

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Снежинский физико-технический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(СФТИ НИЯУ МИФИ)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель руководителя по учебной  
и научно-методической работе

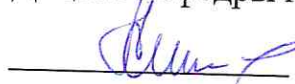
  
\_\_\_\_\_ П.О. Румянцев

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель  
СФТИ НИЯУ МИФИ

  
\_\_\_\_\_ О.В. Линник

Составил

Доцент кафедры АИВС, к.т.н.

  
\_\_\_\_\_ А.Н. Шульгин

**Дополнительная профессиональная программа  
профессиональной переподготовки**

11.00.00 Электроника, радиотехника и системы связи  
(наименование программы)

\_\_\_\_\_  
(наименование присваиваемой квалификации (при наличии))

Снежинск, 2021 г.

## 1. Общая характеристика программы

### 1.1. Цель реализации программы

**Целью** реализации программы профессиональной переподготовки является формирование у слушателей профессиональных компетенций, необходимых для выполнения нового вида профессиональной деятельности.

Основные **задачи** курса состоят в формировании у слушателей углубленных знаний по разделам направления подготовки «Электроника, радиотехника и системы связи», обучении правильному применению полученных знаний при решении типовых задач в рамках изучаемого курса. Сформировать знания, умения и навыки по организации и программированию ПЛИС и микроконтроллеров, методам и средствам обработки аналоговых сигналов, вопросам разработки специализированной электронной компонентной базы и пр.

### 1.2. Планируемые результаты обучения:

1.2.1 Перечень компетенций, которыми должны овладеть слушатели в результате освоения программы:

- способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; Уметь
- способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;
- способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;
- способность представлять основные физические принципы работы микроэлектронных сверхвысокочастотных устройств, включающих активные и пассивные элементы схем и отдельные полупроводниковые приборы;
- готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

1.2.2 Студент должен обладать следующими компетенциями в профессиональной деятельности:

#### Знать

- классификацию программируемых логических схем, структуру и организацию САПР БИС программируемой логики, основные этапы программирования БИС программируемой логики, способы проектирования цифровых устройств с использованием языка описания аппаратуры VHDL, методы проектирование цифровых устройств с использованием микросхем CPLD;
- архитектуру и языки программирования современных микроконтроллеров, интегрированную среда проектирования, методики создания и отладки устройства на микроконтроллере, событийно-ориентированное программирование, основные тенденции развития микроконтроллеров
- основные сведения об операционных усилителях, интегрирующие, дифференцирующие и логарифмирующие схемы, активные фильтры, избранные схемы на операционных усилителях;
- основные задачи создания электронной аппаратуры для систем управления и навигации, построение современных электронных приборов на основе базовых матричных кристаллов.

### Уметь

- естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;
- использовать при решении проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности соответствующий физико-математический аппарат;
- строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения;
- использовать стандартные программные средства компьютерного моделирования простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения;
- учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;
- представлять основные физические принципы работы микрoeлектронных сверхвысокочастотных устройств, включающих активные и пассивные элементы схем и отдельные полупроводниковые приборы;
- выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

### Владеть

- методиками проектирование цифровых устройств с использованием микросхем CPLD;
- способами создания и отладки устройства на микроконтроллере;
- технологией построения современных электронных приборов на основе базовых матричных кристаллов;
- средствами разработки функциональных узлов аппаратуры в виде специализированных СБИС;
- типовыми маршрутами проектирования специализированных СБИС полузаказным методом;
- приемами моделирования и функциональной верификацией на поведенческом уровне специализированных СБИС.

### **1.3. Категория слушателей.**

Настоящая программа предназначена для более глубокого изучения материала по направлению «Управление в технических системах». К обучению допускаются лица, имеющие высшее образование по направлениям подготовки:

- 27.03.04 «Управление в технических системах»;
- 09.05.01 «Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения»;
- 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»;
- 01.03.02 (01.04.02) «Прикладная математика и информатика»;
- 12.03.01 (12.04.01) «Приборостроение»;
- 21.01.06 «Промышленная электроника»;
- Прочих, близких по направленности, изучавших в рамках учебного процесса курсы дисциплин «Электроника», «Схемотехника», «Системы цифровой обработки сигналов», «Программирование микросхем», «Микропроцессорные системы», «Программирование микроконтроллеров» и пр.

