

# Универсальный лабораторный комплекс «Формирование практических навыков разработки и применения нано-, микро- и оптоэлектронных технологий (УЛК НМО) на платформе «Arduino» Спирин Ю. Л.

*Спирин Юрий Леонидович / Spirin Yury Leonidovich – кандидат технических наук, доцент,  
заместитель директора института электроники,  
Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники (МИРЭА),  
г. Москва*

**Аннотация:** *приведено описание состава и функциональных возможностей лабораторного комплекса для закрепления студентами теоретических знаний, полученных в процессе лекции. Даны темы курсовых проектов, которые могут быть выполнены на основе представленного практикума.*

**Abstract:** *the description of the structure and functionality of the laboratory complex to secure the students theoretical knowledge obtained during lectures. The themes of course projects are described.*

**Ключевые слова:** *теоретические знания, наноэлектроника, микроэлектроника, оптоэлектронные устройства, ардуино.*

**Keywords:** *knowledge, nano-electronics, micro-electronics, opto-electronics, Arduino.*

Быстрое развитие и комплексное использование изделий и технологий нано- и микроэлектроники, создание новых, более совершенных оптоэлектронных устройств и систем требует существенного совершенствования существующей лабораторной базы для обучения студентов.

Для закрепления теоретических знаний по вышеуказанным направлениям науки и техники и формирования необходимых практических навыков для самостоятельной и творческой работы, необходимы универсальные лабораторные стенды, позволяющие обеспечить изучение на одной лабораторной платформе на базе микрокомпьютера Arduino Uno R3[1]. Это важно для улучшения качества преподавания по направлениям подготовки 11.03.04 и 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», 12.03.02 «Оптотехника», 27.03.01 и 27.04.01 «Стандартизация и метрология».

Для изучения особенностей разработки, сборки, программирования и проверки устройств и систем на стыке современных технологий получения и обработки информации комплекс может быть интересен также и для аспирантов, обучающихся по специальностям 05.27.01 «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах».

Комплекс предназначен для проведения лабораторных работ по следующим направлениям:

- Сборка и тестирование радиоэлектронных схем на макетных платах без пайки.
- Изучение параметров полупроводниковых приборов и компонентов.
- Изучение параметров интегральных аналоговых и цифровых микросхем.
- Усилители и стабилизаторы напряжения на транзисторах и операционных усилителях.
- Элементы и устройства цифровой техники.
- Микропроцессоры и микрокомпьютеры (на базе микрокомпьютеров Arduino и Raspberry Pi).
- Применение микрокомпьютеров (на базе Arduino и Raspberry Pi).
- Контрольно-измерительная техника на базе микрокомпьютеров.
- Изучение параметров элементов оптоэлектроники.
- Оптотехника.
- Методы и устройства для измерения параметров элементов и устройств оптоэлектроники.
- Оптические модуляторы.
- Элементы и устройства волоконной оптики.
- Элементы на микромеханических электронных системах (МЭМС).
- Управляемые зеркала в видимом и инфракрасном диапазоне.
- Лазерные интерферометры.
- Сканирующие зондовые микроскопы (сканирующие туннельные микроскопы, атомно-силовые микроскопы и микроскопы ближнепольного взаимодействия).
  - Фазовые сканирующие зондовые микроскопы.
  - Основные технологические методы формирования наноструктур и наноэлектронных устройств цифровой и аналоговой техники.
    - Основные методы исследования и подготовки поверхности подложек для наноэлектроники и наноструктур.
    - Основные акустоэлектронные элементы и устройства.
    - Основы пьезотрансформаторной техники.

- Исследование особенностей конструкции пьезоактюаторов.
- Изучение параметров элементов и устройств магнитной техники.
- Изучение особенностей работы устройств на мощных постоянных магнитах.
- Системы отображения информации.
- Аппаратно-программные комплексы для управления исполнительными устройствами (пьезоактюаторами, электродвигателями и т. д. в режиме реального времени).

В состав комплекса входят платформа Arduino Uno, монтажная площадка для Arduino, макетная плата, набор постоянных и переменных резисторов, набор фоторезисторов, термистор, набор конденсаторов, наборы биполярных и полевых транзисторов, выпрямительные диоды и светодиоды, коммутаторы, соединительные провода, микромоторы, акустические приемники и излучатели, набор операционных усилителей, простейшие логические микросхемы, D-триггеры, пьезотрубки и пьезоактюаторы, зонды для туннельной и атомно-силовой микроскопии, эластичные мембраны и зеркала, набор полупроводниковых лазеров, а также батарейный блок питания.

На основе предлагаемого комплекса возможно проведения широкой гаммы лабораторных работ, обеспечивающей закрепление теоретических знаний непосредственно в процессе лекций.

Особенностью этих работ является модульный принцип, причем первый модуль предназначен для выполнения в процессе лекции.

