

## ТЕОРИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕЗОНАНСНО-ТУННЕЛЬНОМ ДИОДЕ

В.Ф. ЕЛЕСИН, А.Ю. СУКОЧЕВ, И.Ю. КАТЕЕВ, М.А. РЕМНЕВ

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
115409, г. Москва, Каширское шоссе, дом 31*

Проведено компьютерное моделирование переходных процессов в резонансно-туннельном диоде, происходящих при переключении напряжения смещения. Использована модель когерентного туннелирования с точными открытыми граничными условиями. Рассчитаны зависимости тока от времени и координаты для моноэнергетического распределения электронов и распределения Ферми.

Показано, что при переходном процессе в случае моноэнергетического распределения электронов происходят осцилляции тока, затухающие за времена порядка  $\hbar/\Gamma$  и имеющие период  $2\pi\hbar/\delta$  (где  $\Gamma$  – полуширина резонансного уровня и  $\delta$  – отстройка энергии электронов от энергии резонансного уровня в яме). Сравнение результатов численных расчетов разности токов на входе и выходе из квантовой ямы  $\Delta J$  с аналитическими для предельного случая высоких и узких барьеров ( $\hbar$  положено равным 1):

$$\Delta J = \frac{2\Gamma\Delta V}{(\delta^2 + \Gamma^2)} e^{-\Gamma t} \sin(\delta t)$$

показали совпадение с высокой точностью (см. рис. 1).

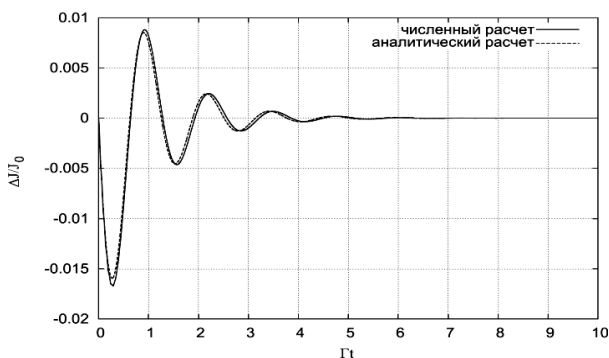


Рис. 1. График зависимости  $\Delta J(t)$  для численного и аналитического расчета для случаев  $\delta = -5 \Gamma$  и  $\Delta V = 0,1 \Gamma$

Для случая распределения Ферми показано, что в случае, когда энергия Ферми велика, осцилляций тока практически не наблюдается. В случае, когда энергия Ферми мала и резонансный уровень находится существенно выше, переходный процесс похож на переходный процесс для случая моноэнергетических электронов и переключения с большой отстройкой энергии электронов от энергии резонансного уровня, наблюдаются осцилляции (рис. 2).

Рис. 2. График зависимости среднего тока через структуру от времени для случая распределения Ферми с малой энергией Ферми и переключением вдали от пика ВАХ

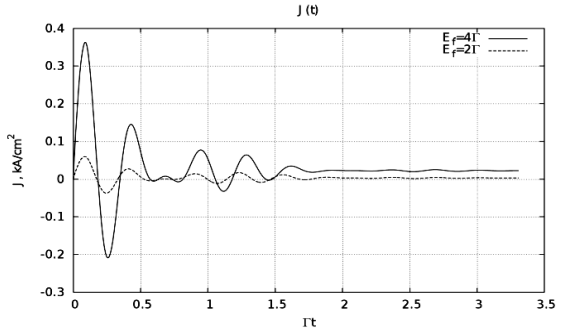
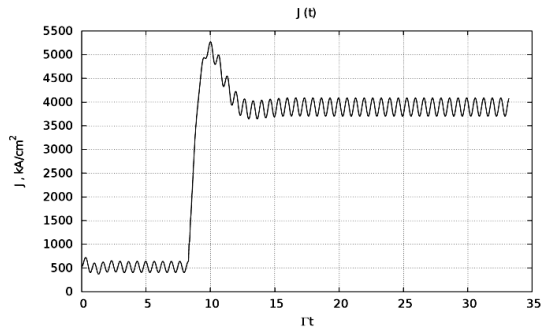


Рис. 3. График зависимости среднего тока через структуру от времени для случая переключения в присутствии переменного поля. Частота поля  $\nu = 10$  ТГц, амплитуда переменного поля  $V_{ac} = 0,001$  В



Также для случая моноэнергетических электронов исследовано переключение в присутствии переменного поля. Обнаружено, что переходный процесс в данном случае накладывается на колебания, обусловленные переменным полем. Также изменяется амплитуда и фаза вынужденных колебаний из-за изменения крутизны наклона ВАХ (см. рис. 3).