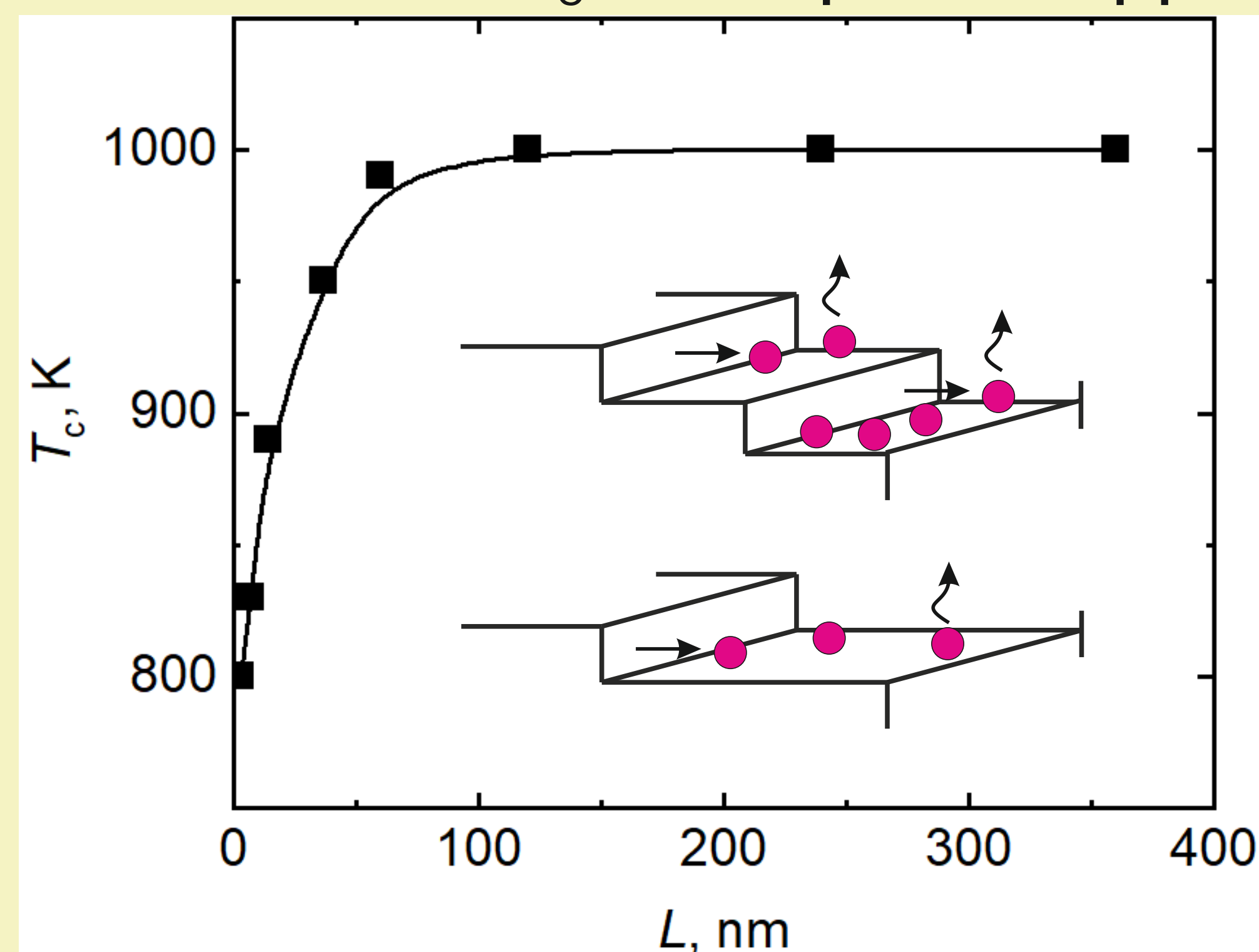


Давление паров GaAs



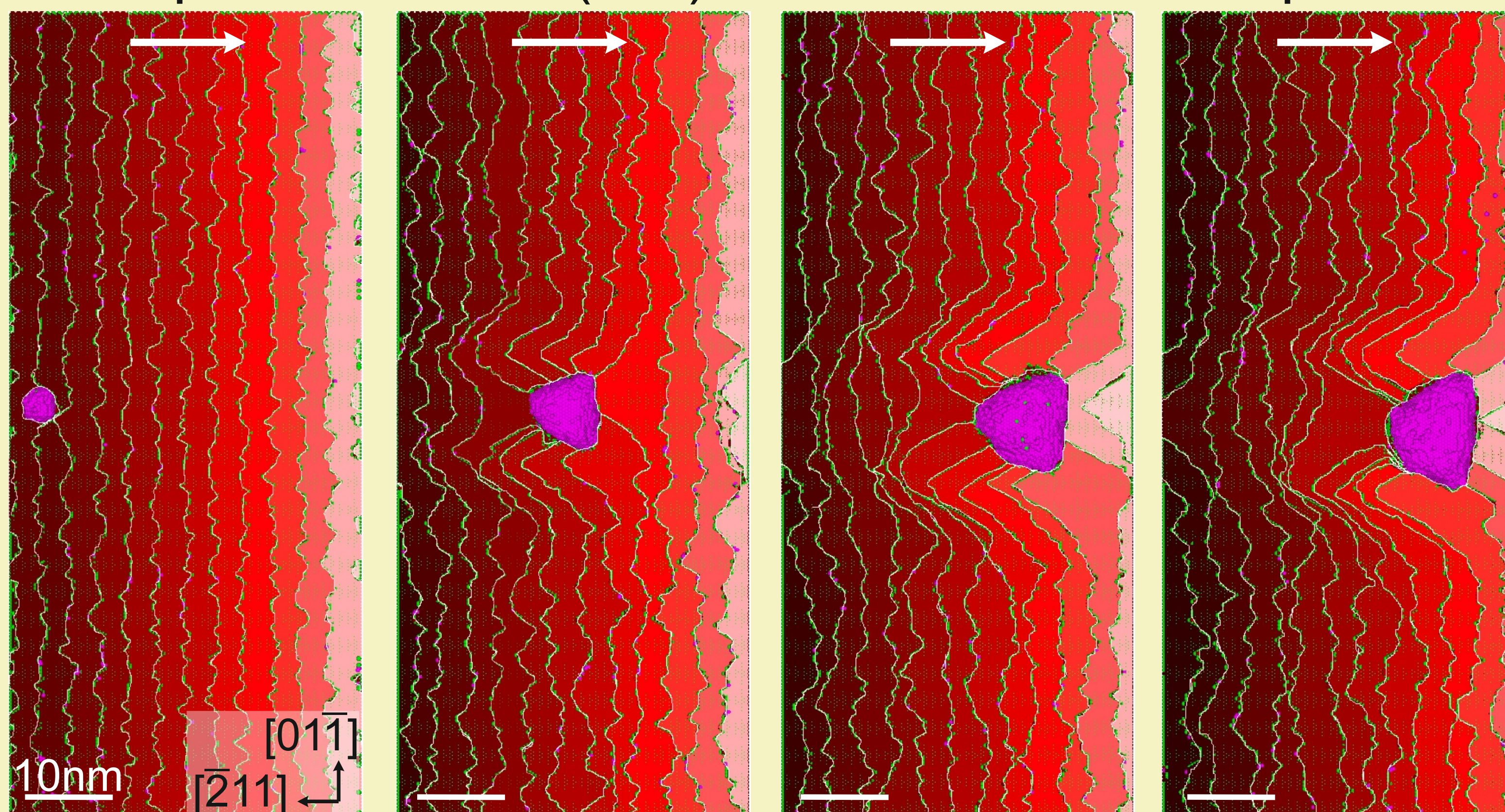
## РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Зависимость  $T_c$  от ширины террас



$T_c$  уменьшается на 200 K при уменьшении ширины террас с 120 до 3 nm (увеличении угла отклонения от 0.1° до 5.2°)

