



МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ GaAs МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

Дипломная работа студентки 5-го курса
Лаппо Евгении Васильевны

Научный руководитель:
Борздов Владимир Михайлович,
профессор кафедры физической электроники и
нанотехнологий



Структура

- Цели и задачи
- Механизмы рассеяния носителей заряда
- Алгоритм Монте-Карло
- Результаты эксперимента
- Выводы





Цель работы:

разработать численную модель переноса электронов в GaAs на основе одночастичного метода Монте-Карло и рассчитать дрейфовую скорость и подвижность при температурах 300 К и 77 К, а также оценить время установления их стационарного значения.

Задачи:

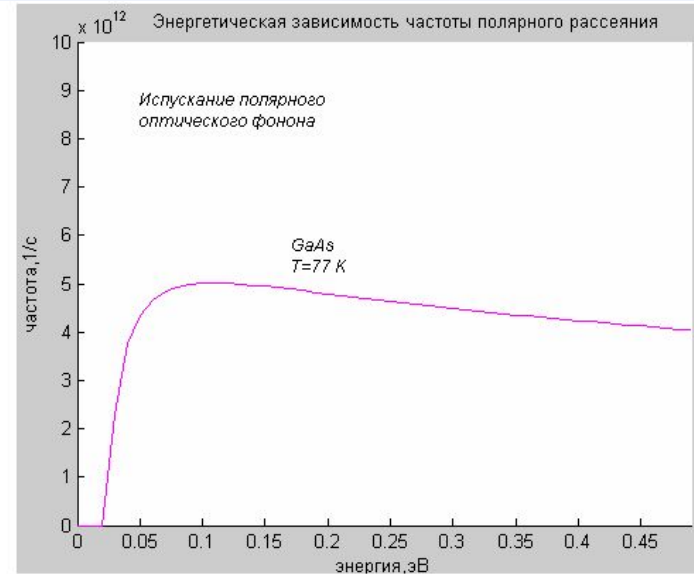
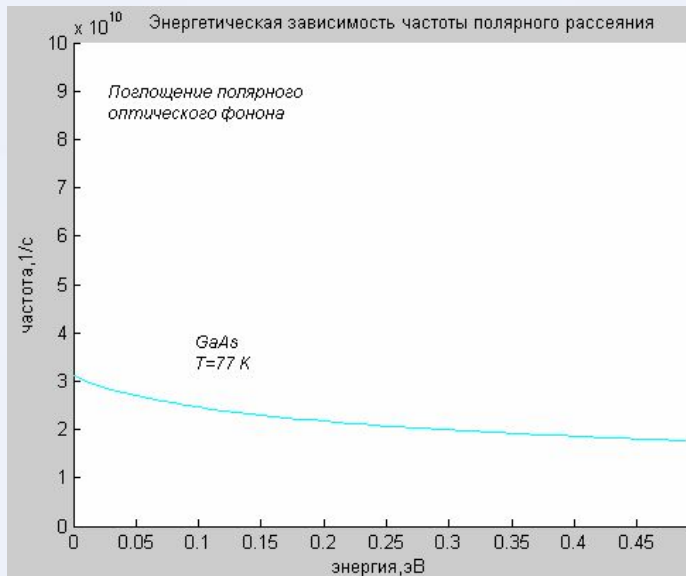
- сделан обзор литературы;
- на основе одночастичного метода Монте-Карло построена численная модель переноса электронов в GaAs;
- разработаны соответствующий алгоритм и программа ;
- проведен вычислительный эксперимент при различных температурах и напряженностях.





