

2024 г.



ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

**«РАЗРАБОТКА РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ РАЗЛИЧНОГО
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ»**

Программа разработана в Передовой инженерной школе
«Средства проектирования и производства электронной компонентной базы»

Москва – 2024 г.

1. Цель реализации программы

Цель программы – формирование у слушателей профессиональных компетенций в области функциональной верификации цифровых устройств.

2. Характеристика профессиональной деятельности и (или) квалификации

Научный проект ПИШ, в котором востребованы компетенции, сформированные в результате обучения по программе "Исследование возможностей создания программно-аппаратного комплекса для ускорения верификации цифровых систем на кристалле".

При разработке программы учтено мнение высокотехнологичной компании КНС ГРУПП.

Область профессиональной деятельности: производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования.

Вид экономической деятельности: деятельность в области информации и связи (ОКВЭД) – 27.90 производство прочего электрического оборудования.

Укрупнённая группа специальностей: 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи».

Квалификация: новая квалификация не приобретается.

3. Требования к результатам обучения

Формируемая профессиональная компетенция – Способен осуществлять разработку электронных узлов, обеспечивая требуемые показатели качества радиоэлектронных средств различного функционального назначения, определена на основании профессионального стандарта 29.015 «Специалист по конструированию радиоэлектронных средств».

В результате освоения данной программы слушатель должен:

знать: маршрут проектирования РЭА, методы и средства испытаний и контроля приборов и систем, способы улучшения технических характеристик РЭА;

уметь: учитывать особенности функционального назначения РЭА и особенности производственного цикла при проектировании РЭА;

иметь практический опыт: разработки РЭА, анализа и применения схемотехнических и топологических решений для улучшения технических характеристик РЭА.

4. Содержание программы

Учебный план
программы повышения квалификации
«РАЗРАБОТКА РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ РАЗЛИЧНОГО
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ»

Категория слушателей – обучающиеся по программе бакалавриата, магистратуры, аспирантуры, а также преподаватели и специалисты.

Срок обучения – 72 часа

Форма обучения очная

№	Наименование разделов/модулей	Всего, час	В том числе		
			Аудиторных		СРС
			Лекции	Практические занятия	
1.	Радиоэлектронная промышленность: основные понятия и термины. Основные этапы развития электроники и схемотехники	12	2	4	6
2.	Маршрут проектирования РЭА	12	2	4	6
3.	Электронная компонентная база. Назначение и особенности применения компонентов	12	2	4	6
4.	Производственный цикл РЭА	12	2	4	6
5.	Методы и средства испытаний и контроля приборов и систем	12	2	4	6
6.	Способы улучшения технических характеристик РЭА	12	2	4	6
	Итоговая аттестация	зачет			
	Всего	72	12	24	36

Календарный учебный график

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

Учебно-тематический план

«РАЗРАБОТКА РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ РАЗЛИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ»

№	Наименование разделов/модулей	Всего, час	В том числе		
			Аудиторных		СРС
			Лекции	Практические занятия	
1.	Раздел 1. Радиоэлектронная промышленность: основные понятия и термины. Основные этапы развития электроники и схемотехники	12	2	4	6
1.1	Основные понятия и термины				
1.2	Предпосылки развития электронной отрасли				
1.3	Этапы развития электроники и схемотехники				
2	Раздел 2. Маршрут проектирования РЭА	12	2	4	6
2.1	Формирование требований к РЭА				
2.2	Разработка технического задания				
2.3	Разработка РЭА в соответствии с ТЗ				
3	Раздел 3. Электронная компонентная база. Назначение и особенности применения компонентов	12	2	4	6
3.1	Назначение, разновидности и особенности ЭКБ				
3.2	Особенности применения дискретных компонентов				
3.3	Особенности применения интегральных микросхем				
4	Раздел 4. Производственный цикл РЭА	12	2	4	6
4.1	Подготовка производственных файлов				
4.2	Оптимизация файлов под серийное производство				
4.3	Размещение заказа на фабрике				
5	Раздел 5. Методы и средства испытаний и контроля приборов и систем	12	2	4	6
5.1	Классификация приборов и систем				
5.2	Классификация методов испытаний				
5.3	Общие положения об испытаниях				
6	Раздел 6. Способы улучшения технических характеристик РЭА	12	2	4	6
6.1	Улучшение частотных характеристик				
6.2	Повышение КПД				
6.3	Повышение разрешающей способности				
	Итоговая аттестация	зачет			
	Всего	72	12	24	36

**Учебная программа
повышения квалификации
«РАЗРАБОТКА РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ РАЗЛИЧНОГО
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ»**

Раздел 1. Радиоэлектронная промышленность: основные понятия и термины. Основные этапы развития электроники и схемотехники (12 часов)

Тема 1.1. Основные понятия и термины

Тема 1.2. Предпосылки развития электронной отрасли

Тема 1.3. Этапы развития электроники и схемотехники

Перечень практических занятий

Номер темы	Наименование практического занятия	Кол-во часов
1.1	Анализ проблем в области электронного машиностроения.	4
1.2	Поиск и анализ существующих решений.	
1.3	Применение изученных понятий и терминов на практике.	

