

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 31.10.2023 14:20:25
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea882b8d602

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР 
И.Г. Игнатова
«22» октября 2021



**ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
«ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ РЭА»**

Программа повышения квалификации разработана в Центре НТИ «Сенсорика».

1. Цель реализации программы

Цель программы – получение новой компетенции: способности эффективно конструировать современную радиоэлектронную аппаратуру со встроенным программным обеспечением. Компетенция необходима для повышения профессионального уровня в рамках имеющихся квалификаций, соответствующих отдельным обобщенным трудовым функциям (ОТФ) профстандартов:

1. Инженер-радиоэлектронщик (профстандарт № 06.005, ОТФ)
2. Специалист по радиосвязи и телекоммуникациям (профстандарт 06.006)
3. Инженер проектировщик в области связи (профстандарт № 06.007)
4. Специалист по научно-исследовательской и опытно-конструкторской документации (профстандарт № 40.011) Изучение принципов и подходов к созданию современных интеллектуальных устройств с встроенным программным обеспечением.

2. Характеристика профессиональной деятельности и (или) квалификации

Область профессиональной деятельности: проектирование цифровых радиоэлектронных устройств, систем и комплексов со встроенным программным обеспечением.

Вид экономической деятельности: 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи»

Укрупненная группа специальностей: Инженер.

Квалификация: Инженер-разработчик электронной аппаратуры со встроенным программным обеспечением.

3. Характеристика профессиональной деятельности и (или) квалификации

Область профессиональной деятельности: *06. 007 Проектирование систем связи (телекоммуникаций)*

Вид экономической деятельности: *деятельность в области информации и связи*

Укрупненная группа специальностей: *11.00.00 Электроника, радиотехника и системы связи*

Квалификация: Инженер-разработчик электронной аппаратуры со встроенным программным обеспечением.

4. Требования к результатам обучения

Формируемая профессиональная компетенция: способность эффективно конструировать современную радиоэлектронную аппаратуру со встроенным программным обеспечением, в том числе разрабатывать электрические схемы устройств, топологии печатных плат, механические конструкции, встроенное программное обеспечение и оформлять конструкторскую документацию.

В результате освоения данной программы слушатель должен:

знать:

- - основы цифровой схемотехники, принципы работы программируемых логических интегральных схем и микроконтроллеров,
- - конструкции и технологию изготовления современных печатных плат,
- - принципы автоматизации проектирования печатных плат;
- - методы программирования микроконтроллеров и ПЛИС.

уметь:

- - разрабатывать цифровые электрические схемы с использованием микросхем малой степени интеграции, микроконтроллеров и ПЛИС.
- - проектировать топологии печатных плат обеспечивая заданные электрические и конструктивные требования,
- - программировать микроконтроллеры серии PIC,
- - выпускать конструкторскую документацию на разрабатываемые изделия.

иметь практический опыт:

- - разработки схем и проектирования печатных плат в САПР Альтиум Дизайнер.
- - программирования микроконтроллеров серии PIC.

5. Содержание программы

Учебный план программы повышения квалификации «Основы конструирования РЭА»

Категория слушателей – *инженеры, профильные специалисты, имеющие высшее образование, студенты, получающие высшее образование.*

Срок обучения – 72 часа

Форма обучения – очная

№	Наименование модулей	Всего, час	В том числе			Образовательные технологии, в том числе ЭО и (или) ДОТ
			Аудиторных		Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические и лабораторные занятия		
1.	Схемотехническое проектирование	24	4	12	8	
2.	Конструкторское	24	4	12	8	

	проектирование					
3.	Разработка программного обеспечения	24	4	12	8	
Всего		72	12	36	24	
Итоговая аттестация		Зачет				

