

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шевченко Глеба Михайловича на тему «Повышение качества моделирования РЭА за счет использования эквивалентной схемы полупроводникового диода с неквазистатическими эффектами прямого и обратного восстановления», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

Диссертационная работа Шевченко Г. М. посвящена вопросам повышения качества моделирования динамических процессов и характеристик полупроводниковых диодов за счет более точного описания их. Поскольку диоды являются широко используемым элементом высокочастотных и импульсных схем в электронике, а вопросы учета неквазистатических эффектов в диоде проработаны в литературе недостаточно, то тема диссертации является, безусловно, актуальной.

Автором диссертации разработана улучшенная, по сравнению со стандартной схемной моделью диода, эквивалентная схема полупроводникового диода с учетом неквазистатических эффектов в диоде для режимов прямого и обратного восстановления.

Более точная компактная модель диода, разработанная в данной работе, даст возможность более точного моделирования динамических характеристик перспективных схем высокой частотной и импульсной электроники.

Автореферат дает представление о проделанной Шевченко Г. М. работе, содержит все ключевые выводы, сделанные в ходе исследования.

Положения, которые автор выносит на защиту, обладают, несомненно, теоретической и практической значимостью.

Как следует из автореферата, к наиболее существенным научным результатам, обладающим научной новизной и полученным лично соискателем, можно отнести:

1. Предложена неквазистатическая модель для описания переходных процессов в прямосмещенном диоде в виде эквивалентной схемы, с учетом зависимости последовательного сопротивления диода от прямого тока, что позволило получить существенно меньшую погрешность моделирования переходных процессов в диоде по сравнению с квазистатической модели.

2. Предложена неквазистатическая эквивалентная схема диода, учитывающая зависимость времени жизни неравновесных носителей заряда от прямого тока при высоком уровне инжекции, позволяющая с меньшей погрешностью описывать фактическое поведение р-п-перехода в прямом и обратном смещении.

3. Предложена и верифицирована неквазистатическая модель диода в виде разработанной эквивалентной схемы, что позволило получить существенно меньшую погрешность схемного моделирования динамических характеристик набора радиоэлектронных устройств по сравнению со стандартной квазистатической моделью.

Достоверность результатов, полученных автором, обеспечивается верификацией разработанных формул и моделей по результатам измерений динамических характеристик диодов на специальном стенде.

Основные теоретические положения, сформулированные в работе, доложены Шевченко Г. М. на международных, всероссийских и региональных научных конференциях.

По мере прочтения автореферата возникли следующие вопросы и замечания:

1. На стр.13 и 15 приведены расчетные и экспериментальные кривые последовательного сопротивления и прямого напряжения диода во времени.

На стр. 16 сказано, что «Использование формулы (5) позволит без затруднений реализовать модель р-п-перехода в современных САПР в виде соответствующей эквивалентной схемы.....На рисунке продемонстрировано сравнение

жизни неравновесных носителей заряда от прямого тока р-n-перехода.», но в тексте автореферата не сказано, как были получены смоделированные характеристики для неквазистатической и квазистатической моделей, какая конкретно квазистатическая (стандартная) модель была использована для сравнения с неквазистатической, какая САПР использовалась и т.д.

2. В 3 и 4 главах приведены достаточно сложные аппроксимационные зависимости для предложенной модели. При этом в автореферате нет информации о том, как предложенные модель и выражения работают в реальном схемном симуляторе, для которого предназначается разработанная модель.

3. Особенности экстракции параметров предложенной модели из результатов измерений в автореферате описаны недостаточно, а от процесса экстракции параметров существенно зависит точность моделирования, обеспечиваемая моделью.

Следует отметить, что указанные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы.

В целом, из автореферата следует, что по своей научной ценности и практической значимости диссертация удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения», а её автор, Шевченко Глеб Михайлович, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Кандидат технических наук, доцент,  
профессор МИЭМ НИУ ВШЭ,

Харитонов И.А.

Адрес: 123458, Москва, Таллинская ул., д. 34.

Тел.: +7 (495) 772-9590 доб. 15224

E-mail: ikharitonov@hse.ru

Подпись к.т.н., Харитонова И.А. заверяю

«21» ноября 2022 г.

Подпись заверяю

Сидяшина по

Элеф Нрод И.А.

персоналу