### **1.4. Трудоемкость обучения: 250 академических часов**

**1.5. Форма обучения:** очно-заочная, с возможностью использования дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

## 2. Содержание программы

### 2.1. Учебный план

№	Наименование модулей	Всего, час.	Всего аудит. час.	Аудиторные занятия, час			Самост. работа, час.	Форма контроля
				лекции	лаб. раб.	практ. занятия		
1.	Введение	4	4	4	-	-	-	-
2.	Организация и программирование ПЛИС	66	42	24		18	24	зачет
3.	Организация и программирование современных микроконтроллеров	66	42	24		18	24	зачет
4.	Методы и средства обработки аналоговых сигналов*	36	18	18			18	зачет
5.	Вопросы разработки специализированной электронной компонентной базы*	42	25	25			17	зачет
6.	Итоговая аттестация**	36	8	-	-	-	28	выпускная квалификационная работа
<b>ИТОГО:</b>		<b>250</b>	<b>139</b>	<b>95</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>111</b>	

\* возможно использование дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

\*\*Выпускная квалификационная работа.

### 2.2. Учебно-тематический план

№	Наименование разделов, тем	Всего, час.	Всего аудит. час.	Аудиторные занятия			СРС, час.	Форма контроля
				лекции	лаб. раб.	практ. занятия		
1.	<b>Введение</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
2.	<b>Организация и программирование ПЛИС</b>	66	42	24		18	24	<b>зачет</b>
2.1	Общесистемные ресурсы	8	4	4			4	собеседование, консультации
2.2	Классификация программируемых логических схем	10	5	5			5	собеседование, консультации
2.3	Основные этапы программирования БИС программируемой логики	16	11	5		6	5	собеседование, консультации

2.4	Проектирование цифровых устройств	16	11	5		6	5	собеседование, консультации
2.5	Проектирование цифровых устройств с использованием микросхем	16	11	5		6	5	собеседование, консультации
3.	<b>Организация и программирование современных микроконтроллеров</b>	66	42	24		18	24	<b>зачет</b>
3.1	Архитектура современных микроконтроллеров	8	4	4			4	собеседование, консультации
3.2	Языки программирования современных микроконтроллеров	8	4	4			4	собеседование, консультации
3.3	Интегрированная среда проектирования	14	10	4		6	4	собеседование, консультации
3.4	Создание и отладка устройства на микроконтроллере	14	10	4		6	4	собеседование, консультации
3.5	Прерывания	14	10	4		6	4	собеседование, консультации
3.6	Развитие микроконтроллеров	8	4	4			4	собеседование, консультации
4.	<b>Методы и средства обработки аналоговых сигналов</b>	36	18	18			18	<b>зачет</b>
4.1	Основные сведения об ОУ	6	3	3			3	собеседование, консультации
4.2	Отрицательная обратная связь	6	3	3			3	собеседование, консультации
4.3	Характеристики ОУ	6	3	3			3	собеседование, консультации
4.4	Схемы ОУ	6	3	3			3	собеседование, консультации

4.5	Активные фильтры	6	3	3			3	собесе- до вание, консульт ации
4.6	Избранные схемы на ОУ	6	3	3			3	собесе- до вание, консульт ации
<b>5.</b>	<b>Вопросы разработки специализированной электронной компонентной базы</b>	42	25	25			17	<b>зачет</b>
5.1	Задачи создания электронной аппаратуры	7	5	5			2	собесе- до вание, консульт ации
5.2	Современные электронные приборы	8	5	5			3	собесе- до вание, консульт ации
5.3	Функциональные узлы аппаратуры в виде СБИС	9	5	5			4	собесе- до вание, консульт ации
5.4	Маршрут проектирования СБИС	9	5	5			4	собесе- до вание, консульт ации
5.5	Моделирование и функциональная верификация СБИС	9	5	5			4	собесе- до вание, консульт ации
<b>8.</b>	<b>Итоговая аттестация</b>	<b>28</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>28</b>	<b>зачет</b>
8.1	Выполнение выпускной квалификационной работы	28	-	-	-	-	28	ВКР
8.2	Защита выпускной квалификационной работы	8	8					ВКР
	<b>ИТОГО:</b>	<b>250</b>	<b>139</b>	<b>95</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>111</b>	

### 2.3. Учебная программа

#### *Модуль 1. Введение*

Лекции: Цели и задачи программы. Обзор основной тематики материала программы.

#### *Модуль 2. Организация и программирование ПЛИС*

##### *Тема 2.1 Общесистемные ресурсы.*

Лекции: Общесистемные ресурсы. Классификация программируемых логических схем.

Функциональные блоки CPLD В FPGA.

Самостоятельная работа: повторение пройденной теории, формулировка главных вопросов тематики, выявление глубины и содержания знаний, составление тезисов по теме.

##### *Тема 2.2 Классификация программируемых логических схем.*

Лекции: классификация программируемых логических схем.

Самостоятельная работа: повторение пройденной теории, формулировка главных вопросов тематики, выявление глубины и содержания знаний, составление тезисов по теме.

*Тема 2.3 Основные этапы программирования БИС программируемой логики.*

Лекции: основные этапы программирования БИС программируемой логики.

Практические занятия: программирование БИС.

Самостоятельная работа: выполнение упражнений, анализ производимой работы.