Полярное оптическое рассеяние

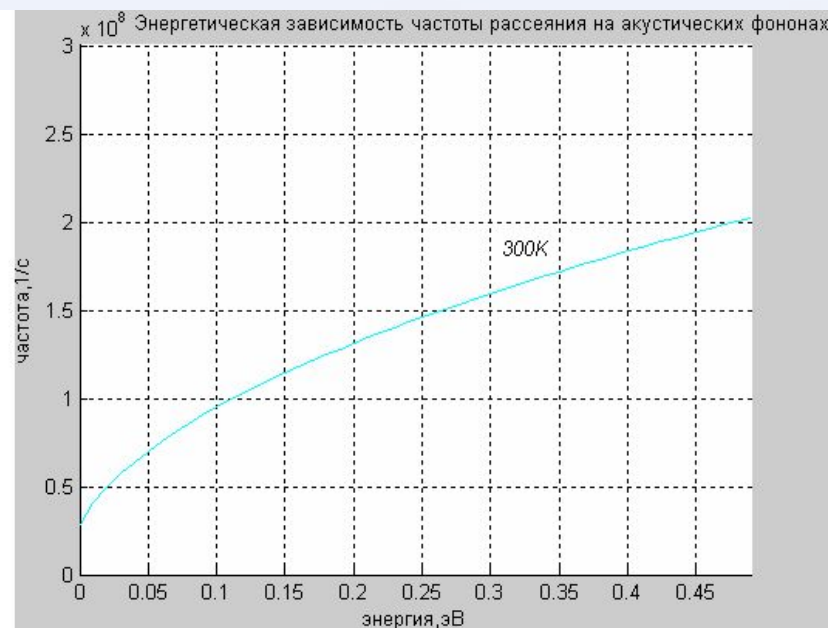
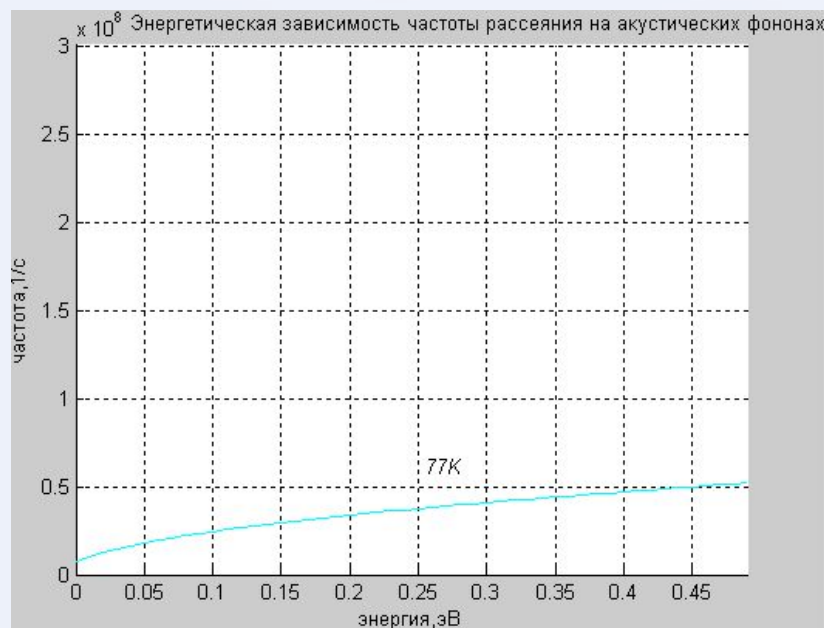
$$\lambda_0(\varepsilon) = 5,61 \cdot 10^{15} \left(\frac{m}{m_e} \right)^{1/2} \varepsilon_0 \left(\frac{1}{e_\infty} - \frac{1}{e_0} \right) \frac{1 + 2\alpha\varepsilon'}{\gamma^{1/2}(\varepsilon)} F_{op}(\varepsilon, \varepsilon') \times \begin{cases} N_0 \\ N_0 + 1 \end{cases}$$





