

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ

А.С. Чугунов, 4 курс

Научный руководитель – С.В. Чугунов, старший преподаватель

Брестский государственный технический университет

Научный руководитель – Э.В. Чугунова, учитель физики

Государственное учреждение образования «Гимназия №4 г. Бреста»

Современный образовательный процесс в вузе не всегда качественно осуществляет инжиниринг будущих специалистов. С развитием современных компьютерных технологий и программных продуктов, позволяющих относительно легко и быстро создавать различные модели устройств, элементов, структур, узлов и т.д., остро стоит вопрос о внедрении в образовательный процесс инновационных наукоемких программ.

Студенты ВУЗов старших курсов обладают достаточными умениями и навыками для работы с узконаправленными (специализированными) программными продуктами, благодаря которым можно осуществлять моделирование математических, физических, технологических и других процессов.

Создавать новые модели и изучать их основные преимущества перед уже существующими образцами, предлагать различные решения по усовершенствованию основных характеристик созданных моделей, оптимизировать такие устройства – основная задача современных программных продуктов такого типа [1].

Среди учебных дисциплин физика – один из наиболее поддающихся компьютеризации предмет. Физика как наука является благоприятной средой для применения различных программных продуктов, ориентированных на математическое моделирование.

В БрГТУ на кафедре физики преподавателями и студентами ведется ряд научно-исследовательских работ, в которых при моделировании различных физических процессов используются программные продукты, такие как FETIS, Comsol, Mathematica и др.

Программное обеспечение FETIS™ имеет узкую направленность и разработано только для моделирования полевых транзисторов с высокой электронной подвижностью на основе нитрида III группы (HEMT). Оно включает в себя 1D симулятор зонной диаграммы и распределение потенциала по гетероструктуре устройства и графическую оболочку, обеспечивающую удобную работу с кодом и визуализацию результатов моделирования. В FETIS™ имеются как квазиклассическое, так и точное квантово-механическое рассмотрение удержания несущей в структуре HEMT, основанной на самосогласованном решении уравнений Пуассона и Шредингера. Этот код позволяет предсказать такие важные характеристики и параметры HEMT, как профиль концентрации носителей, концентрация носителей листа, число и энергетическое положение двумерных подзон электронов и дырок и т. д., а также их изменение при смещении затвора.

COMSOL Multiphysics - это мощная интерактивная среда для моделирования и расчетов большинства научных и инженерных задач основанных на дифференциальных уравнениях в частных производных (PDE) методом конечных элементов [2]. С этим программным пакетом можно расширять стандартные модели использующие одно дифференциальное уравнение (прикладной режим) в мультифизические модели для расчета связанных между собой физических явлений. Расчет не требует глубокого знания математической физики и метода конечных элементов. Это возможно благодаря встроенным физическим режимам, где коэффициенты PDE задаются в виде понятных физических свойств и условий, таких как: теплопроводность, теплоемкость, коэффициент теплоотдачи, объемная мощность и т.п. в зависимости от выбранного физического раздела. Преобразование этих параметров в коэффициенты математических уравнений происходит автоматически. Взаимодействие с программой возможно стандартным способом – через графический интерфейс пользователя (GUI), либо программированием с помощью скриптов на языке COMSOL Script или языке MATLAB.

Программа основана на системе дифференциальных уравнений в частных производных. Существует три математических способа задания таких систем:

- коэффициентная форма, предназначенная для линейных и близких к линейным моделей;
- генеральная форма, для нелинейных моделей;
- слабая форма (Weak form), для моделей с PDE на границах, ребрах или для моделей использующих условия со смешанными и производными по времени.

Используя эти способы, можно изменять типы анализа, включая:

- стационарный и переходный анализ;
- линейный и нелинейный анализ;
- модальный анализ и анализ собственных частот.

Для решения PDE, COMSOL Multiphysics использует метод конечных элементов (FEM). Программное обеспечение запускает конечноэлементный анализ вместе с сеткой учитывающей геометрическую конфигурацию тел и контролем ошибок с использованием разнообразных численных решателей. Так как многие физические законы выражаются в форме PDE, становится возможным моделировать широкий спектр научных и инженерных явлений из многих областей физики таких как: акустика, химические реакции, диффузия, электромагнетизм, гидродинамика, фильтрация, тепломассоперенос, оптика, квантовая механика, полупроводниковые устройства, сопломат и многих других.

Благодаря организации научно-исследовательской работы, проводимой на кафедре физики, у студентов БрГТУ есть возможность изучать и использовать современные программные продукты при моделировании различных физических процессов. Они успешно используют полученные знания при создании моделей транзисторов и фотоприемников на основе гетеропереходов, способны исследовать их основные характеристики, предлагать способы повышения эффективности этих устройств по требуемым характеристикам, решать задачи по оптимизации этих устройств.

Участвуя в работе научно-исследовательского коллектива кафедры физики, студенты принимают активное участие в работе конференций, проводимых по теме исследований, и участвуют в различных студенческих научных конкурсах.

Результаты научно-исследовательской работы студентов активно внедряются в учебный процесс. Так результаты НИР «Фотоприемные устройства ультрафиолетового излучения на основе AlGaN *p-i-n*-диодов» включены в содержание учебной дисциплины «Физические основы электронной техники» для специальности «Промышленная электроника». Это дает возможность студентам более глубоко изучать физические принципы работы электронных устройств и следить за передовыми достижениями в области создания электронного оборудования.

На наш взгляд, активное внедрение современных программных продуктов, таких как Comsol, FETIS, Mathcad, Mathematica, Matlab и др. в процесс обучения позволит повысить уровень профессиональных компетенций студентов, способствует более глубокому пониманию процессов, происходящих в различных сферах науки, производства, экономики, делает их грамотными специалистами, владеющими глубокими знаниями и умениями для решения разнообразных производственных задач.

Список использованных источников

1. Чугунов, С.В. Применение компьютерного моделирования на факультативных и стимулирующих занятиях по физике / С.В. Чугунов, Э.В. Чугунова // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Физико-математическое образование: цели, достижения и перспективы», Минск. – 2017. – С. 182-183.

2. Егоров, В.И. Применение ЭВМ для решения задач теплопроводности: учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. – 77 с.