**Учебно-тематический план
программы повышения квалификации
«Основы конструирования РЭА»**

	Наименование модулей	Всего, час	В том числе			Образовательные технологии, в том числе ЭО и (или) ДОТ
			Аудиторных		Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические и лабораторные занятия		
1.	Схемотехническое проектирование	24	4	12	8	
1.1	Полупроводники, принцип работы	3	1	-	2	
1.2	Системы счисления	7	1	4	2	
1.3	Цифровые логические элементы	7	1	4	2	
1.4	Программируемые логические схемы и микроконтроллеры	7	1	4	2	

2.	Конструкторское проектирование	24	4	12	8	
2.1	Проектирование схемы в САПР	5	1	2	2	
2.2	Проектирование топологии печатной платы в САПР	12	2	6	4	
2.3	Проектирование в 3-D САПР	7	1	4	2	
3.	Разработка программного обеспечения	24	4	12	8	
3.1	Микроконтроллеры PIC	5	1	2	2	
3.2	Среда проектирования MPLAB	12	2	6	4	
3.3	Средства тестирования и отладки	7	1	4	2	
Всего		72	12	36	24	
Итоговая аттестация		Зачет				

Календарный учебный график

Календарный учебный график составляется в форме расписания занятий при наборе группы и прилагается к программе повышения квалификации.

Учебная программа повышения квалификации «Основы конструирования РЭА»

Раздел 1. Схемотехническое проектирование (24 час.)

Тема 1.1 Полупроводники, принцип работы. (3 час).

Изучение принципов работы полупроводниковых приборов, диоды, биполярные и МОП транзисторы. Комплементарные пары транзисторов.

Тема 1.2 Системы счисления (7 час).

Изучение десятичной, двенадцатеричной, двоичной и шестнадцатеричной систем счисления.

Тема 1.3 Цифровые логические элементы (7 час).

Ознакомление с логическими элементами 2И-НЕ, «ИЛИ-НЕ, дешифраторами, триггерами, регистрами, счетчиками и сумматорами.

Тема 1.4 Программируемые логические схемы и микроконтроллеры. (7 час).

Ознакомление с архитектурой и принципами работы ПЛИС и микроконтроллеров.

Перечень практических занятий

Номер темы	Наименование практического занятия	Кол-во часов
1.2	Системы счисления, алфавит, арифметические действия.	4
1.3	Макетирование схемы индикации на семисегментном индикаторе, изучение работы счетчика.	4
1.4	Изучение работы регистров, сумматоров	4

Раздел 2. Конструкторское проектирование

Тема 2.1 Проектирование схемы в САПР (5 час)

Лекция и практическое занятие посвящены изучению инструментов создания электрических схем в САПР Альтиум Дизайнер.

Тема 2.2 Проектирование топологии печатной платы в САПР. (12 час).

Лекция и практическое занятие посвящены изучению инструментов размещения элементов и проектирования топологии печатных плат в САПР Альтиум Дизайнер.

Тема 2.3 Проектирование в 3-D САПР (7 час).

Лекция и практическое занятие посвящены изучению инструментов создания трехмерных объектов с механических САПР.

Перечень практических занятий

Номер темы	Наименование практического занятия	Кол-во часов
2.1	Создание электрической схемы секундомера в САПР Альтиум Дизайнер	2
2.2	Проектирование топологии печатной платы в САПР Альтиум Дизайнер	6
2.3	Проектирование корпуса секундомера в 3-D САПР	4

Раздел 3. Разработка программного обеспечения (24 час.)

Тема 3.1 Микроконтроллеры PIC (5 час).

Ознакомление с архитектурой микроконтроллера PIC16F628A, изучение регистров контроллера и методов обработки прерываний.

Тема 3.2 Среда проектирования MPLAB (12 час).

Изучение пакета программирования MPLAB, разработка программы работы секундомера.

Тема 3.3 Средства тестирования и отладки (7 час).

Сборка секундомера, прошивка и отладка программы.