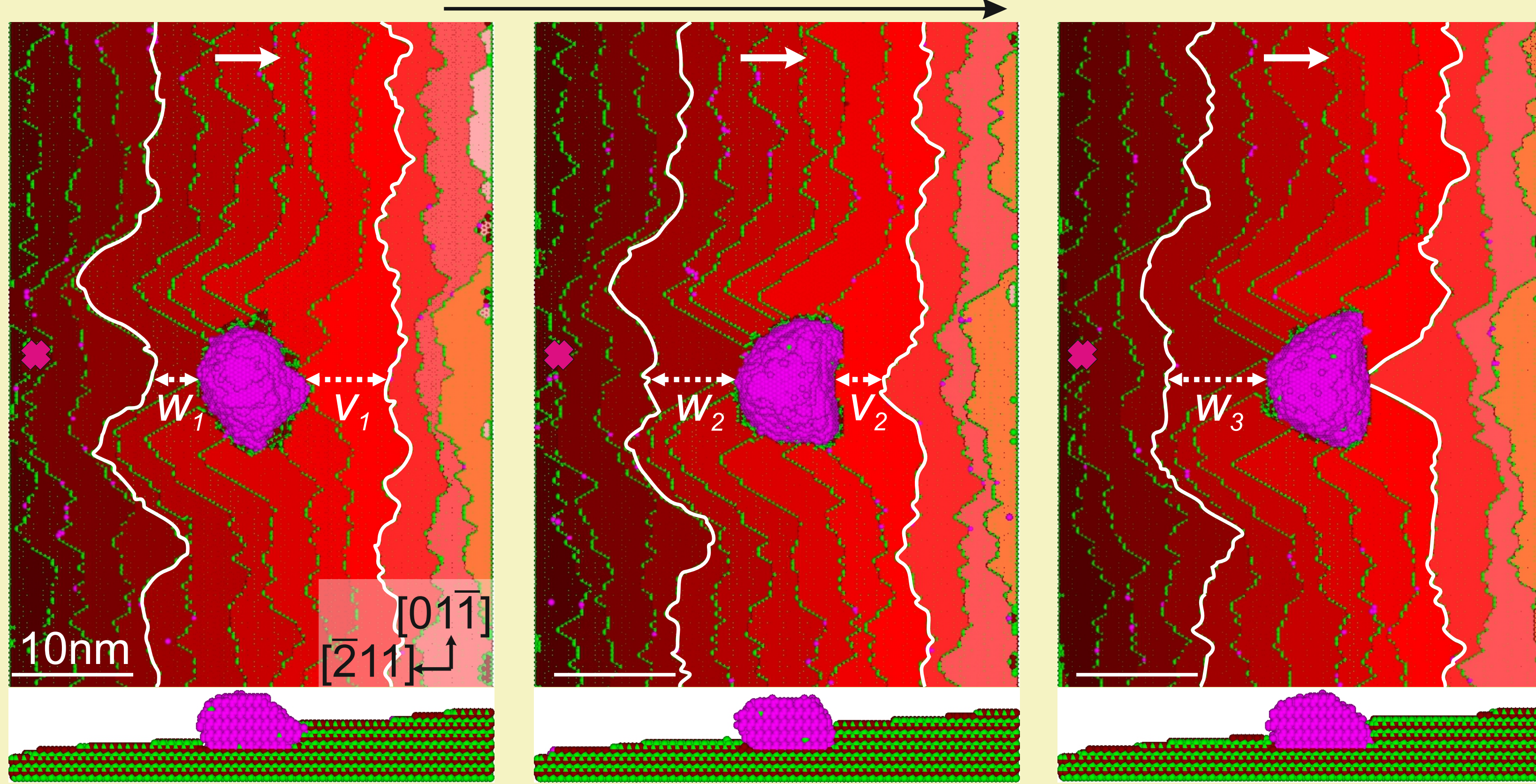
Поверхность GaAs(111)A-5° после отжига при 840 K



Капля движется быстрее ступеней

Локальное эшелонирование ступеней

time



Изменение направления движения ступеней вблизи капель в процессе отжига

$W_1 < W_2 < W_3$   
 $V_1 > V_2 > V_3 = 0$

## Заключение

При неконгруэнтном испарении на поверхности GaAs(111)A формируются капли галлия  
На поверхностях с большим углом отклонения температура конгруэнтного испарения заметно уменьшается

Капли влияют на форму ступеней

Наличие капель галлия на поверхности с большим углом отклонения приводит к изменению направления движения ступеней в процессе отжига

Капли галлия инициирует формирование локального эшелона ступеней

Поддержано РФФИ №19-31-90023