(cc) BY

Давлеткильдеев Федор Максимович
магистрант
Сазонова Ольга Дмитриевна
магистрант

ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет»
г. Иркутск, Иркутская область

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ЭЛЕКТРОНИКЕ В СПО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА БАЗЕ PYTHON И ARDUINO

Аннотация: *статья посвящена вопросам цифровой трансформации практической подготовки студентов организаций среднего профессионального образования (СПО) технического профиля. Рассматривается проблема морального и физического устаревания лабораторной базы при изучении курса электроники, а также сложности восприятия обучающимися абстрактных физических процессов. В качестве трендового решения предлагается внедрение гибридных программно-аппаратных комплексов на базе микроконтроллерной платформы Arduino и открытого программного обеспечения на языке Python. Описан функционал разработанного цифрового инструмента, позволяющего объединить автоматизированный съем параметров реального полупроводникового диода с синхронной компьютерной визуализацией кинетики p-n перехода. Показано, что применение подобных цифровых решений повышает учебную мотивацию, сокращает время на рутинные измерения и формирует у студентов устойчивые профессиональные компетенции.*

Ключевые слова: *цифровизация образования, лабораторный практикум, среднее профессиональное образование, электроника, Python, Arduino, визуализация данных, гибридное обучение.*

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Одним из ключевых векторов развития современного среднего профессионального образования (СПО) является цифровая трансформация образовательного пространства, направленная на подготовку конкурентоспособных кадров для высокотехнологичных отраслей экономики. Внедрение передовых цифровых инструментов особенно актуально для технических специальностей, где качество подготовки выпускников напрямую зависит от эффективности лабораторного практикума [1, с. 125]. При изучении раздела «Полупроводниковые приборы» в рамках дисциплин общетехнического и профессионального циклов («Электротехника», «Электроника», «Электронная техника») традиционные формы проведения занятий все чаще демонстрируют свою методическую и техническую ограниченность.

Современный контингент обучающихся в колледжах обладает так называемым цифровым типом мышления: студенты привыкли к высокой скорости подачи информации, интерактивности и наглядности. При этом их базовая школьная подготовка по физике зачастую не позволяет легко оперировать абстрактными категориями физики твердого тела. Попытки мысленно связать скрытые микропроцессы внутри полупроводникового кристалла (диффузию и дрейф носителей заряда, изменение ширины запирающего слоя в p-n переходе) с внешними техническими характеристиками реального радиоэлемента вызывают у студентов серьезный когнитивный барьер.

В современной образовательной практике колледжей сформировались два основных подхода к проведению лабораторных работ по электронике, каждый из которых имеет существенные недостатки.

1. Традиционный аналоговый подход. Лабораторный фонд многих региональных образовательных организаций до сих пор укомплектован морально и физически устаревшими стендами советского периода. Стрелочные измерительные приборы на них обладают высокой погрешностью, а сами макеты часто выходят из строя. Работа на таком оборудовании сводится к рутинному ручному снятию десятков промежуточных показаний и построению графиков на бумаге, что отнимает большую часть учебного времени и снижает познавательный

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

интерес студентов. При этом сам полупроводниковый прибор остается для обучающегося закрытым «черным ящиком».

2. Полностью виртуальный подход (компьютерная симуляция). Использование программ-симуляторов (таких как Multisim или Proteus) позволяет наглядно моделировать электрические цепи без риска повредить дорогостоящее оборудование. Однако полный уход в виртуальную среду лишает будущих специалистов СПО важнейших практических навыков работы с реальной элементной базой, монтажом цепей, учетом реальных тепловых шумов и погрешностей физических компонентов.

В связи с этим одной из главных тенденций развития цифрового образования становится переход к гибридным (физико-цифровым) лабораторным комплексам, которые объединяют достоверность реального физического эксперимента с аналитическими и визуальными возможностями современного программного обеспечения [2, с. 43].

Для реализации принципа единства физического объекта и его цифровой модели был разработан специализированный кроссплатформенный программно-аппаратный комплекс. Аппаратная часть системы построена на базе доступной микроконтроллерной платформы Arduino, которая выполняет функцию высокоточного измерительного модуля и аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Контроллер непрерывно считывает значения падения напряжения и протекающего тока на реальном полупроводниковом диоде, подключенном к макетной плате, и передает оцифрованный поток данных в персональный компьютер по последовательному порту. Внешний вид комплекса представлен на рисунке 1.

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)



Рис. 1. Внешний вид комплекса

Программная часть комплекса разработана на языке программирования Python. Внедрение данного цифрового решения в структуру лабораторного занятия обеспечивает реализацию следующих ключевых функций.

1. Прием данных с Arduino в реальном времени избавляет студентов от необходимости вручную записывать показания приборов. Программа автоматически формирует структурированную таблицу измерений с фиксацией напряжения и силы тока, а также мгновенно строит точную вольт-амперную характеристику (ВАХ).

2. Главной дидактической особенностью цифрового инструмента является синхронная работа координатного графика ВАХ и анимационного графического модуля «Модель диода». При плавном изменении напряжения на физическом стенде студент видит не только перемещение рабочей точки по кривой графика, но и одновременную трансформацию внутренней структуры полупроводника на экране: изменение геометрической ширины обедненной области и интенсивность направленного движения основных и неосновных носителей заряда (электронов и дырок).

3. Применение свободного программного обеспечения (язык Python и его библиотеки) в связке с бюджетной микроконтроллерной базой (Arduino) позволяет модернизировать учебные лаборатории СПО с минимальными финансовыми затратами. Открытый исходный код программы дает возможность преподавателям и студентам в рамках проектной и дипломной деятельности

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

самостоятельно масштабировать систему под изучение других электронных компонентов (стабилитронов, биполярных и полевых транзисторов).

Педагогические и методические эффекты цифровизации.

Апробация разработанного программно-аппаратного комплекса в учебном процессе подтвердила его высокую методическую эффективность при изучении трех фундаментальных режимов работы полупроводникового диода: состояния термодинамического равновесия, прямого и обратного смещения.

Цифровизация измерительной рутины высвобождает до 40% времени лабораторного занятия. Этот временной ресурс преподаватель перенаправляет на решение более сложных задач: глубокий технический анализ полученных кривых, обсуждение причин отклонения реальной характеристики физического диода от идеализированной теоретической модели, исследование влияния температурного режима на ток утечки и напряжение пробоя.

Это формирует у студентов системное инженерное мышление и значительно повышает их вовлеченность в учебный процесс.

Список литературы

1. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / М. С. Волковой, Е. Е. Суханов, Ю. Н. Хижняков, А. А. Южаков ; под общей редакцией А. А. Южакова. – Пермь : ПНИПУ, 2008. – 342 с. – URL: https://e.lanbook.com/book/160762 (дата обращения: 08.11.2026). – Текст : электронный.

2. Данилин, А. А. Измерения в радиоэлектронике : учебное пособие для вузов / А. А. Данилин, Н. С. Лавренко. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2026. – 408 с. – URL: https://e.lanbook.com/book/525245 (дата обращения: 08.11.2026). – Текст : электронный.

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)