Номер темы	Наименование практического занятия	Кол-во часов
3.1	Разработка алгоритма работы микроконтроллера, назначение регистров и портов ввода-вывода.	2
3.2	Разработка программного обеспечения секундомера.	6
3.3	Сборка устройства, прошивка программы, отладка программного обеспечения.	4

6. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий кабинетов, лабораторий	Вид занятия	Наименование оборудования, программного обеспечения
<i>Аудитория</i>	<i>лекции</i>	<i>компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска, доступ к терминалам МИЭТ</i>
<i>Компьютерный класс</i>	<i>практические</i>	<i>компьютерный класс с установленным ПО Альтиум Дизайнер, MPLab</i>

6. Учебно-методическое обеспечение программы

1. Сабунин А.В. Видеоуроки проектирование в Altium Designer. [Электронный ресурс] режим доступа: <https://www.youtube.com/user/SabuninAlexey>

2. Altium Designer Documentation. [Электронный ресурс] режим доступа: <https://www.altium.com/documentation/19.1/display/ADES/Altium+Designer+Documentation>

3. Медведев А.М. Технология производства печатных плат. Москва, Техносфера, 2005г. ISBN 5-94836-052-0

4. Медведев А.М. Сборка и монтаж электронных устройств. Москва, Техносфера, 2007г. ISBN 978-5-94836-131-4

5. Печатные платы. Справочник в двух книгах под редакцией Кумбза К.Ф. Москва. Техносфера. 2017 г.

6. Микроконтроллеры PIC для начинающих. Электронный ресурс. <http://elektrik.info/microcontroller/1525-mikrokontrollery-pic-dlya-nachinayuschih.html>

7. PIC-микроконтроллеры. Все что вам необходимо знать; Сид Катцен Изд. Додека XXI век, 2008

8. Полное руководство по PIC микроконтроллерам; Кёниг А., Кёниг м. Издью МК-Пресс 2007г.

9. Программирование на языке С для AVR и PIC микроконтроллеров; Шпак_Ю.А. МК-Пресс 2006г.

7. Оценка качества освоения программы

Оценка качества освоения программы осуществляется по факту выполнения проекта и сдаче зачета. Слушатель считается аттестованным, если сдал зачет и самостоятельно выполнил проект по проектированию и сборке электронного устройства.

Проект считается выполненным, если слушатель:

1. самостоятельно создал необходимую электрическую схему устройства,
2. спроектировал топологию печатной платы, обеспечив заданные параметры цепей,
3. разработал программное обеспечение для прошивки в микроконтроллер,
4. собрал и настроил электронное устройство (секундомер).

Зачет считается сданным если слушатель ответил на устные вопросы и набрал при ответе на них не менее 50% баллов из максимально возможного количества баллов.

Перечень типовых вопросов и система начисления баллов за ответы приведены в приложении 1 «Фонд оценочных средств». Оценка качества освоения программы осуществляется по факту выполнения проекта и прохождения теста.

8. Составители программы

Старший преподаватель Института МПСУ

 А. Л. Желобаев

Согласовано:

Зам. директора Института МПСУ по ОД

 Д.В. Калеев

Директор ДРОП

 Н.Ю. Соколова

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

1. ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип задач профессиональной деятельности: Проектный

Задача(и) профессиональной деятельности: Разработка, проектирование, исследование и эксплуатация ИУС.

КОМПЕТЕНЦИЯ

Способен эффективно конструировать современную радиоэлектронную аппаратуру со встроенным программным обеспечением, в том числе разрабатывать электрические схемы устройств, топологии печатных плат, механические конструкции, встроенное программное обеспечение и оформлять конструкторскую документацию.

Индикаторы достижения компетенции.

Знания:

- Основ цифровой схемотехники,
- Архитектуры микроконтроллеров семейства PIC,
- Принципов автоматизации проектирования печатных плат,
- Принципов разработки программного обеспечения микроконтроллеров в системе MPLab.

Умения: разрабатывать электрические схемы с применением микросхем малой степени интеграции, программировать микроконтроллеры семейства PIC, умеет проектировать печатные платы в САПР Altium Designer,

Опыт:

- проектирования печатных плат в САПР Альтиум Дизайнер.
- программирования микроконтроллеров в системе MPLab.

2. ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИИ

Индикаторы достижения сформированности компетенции	Показатели оценки	Название оценочного средства
<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Основ цифровой схемотехники, • Архитектуры микроконтроллеров семейства PIC, • Принципов автоматизации проектирования печатных плат, • Принципов разработки программного обеспечения микроконтроллеров в системе MPLab. 	<p>Даны ответы на вопросы</p> <p style="text-align: center;">•</p>	<p>Теоретические вопросы</p>
<p>Умения: разрабатывать электрические схемы с применением микросхем малой степени интеграции, программировать микроконтроллеры семейства PIC, умеет проектировать печатные платы в САПР Altium Designer,</p>	<p>Разработан учебный проект электронного изделия.</p>	<p>Практическое задание</p>
<p>Опыт:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проектирования печатных плат в САПР Альтиум Дизайнер. • программирования микроконтроллеров в системе MPLab. 	<p>Выполнено индивидуальное задание по разработке электронного изделия</p>	<p>Индивидуальное задание</p>

3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ

3.1. Теоретические вопросы

3.1.1. Описание типового задания:

Дать развернутый ответ на предложенную тему, а также ответить на уточняющие вопросы.

Примеры заданий по знаниям:

- Принцип действия биполярного транзистора,
- npn и pnp транзисторы,
- Принцип действия полевого транзистора,
- Комплементарные транзисторы,
- Основные аксиомы булевой алгебры,
- Системы счисления,
- Двоичная система счисления,
- Шестнадцатеричная система счисления,
- Сложение и вычитание чисел в двоичной системе счисления,
- Логический элемент 2И-НЕ,
- Логический элемент 2ИЛИ-НЕ,
- Логический элемент Исключающее ИЛИ,
- Триггеры, счетчики, регистры.
- Дешифраторы и семисегментные индикаторы,
- САПР Altium Designer, основные функции,
- Схемотехнический редактор Altium Designer. Назначение, основные возможности, порядок создания электрических схем. Типы схем.
- Электрический контроль схемы, настройка ERC в схемотехническом редакторе Altium Designer.
- Передача данных в другие программы из схемотехнического редактора Altium Designer. Передача данных внутри САПР,
- Топологический редактор Altium Designer. Назначение, основные возможности, порядок создания топологии.
- Инструменты создания топологии, создание электрических и не электрических фрагментов в топологическом редакторе Altium Designer.
- Настройки редактора на технологию изготовления печатной платы в топологическом редакторе Altium Designer. Стек менеджер и настройка правил проектирования
- Размещение элементов в топологическом редакторе Altium Designer. Комнаты, связность проекта, онлайн контроль.
- Интерактивная трассировка связей в топологическом редакторе Altium Designer. Инструменты, возможности.
- Контроль топологии и соблюдения технологических ограничений в топологическом редакторе Altium Designer.

- Архитектура микроконтроллеров серии PIC,
- Настройка конфигурации микроконтроллера PIC,
- Среда программирования микроконтроллеров MPLab,
- Программирование микроконтроллеров, порты ввода-вывода,
- Программирование микроконтроллеров, прерывания.

3.1.2. Условия выполнения задания:

Место выполнения – компьютерный класс

Время на выполнение задания – 40 минут.

Материально-техническое обеспечение: класс с персональными компьютерами с доступом в Интернет.

Программное обеспечение: Win 7 x64 и старше.

3.1.3. Условия начисления баллов по критериям оценивания:

Показатель оценки	Критерии оценивания достижения показателя	Условия начисления баллов по критерию	Количество баллов
Даны ответы на вопросы	Правильность ответов на вопросы	Ответы даны верно и в полном объеме	9
		Ответы даны верно только на половину или есть недочеты по каждому пункту	6
		Ответы даны верно только на треть	3
		Ответы даны неверно по всем вопросам	0
Суммарный балл			0-9

3.2. Практическое задание

3.2.1. Описание типового задания:

Проверка умений обучающегося применять современные системы автоматизированного проектирования печатных плат

Пример типового задания на умения:

Создать в соответствии с вариантом задания электрическую схему устройства.