Рассеяние на акустических фононах

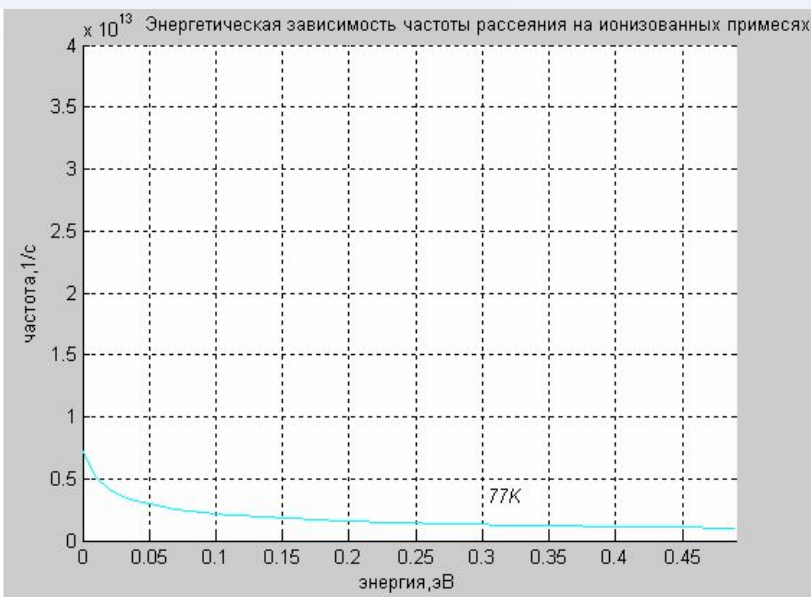
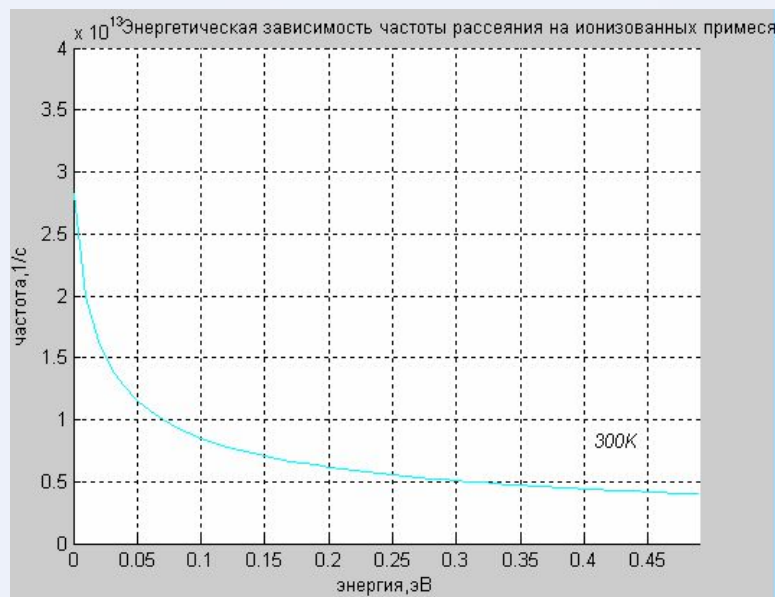
$$\lambda_a(k) = \frac{0,449 \cdot 10^{18} (m/m_e) T \varepsilon_1^2}{\rho v^2} \gamma^{1/2}(\varepsilon) (1 + 2\alpha\varepsilon) F_a(\varepsilon) (c^{-1}),$$