Самостоятельная работа

Номер темы	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов
1.1	Изучение научной литературы на предмет существующих решений проблем, сформулированных на практическом занятии.	6
1.2		
1.3	Формирование собственных решений.	

Раздел 2. Маршрут проектирования РЭА (12 часов)

Тема 2.1. Формирование требований к РЭА

Тема 2.2. Разработка технического задания

Тема 2.3. Разработка РЭА в соответствии с ТЗ

Перечень практических занятий

Номер темы	Наименование практического занятия	Кол-во часов
2.1	Разработка схем Э1, Э2, Э3, Э4.	4
2.2	Разработка топологии печатной платы на основании схемы электрической принципиальной	
2.3	с использованием готовых библиотек (УГО, посадочных мест и 3D-моделей).	

Самостоятельная работа

Номер темы	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов
2.1	Изучение дополнительных возможностей САПР.	6
2.2	Изучение спецификаций на выбранную ЭКБ.	
2.3	Разработка схем Э1-Э4 и топологии печатной платы в соответствии с заданием, сформулированным на практическом занятии.	

Раздел 3. Электронная компонентная база. Назначение и особенности применения компонентов (12 часов)

Тема 3.1. Назначение, разновидности и особенности ЭКБ

Тема 3.2. Особенности применения дискретных компонентов

Тема 3.3. Особенности применения интегральных микросхем

Перечень практических занятий

Номер темы	Наименование практического занятия	Кол-во часов
3.1	Формирование библиотек для САПР: УГО, посадочных мест и 3D моделей, - в соответствии с ГОСТ. Использование разработанных библиотек при разработке РЭА. Оптимизация работы в САПР	4
3.2		
3.3		

Самостоятельная работа

Номер темы	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов
3.1	Пополнение библиотек для САПР новыми компонентами, необходимыми для выполнения индивидуального задания. Выполнение индивидуального задания по разработке РЭА.	6
3.2		
3.3		

Раздел 4. Производственный цикл РЭА (12 часов)

Тема 4.1. Подготовка производственных файлов

Тема 4.2. Оптимизация файлов под серийное производство

Тема 4.3. Размещение заказа на фабрике

Перечень практических занятий

Номер темы	Наименование практического занятия	Кол-во часов
4.1	Подготовка производственных файлов для изготовления с учётом отечественных и зарубежных фабрик. Оптимизация производственных файлов для серийного производства с учётом отечественных и зарубежных фабрик.	4
4.2		
4.3		

Самостоятельная работа

Номер темы	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов
4.1	Изучение существующих сервисов для размещения заказа от отечественных и зарубежных фабрик.	6
4.2		
4.3		

Раздел 5. Методы и средства испытаний и контроля приборов и систем (12 часов)

Тема 5.1. Классификация приборов и систем

Тема 5.2. Классификация методов испытаний

Тема 5.3. Общие положения об испытаниях

Перечень практических занятий

Номер темы	Наименование практического занятия	Кол-во часов
5.1	Разработка ЭЗ и топологии печатной платы с учётом внешних воздействующих факторов Разработка корпуса для РЭА и подготовка производственных файлов.	4
5.2		
5.3		

Самостоятельная работа

Номер темы	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов
5.1	Изучение дополнительной литературы для подготовки к практическим занятиям, прохождение теоретических тестов, выполнение домашнего задания.	6
5.2		
5.3		

Раздел 6. Способы улучшения технических характеристик РЭА (12 часов)

Тема 6.1. Улучшение частотных характеристик

Тема 6.2. Повышение КПД

Тема 6.3. Повышение разрешающей способности

Перечень практических занятий

Номер темы	Наименование практического занятия	Кол-во часов
6.1	Расчёт частотных характеристик, КПД и разрешающей способности узлов РЭА. Улучшение частотных характеристик, КПД и разрешающей способности узлов РЭА.	4
6.2		
6.3		

Самостоятельная работа

Номер темы	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов
6.1	Изучение дополнительной литературы и основного материала для подготовки к итоговой аттестации.	6
6.2		
6.3		