3.2.2. Условия выполнения задания:*Место выполнения* – компьютерный класс*Время на выполнение задания* – 40 минут.**Материально-техническое обеспечение:** класс с персональными компьютерами с доступом в Интернет.**Программное обеспечение:** САПР Altium Designer версия 19.0 и выше.**6.3.2.3. Условия начисления баллов по критериям оценивания:**

Показатель оценки	Критерии оценивания достижения показателя	Условия начисления баллов по критерию	Количество баллов
Разработан учебный проект печатной платы по условиям варианта.	Создана схема электрической принципиальной	Электрическая схема выполнена в соответствии с вариантом	3
		Критическое отличие от схемы	- 1 за каждое отличие.
	Создана топология	Контур платы создан верно, размещение элементов произведено согласно техническим требованиям варианта	3
		Автоматическая трассировка	1
		Интерактивная трассировка	1
		Наличие ошибок DRC	- 1
		Создана библиотека элементов	Библиотеки элементов выполнены верно
	Наличие ошибок в УГО	- 1	
	Наличие ошибок в ТПМ	- 1	
	Неверно произведена интеграция библиотек, компоненты созданы неверно	- 1	
	Суммарный балл		

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1. Индивидуальное задание:

4.1.1. Описание типового задания:

Опыт деятельности по компетенции проверяется с помощью выполнения индивидуального задания.

Пример типового задания на опыт деятельности:

На разработанной печатной плате:

1. Цепи Out1_P, Out1_N, Out2_P, Out2_N, Out3_P, Out3_N вести дифференциальными парами.
2. Цепи Ind_0 . . . Ind_7 выровнять по длине с точностью 5 мм.
3. Фильтрующие конденсаторы C2...C6, C8...C11, C13...C17 установить в непосредственной близости от микросхем.
4. Конденсаторы C1, C7 установить по разным краям платы.
5. Все планарные элементы установить на одной стороне платы.

6.4.1.2. Условия выполнения задания:

Место выполнения – компьютерный класс

Время на выполнение задания – 40 мин.

Материально-техническое обеспечение: класс с персональными компьютерами с доступом в Интернет.

Программное обеспечение: САПР Altium Designer, версия 19.0 и выше.

6.4.1.3. Условия начисления баллов по критериям оценивания:

Показатель оценки	Критерии оценивания достижения показателя	Условия начисления баллов по критерию	Количество баллов
Выполнено индивидуальное задание по проектированию топологии печатных плат в САПР Altium Designer	Спроектированы дифференциальные пары	Правильно расставлены директивы, назначены имена цепей, настроены правила проектирования	1
		Не выполнен любой из пунктов выше	0
	Выравнена длина цепей	Настроены правила проверки проекта, правильно использованы необходимые функции и	1

		инструменты	
		Не выполнен любой из пунктов выше	0
	Расположены элементы	Фильтрующие конденсаторы установлены в непосредственной близости к соответствующим выводам микросхем, элементы установлены по разным краям и сторонам платы, планарные элементы установлены на одной стороне платы	1
		Не выполнен любой из пунктов выше	0
Суммарный балл			0-3

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЦЕДУРЕ ОЦЕНИВАНИЯ

В процедуре оценивания принимает участие преподаватель данной программы. Преподаватель оценивает работу обучающегося по всем показателям и выставляет итоговый балл.

6.6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ О СФОРМИРОВАННОСТИ ПОДКОМПЕТЕНЦИИ

Компетенция считается сформированной, если оценка по соответствующим показателям составляет не менее 50% максимально возможного количества баллов (не менее 12 из 23 возможных)

Банк заданий фондов оценочных средств сформированности хранится в электронном виде в системе ОРИОКС.

РАЗРАБОТЧИК ФОС:

Старший преподаватель Института МПСУ



А.Л. Желобаев