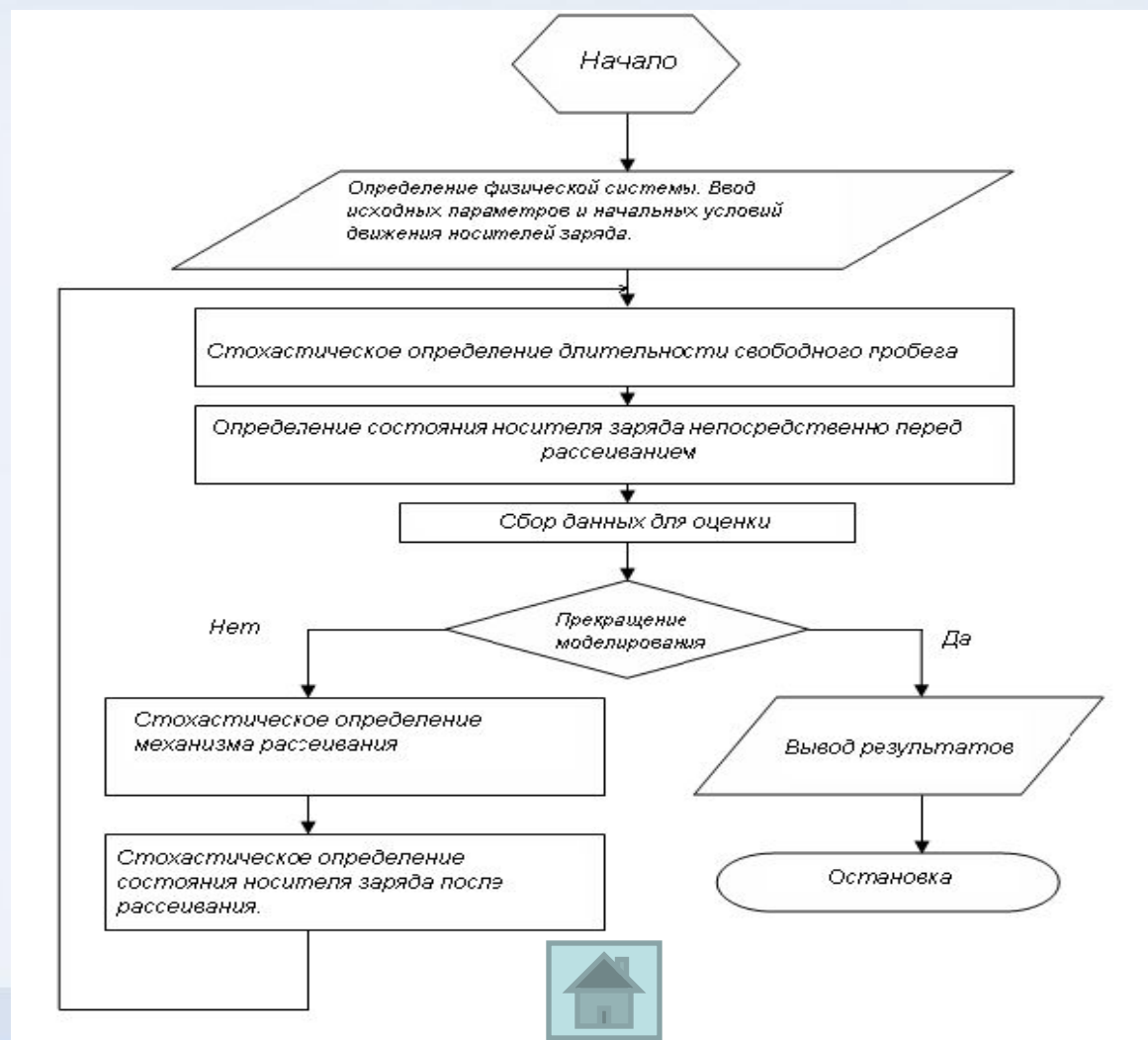
Рассеяние на примесях

$$\lambda_i(k) = 4,84 \cdot 10^{11} \left(\frac{m}{m_e} \right)^{1/2} \frac{T}{\xi_0} \frac{1 + 2\alpha\varepsilon}{[\varepsilon(1 + \alpha\varepsilon)]^{1/2}} (c^{-1}),$$