5. Материально-технические условия реализации программы

5.1 Очная форма обучения

Наименование специализированных аудиторий кабинетов, лабораторий	Вид занятия	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория	Лекции	Аудиторный интерактивный комплекс
Аудитория	Практические занятия	ПК с ОС Windows, САПР Altium Designer, САПР SolidWorks
Аудитория	Самостоятельная работа студентов	ПК с ОС Windows, САПР Altium Designer, САПР SolidWorks

6. Учебно-методическое обеспечение программы

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся в составе УМК модуля (ОРИОКС// URL: , <http://orioks.miet.ru/>):

1. Методические указания обучающимся по изучению тем программы;
2. Презентационный материал к лекциям;
3. Список дополнительной литературы для самостоятельного изучения тем программы.

Литературные источники:

1. Искусство схемотехники. Теория и практика : перевод с английского / Томас К. Хейс, Пол Хоровиц. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2022;
2. Основы электроники : учебник для СПО / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016;

3. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи : учебник для бакалавров / Л. А. Бессонов. — 12-е изд., исправ. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016
4. Электроника – практический курс : перевод с английского / М. Х. Джонс. — 1-е изд. — М. : Издательство ТЕХНОСФЕРА, 2019.

7. Методические указания для обучающихся по освоению программы

Курс состоит из аудиторных часов и часов самостоятельной работы.

К аудиторным часам относятся: 6 лекционных занятий, 6 практических занятий.

Лекционные и практические занятия

В курсе используется практико-ориентированный подход, основанный на последовательном выполнении этапов сквозного проектирования, с постепенным улучшением технических характеристик проектируемого устройства, в результате совмещения проектной деятельности и применением новых знаний, полученных в рамках лекционных занятий по каждой теме. В курсе используется также проблемно-ориентированный подход в рамках проектной деятельности, основанный на выполнении проекта в рамках самостоятельной работы обучающихся над индивидуальными проектами с последующим решением проблем в рамках практических занятий. В середине практического занятия (через 2 часа после начала) предусмотрен перерыв в 15 минут. В конце каждого практического занятия обучающимся выдается индивидуальное домашнее задание, решение которого необходимо предоставить на следующем практическом занятии.

Самостоятельная работа

На самостоятельную работу обучающимся отводятся:

- доработка решений практических занятий;
- повторение теоретического материала;
- выполнение домашнего задания.

Организация взаимодействия с преподавателем

Для взаимодействия обучающихся с преподавателем используются сервисы обратной связи: ОРИОКС «Домашние задания», тематическая группа в Telegram, а также сервис GitHub.

При возникновении вопросов обучающийся может написать в раздел «Домашние задания», чат тематической группы в Telegram или задать вопросы во время аудиторных занятий.

Необходимая информация для организации процесса обучения высылается через раздел Новости ОРИОКС и дублируется в тематической группе в Telegram.

Зачёт

Программа завершается зачётом. Зачёт проводится в формате устной беседы, в рамках которой обсуждается индивидуальный проект, выполненный в рамках практических занятий и самостоятельной работы, а также приводится теоретическое обоснование применённых технических решений, рассматриваемых на лекциях.

8. Оценка качества освоения программы

Для оценки успеваемости обучающихся используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: посещаемость лекций, выполнение практических заданий, зачет.

При условии выполнения каждого контрольного мероприятия по сумме выставляется зачет, если обучающийся набрал не менее 50 баллов.

Конкретные формы и процедуры текущего и промежуточного контроля знаний, умений и опыта деятельности доводятся до сведения обучающихся в течение первого месяца обучения.

Накопительно-балльная система дисциплины

Во время изучения программы могут быть накоплены следующие баллы, представленные в таблице .

Контрольные мероприятия	Баллы НБС
Посещаемость лекций	При посещении 100% лекций – 30 При посещении 60% лекций – 15 При посещении 20% лекций – 5 При нулевом посещении лекций – 0
Выполнение практических заданий	При выполнении 100% ПЗ – 40 При выполнении 70% ПЗ – 20 При выполнении 30% ПЗ – 5 При не выполнении ПЗ – 0
Выполнение домашних заданий	При выполнении 100% ДЗ – 15 При выполнении 70% ДЗ – 7 При выполнении 30% ДЗ – 4 При не выполнении ДЗ – 0
Зачет	15
Итого	100

9. Составители программы

Доцент ПИШ, к.т.н

Старший преподаватель Института МПСУ



Д.В. Калеев

В.Т. Хисамов

Согласовано:

Директор ПИШ

Директор ДРОП

Руководитель направления САПР ЭКБ



А.Л. Переверзев

Н.Ю. Соколова

А.В. Коршунов