

**Е. А. Рындин**

**Использование среды программирования Matlab для обучения студентов технических направлений подготовки основам создания программного обеспечения модулей численного моделирования специализированных систем автоматизированного проектирования интегральных схем**

---

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»  
им. В.И. Ульянова (Ленина), г. Санкт-Петербург, Россия*

*Аннотация.* Рассматривается подход к обучению студентов вузов технических направлений подготовки основам создания программного обеспечения численного моделирования полупроводниковых структур для специализированных систем автоматизированного проектирования современных интегральных схем в среде программирования Matlab. Эффективность предложенного подхода обоснована с учетом особенностей программы подготовки студентов, целей и задач обучения, производственных потребностей, а также особенностей использования системы инженерных расчетов Matlab как среды программирования.

**Ключевые слова:** системы автоматизированного проектирования интегральных схем; программное обеспечение; численное моделирование полупроводниковых структур; Matlab

В настоящее время ускоренные темпы научно-технического прогресса не только открывают новые возможности и перспективы повышения уровня жизни общества, но и требуют внесения соответствующих кардинальных изменений в принципы организации практически всех видов деятельности современного человека. И, безусловно, одной из важнейших сфер, претерпевающих в

связи с этим значительные изменения, является сфера профессионального, в частности, вузовского образования.

В основе данных изменений лежит, прежде всего, смена образовательной парадигмы, выражающаяся в переходе от знание-ориентированного подхода к компетентностно-ориентированному [1]. Знание-ориентированный подход был направлен, прежде всего, на накопление знаний. При этом выпускники вузов зачастую становились специалистами, способными решать конкретные проектные и производственные задачи, только в процессе работы на предприятиях.

Недостаточная эффективность такого подхода в современных условиях привела к разработке и внедрению в профессиональное образование компетентностно-ориентированного подхода, предполагающего тесную связь теоретической подготовки с решением реальных практических задач, определяемых изменяющимися потребностями рынка [1].

В данной работе рассмотрено применение компетентностно-ориентированного подхода для обучения студентов направления подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» основам создания программного обеспечения численного моделирования полупроводниковых структур для специализированных систем автоматизированного проектирования (САПР) современных интегральных схем (ИС) в среде программирования Matlab.

Эффективность применения компетентностно-ориентированного подхода в значительной степени связана с учетом следующих основных факторов: особенностей программы направления подготовки студентов, целей и задач обучения, потребностей производственных предприятий, а также особенностей выбранного инструментария для получения требуемых компетенций.

Особенностью направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» является упор на конструкторско-технологическую подготовку студентов и ориентация на решение проектных задач в области микро- и наноэлектроники. При этом одной из важных целей является приобретение не только навыков использования средств САПР, имеющихся на рынке для проектирования современных интегральных схем, но и навыков создания собственных узкоспециализированных программных средств САПР, в частности, программных средств численного физико-топологического моделирования полупроводниковых структур. Как показывает опыт, данные навыки обеспечивают значительно более глубокое понимание обучающимися принципов функционирования интегральных полупроводниковых структур, технологических аспектов их реализации, стимулируют развитие индивидуальных творческих способностей при создании собственного программного инструментария численного моделирования. Кроме этого, в процессе разработки и отладки программных средств САПР студенты практически используют приобретенные ранее знания в области математической физики и численных методов, что способствует их надежному усвоению.

Важным моментом является мотивация студентов к приобретению данных компетенций, основанная на практической демонстрации преподавателем создания узкоспециализированных программных средств решения конкретных проектных задач, как эффективной (более быстрой в создании, удобной в использовании и значительно менее дорогостоящей) альтернативы современным универсальным САПР сквозного проектирования. В результате у студентов появляется желание приобрести данные навыки и применить их в будущей научной и/или производственной деятельности.

Следующим важным аспектом является выбор эффективного инструментария (среды программирования) для реализации рассматриваемого подхода. В данном случае при разработке рабочей программы курса было учтено, что программа подготовки студентов направления 11.03.04 существенно отличается от программ подготовки прикладных математиков и программистов. В условиях ограниченного временного ресурса необходимо выбрать среду программирования, требующую минимального времени на практическое освоение и имеющую необходимый набор библиотечных функций для создания удобного интерфейса разрабатываемого программного обеспечения и графического вывода результатов численного моделирования. Всем перечисленным требованиям удовлетворяет широко используемая во всем мире система инженерных расчетов Matlab [2]. При этом

программа курса не предусматривает детального изучения и использования многочисленных приложений Matlab, таких, например, как Simulink, PDEtool и других, а использует Matlab лишь как максимально удобную и эффективную среду программирования [3].

Учет перечисленных выше особенностей рассмотренного подхода позволяет студентам в течение семестра под руководством преподавателя самостоятельно создать программные средства решения линейных систем на примере численного моделирования процессов теплопередачи в полупроводниковых структурах с использованием прямых методов решения систем линейных алгебраических уравнений, явной и неявной схем, а также программные средства решения нелинейных систем на примере численного решения фундаментальной системы уравнений полупроводника в диффузионно-дрейфовом приближении с использованием двух различных методов (итерационной схемы Гуммеля и метода Ньютона-Рафсона), провести сравнительный анализ использованных методов численного моделирования и пополнить свои портфолио эффективными программными средствами собственной разработки [3, 4].

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, грант FSEE-2020-0013.

#### **Список литературы:**

1. Амелькина М.С. Компетентностный подход: новый виток развития отечественного образования // Управление образованием: теория и практика, 2019. № 2(34). С. 47–59.
2. Мэтьюс Д.Г., Финк К.Д. Численные методы. Использование MATLAB. – 3-е издание / Пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2001. – 720 с.
3. Рындин Е.А. Методы решения задач математической физики. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2003. – 120 с.
4. Рындин Е.А., Куликова И.В., Лысенко И.Е. Методы математической физики. Электронное учебное пособие. – Таганрог, 2015. – 217 с.

E. A. Ryndin

Using the Matlab programming environment to teach technical students the basics of creating software for numerical modeling modules of specialized computer-aided design systems for integrated circuits

*Saint Petersburg Electrotechnical University, Russia*

*Abstract. An approach to training university students in technical areas in the basics of creating software for numerical modeling of semiconductor structures for specialized computer-aided design systems of modern integrated circuits in the Matlab programming environment is considered. The effectiveness of the proposed approach is justified taking into account the features of the student training program, the goals and objectives of training, production needs, as well as the features of using the Matlab engineering calculation system as a programming environment.*

**Keywords: computer-aided design systems for integrated circuits; software; numerical modeling of semiconductor structures; Matlab**