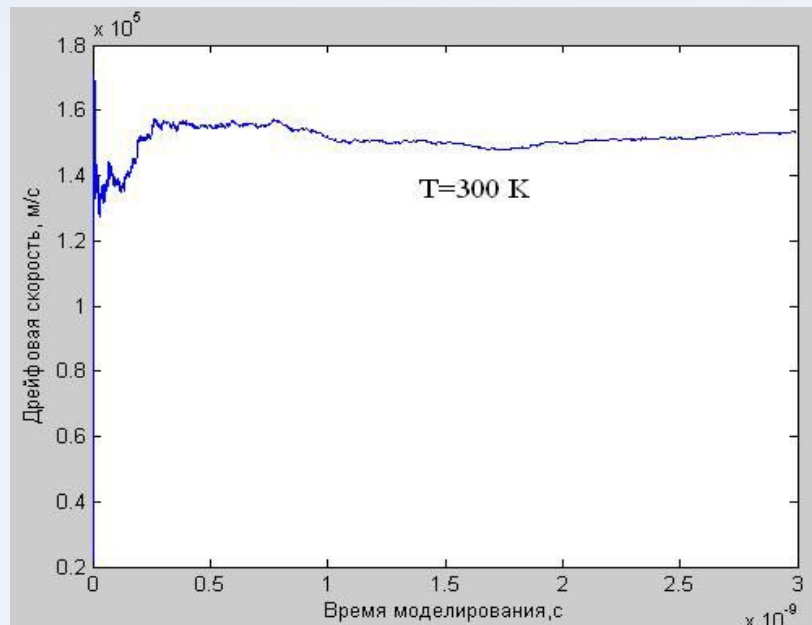


Блок-схема алгоритма

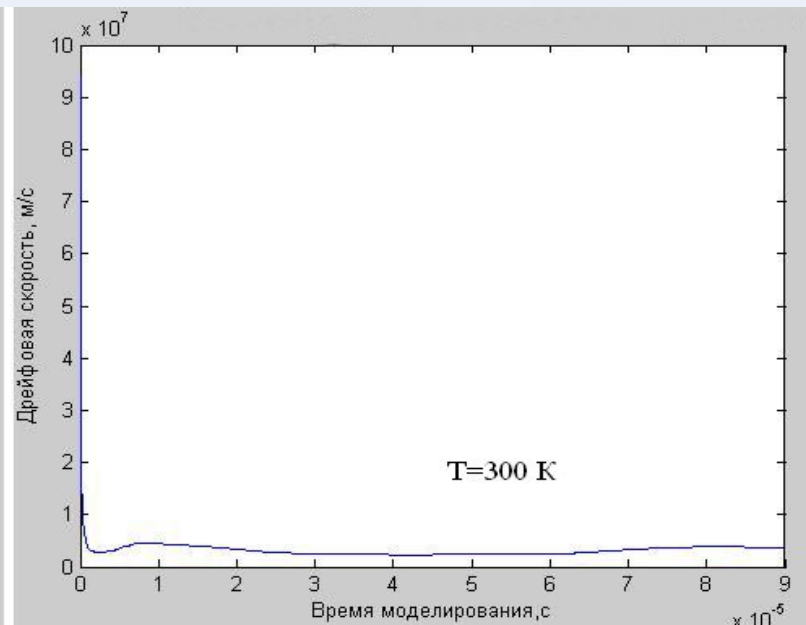




Расчет дрейфовой скорости



Все механизмы рассеяния

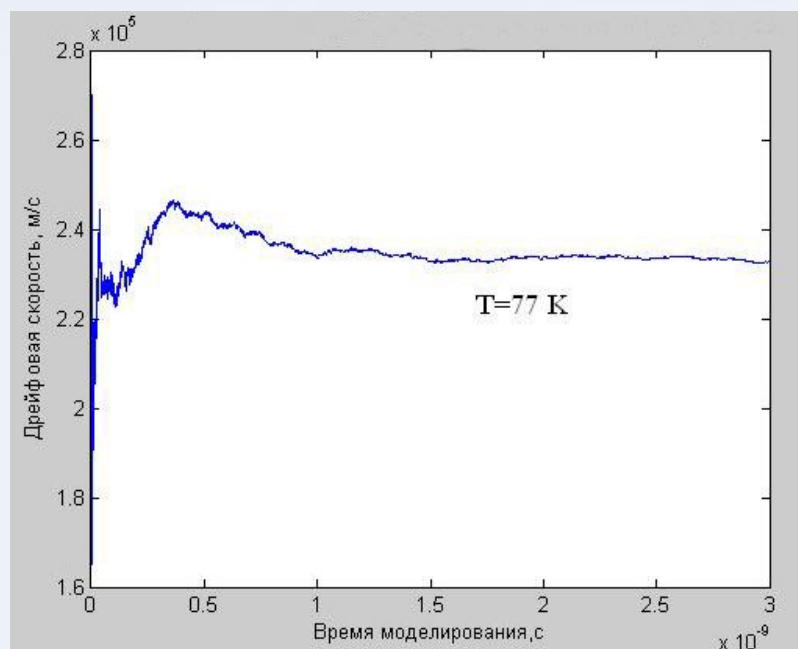


Без рассеяния на полярных
оптических фононах

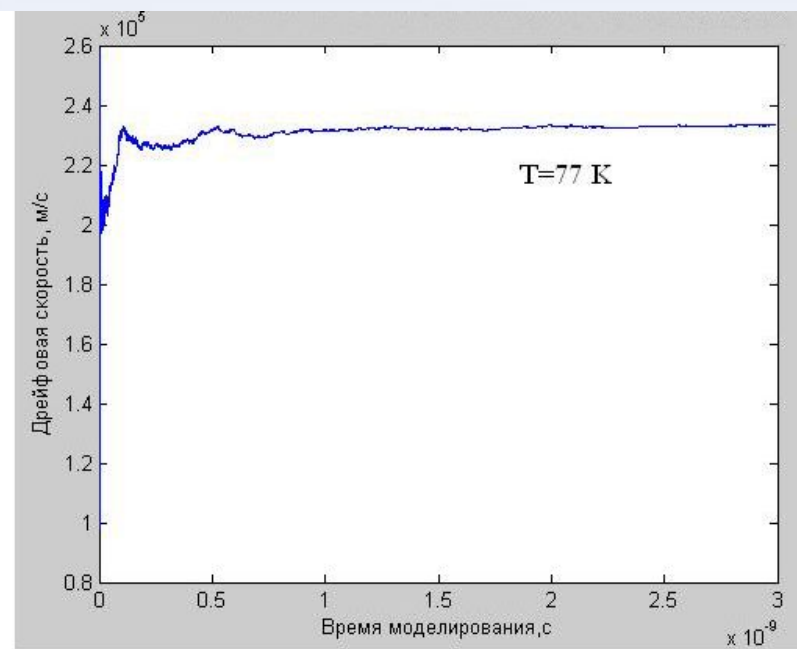




Расчет дрейфовой скорости



Все механизмы рассеяния



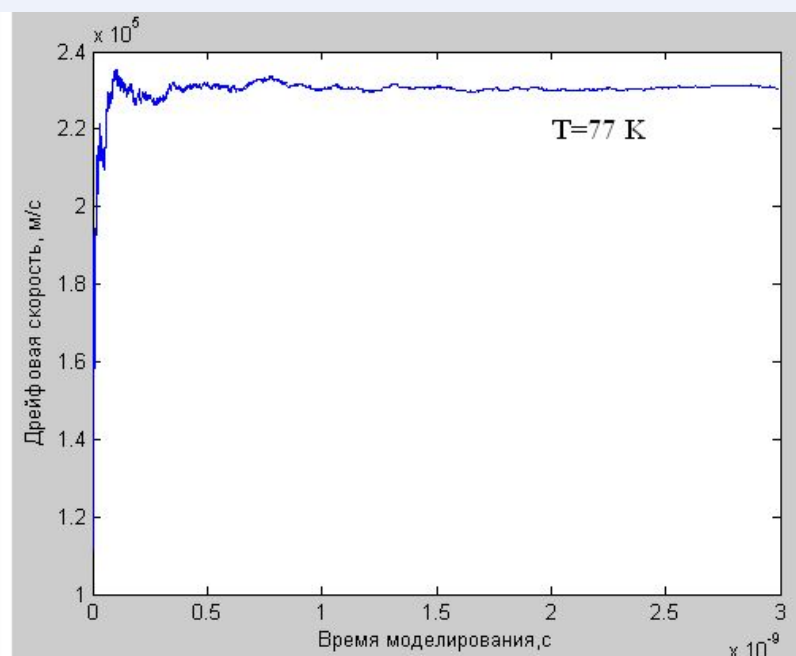
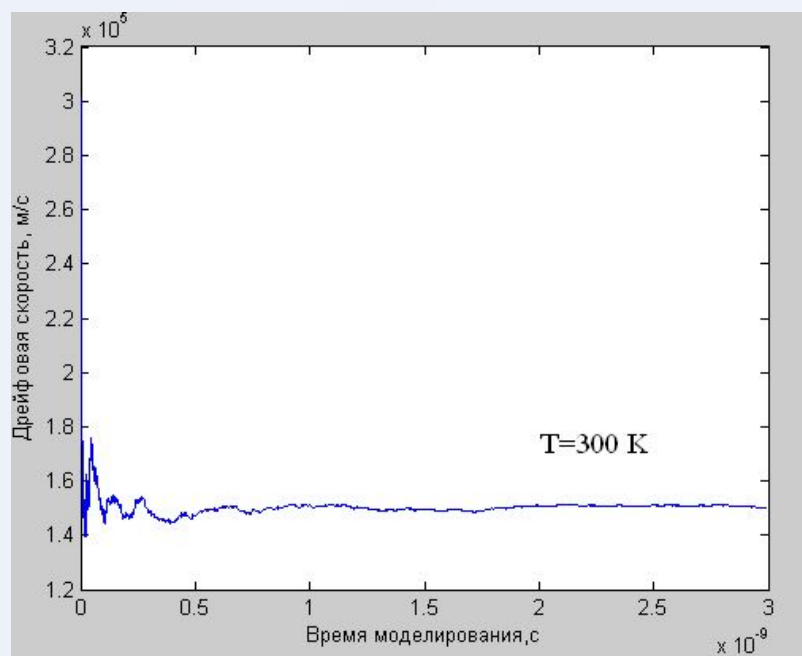
Без рассеяния на акустических
фононах





Расчет дрейфовой скорости

- $E = 1.5 \cdot 10^5$ В/м





Выводы:

- построена численная модель переноса электронов в GaAs;
- разработаны соответствующий алгоритм и программа;
- показана адекватность разработанной модели;
- рассчитаны дрейфовая скорость и подвижность для разных температур и напряженностей поля;
- установлено, что без учета рассеяния на полярных оптических фононах значительно меняются величина и время установления стационарного значения дрейфовой скорости, в то же время, если не учесть рассеяния на акустических фононах, то значение дрейфовой скорости практически не меняется;
- показано, что при $T=77\text{K}$ и $E=1.5 \cdot 10^5 \text{ В/м}$ стационарное значение дрейфовой скорости устанавливается при числе соударений ~ 7000 ,
а при $E=1.5 \cdot 10^3 \text{ В/м}$ и $T=77\text{K}$ при числе соударений ~ 15000 .





Спасибо за внимание!