Ниже приведен список лабораторных работ, разработанных в настоящее время в Институте Электроники МИРЭА и практически реализованных силами студенческого конструкторского бюро Института.

- Arduino Uno лабораторная работа № 1 – Исследование особенностей программирования систем управления светодиодами и светодиодными матрицами.
- Arduino Uno лабораторная работа № 2 - Исследование особенностей программирования систем управления сервоприводами.
- Arduino Uno лабораторная работа № 3 - Особенности программирования и управления таймерами.
- Arduino Uno лабораторная работа № 4 – Особенности управления и программирования систем отображения информации типа «Бегущий огонь».
- Arduino Uno лабораторная работа № 5 - Особенности управления и программирования систем отображения информации типа «Угасающий огонь».
- Arduino Uno лабораторная работа № 6 - Особенности управления и программирования определения угловых координат.
- Arduino Uno лабораторная работа № 7 - Особенности управления и программирования систем управления пьезоэлектрическими источниками звука.
- Arduino Uno лабораторная работа № 8 – Особенности управления и программирования системами на основе фотоэлектрических датчиков.
- Arduino Uno лабораторная работа № 9 – Особенности управления и программирования систем хранения информации на основе D-триггеров K155TM2.
- Arduino Uno лабораторная работа № 10 - Особенности управления и программирования мощными нагрузками.
- Arduino Uno лабораторная работа № 11 - Особенности программирования и управления жидкокристаллическими индикаторами.
- Arduino Uno лабораторная работа № 12 - Особенности программирования и управления жидкокристаллическими индикаторными линейками.
- Arduino Uno лабораторная работа № 13 - Особенности программирования и управления джойстиком.
- Arduino Uno лабораторная работа № 14 - Особенности программирования и управления драйвером двигателя L298N.
- Arduino Uno лабораторная работа № 15 - Особенности программирования и управления цифровой компасом HMC5883L.
- Микросхема K155ЛН1 лабораторная работа № 16 – Исследование комбинационных логических схем.
- Микросхема K155TM2 лабораторная работа № 17 – Исследование триггеров.
- Микросхема K155TM2 лабораторная работа № 18 – Исследование принципов построения параллельных регистров и регистров сдвига.
- Микросхема K155TM2 лабораторная работа № 19 – Исследование принципов построения счетчиков.
- Микросхема K155ЛА3 лабораторная работа № 20 – Исследование принципов построения дешифраторов.

- Микросхема К140УД1 (2) лабораторная работа № 21 –Исследование усилителей.

В заключение следует отметить, что применение универсального лабораторного практикума позволило существенно повысить качество восприятия курсов электроники и наноэлектроники, оптоэлектроники и акустоэлектроники.

Институт получил также возможность существенно расширить тематику курсовых проектов. В результате курсовые проекты максимально приближены к потребностям производства и фактически представляют собой самостоятельное научное исследование, что существенно увеличивает мотивацию студентов.

Для иллюстрации приведем краткий список предлагаемых курсовых проектов:

- Система распознавания и слежения за лицами
- Измеритель интервалов для велотренажеров
- Поворотная веб-камера с повышенным разрешением
- Оборудование для оптической скамьи для лазерного 3D-фото
- Измеритель ёмкости аккумуляторов (Li-Ion/NiMH/NiCD/Pb)
- Счетчик расхода воды высокой точности
- Мониторинг потребляемой электроэнергии в реальном времени
- Дисплей для отображения частоты сети электропитания
- Цифровой вольтметр на Arduino с подключением к ПК через последовательный порт
- 4-канальный вольтметр с ЖК-индикатором на базе Arduino
- Велосипедный спидометр на Arduino
- Барометр универсальный цифровой
- ИК-термометр своими руками
- Инфракрасный датчик наличия крупных животных
- Охранная система для офиса и квартиры на базе Arduino
- Радиочастотное (RFID) устройство
- Генератор сигналов на Arduino
- Осциллограф на Arduino
- Управление лампами через смартфон
- Система управления приборами 220В со смартфона
- Светодиодные часы на Ардуино
- Управление светодиодной лентой на Ардуино
- Кодовый замок на Arduino
- Светодиодная матрица 9x9
- 3D интерфейс ввода на Arduino
- Сенсорная панель управления
- Управление пьезодвигателями грубого перемещения в сканирующих туннельных микроскопах

В заключение следует отметить, что использование Arduino и модульных платформ существенно повысило качество обучения и мотивацию студентов.

### *Литература*

1. *Маршалов О. В., Зиязов В. Г., Хисматуллин Ю. О.* Опыт применения Arduino в учебном процессе по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия» / [Электронный ресурс] Universum: Технические науки, выпуск номер 7(19). - Режим доступа: <http://ores.su/ru/journals/universum-tehnicheskie-nauki/2015-nomer-7-19/a203798> (дата обращения: 27.11.2015).