*Тема 2.4 Проектирование цифровых устройств.*

Лекции: проектирование цифровых устройств с использованием языка описания аппаратуры VHDL.

Практические занятия: язык описания аппаратуры VHDL, проектирование цифровых устройств с использованием языка описания аппаратуры VHDL.

Самостоятельная работа: выполнение упражнений, анализ производимой работы.

*Тема 2.5 Проектирование цифровых устройств с использованием микросхем*

Лекции: проектирование цифровых устройств с использованием микросхем CPLD.

Практические занятия: проектирование цифровых устройств с использованием микросхем CPLD.

Самостоятельная работа: выполнение упражнений, анализ производимой работы.

### ***Модуль 3. Организация и программирование современных микроконтроллеров***

*Тема 3.1 Архитектура современных микроконтроллеров*

Лекции: архитектура современных микроконтроллеров: центральный процессор, модули периферии, адресное пространство.

Самостоятельная работа: повторение пройденной теории, формулировка главных вопросов тематики, выявление глубины и содержания знаний, составление тезисов по теме.

*Тема 3.2 Языки программирования современных микроконтроллеров.*

Лекции: Языки программирования современных микроконтроллеров.

Самостоятельная работа: повторение пройденной теории, формулировка главных вопросов тематики, выявление глубины и содержания знаний, составление тезисов по теме.

*Тема 3.3 Интегрированная среда проектирования*

Лекции: Интегрированная среда проектирования.

Практические занятия: создание проекта

Самостоятельная работа: выполнение упражнений, анализ производимой работы.

*Тема 3.4 Создание и отладка устройства на микроконтроллере.*

Лекции: Создание и отладка устройства на микроконтроллере.

Практические занятия: Создание и отладка устройства на микроконтроллере.

Самостоятельная работа: выполнение упражнений, анализ производимой работы.

*Тема 3.5 Прерывания*

Лекции: Прерывания. Системы реального времени.

Практические занятия: Событийно-ориентированное программирование.

Самостоятельная работа: выполнение упражнений, анализ производимой работы.

*Тема 3.6 Развитие микроконтроллеров.*

Лекции: основные тренды развития микроконтроллеров.

Самостоятельная работа: повторение пройденной теории, формулировка главных вопросов тематики, выявление глубины и содержания знаний, составление тезисов по теме.

### ***Модуль 4. Методы и средства обработки аналоговых сигналов***

*Тема 4.1 Основные сведения об ОУ.*

Лекции: основные сведения об операционных усилителях.

Самостоятельная работа: повторение пройденной теории, формулировка главных вопросов тематики, выявление глубины и содержания знаний, составление тезисов по теме.

#### *Тема 4.2 Отрицательная обратная связь.*

Лекции: Отрицательная обратная связь. Основные параметры ОУ.

Самостоятельная работа: повторение пройденной теории, формулировка главных вопросов тематики, выявление глубины и содержания знаний, составление тезисов по теме.

#### *Тема 4.3 Характеристики ОУ.*

Лекции: характеристики ОУ зависящие от частоты.

Самостоятельная работа: повторение пройденной теории, формулировка главных вопросов тематики, выявление глубины и содержания знаний, составление тезисов по теме.

#### *Тема 4.4 Схемы ОУ.*

Лекции: интегрирующие, дифференцирующие и логарифмирующие схемы.

Самостоятельная работа: повторение пройденной теории, формулировка главных вопросов тематики, выявление глубины и содержания знаний, составление тезисов по теме.

#### *Тема 4.5 Активные фильтры.*

Лекции: активные фильтры.

Самостоятельная работа: повторение пройденной теории, формулировка главных вопросов тематики, выявление глубины и содержания знаний, составление тезисов по теме.

#### *Тема 4.6 Избранные схемы на ОУ.*

Лекции: избранные схемы на операционных усилителях.

Самостоятельная работа: повторение пройденной теории, формулировка главных вопросов тематики, выявление глубины и содержания знаний, составление тезисов по теме.

### ***Модуль 5. Вопросы разработки специализированной электронной компонентной базы***

#### *Тема 5.1 Задачи создания электронной аппаратуры.*

Лекции: основные задачи создания электронной аппаратуры для систем управления и навигации.

Самостоятельная работа: повторение пройденной теории, формулировка главных вопросов тематики, выявление глубины и содержания знаний, составление тезисов по теме.

#### *Тема 5.2 Современные электронные приборы.*

Лекции: построение современных электронных приборов на основе базовых матричных кристаллов.

Самостоятельная работа: повторение пройденной теории, формулировка главных вопросов тематики, выявление глубины и содержания знаний, составление тезисов по теме.

#### *Тема 5.3 Функциональные узлы аппаратуры в виде СБИС*

Лекции: Разработка функциональных узлов аппаратуры в виде специализированных СБИС.

Самостоятельная работа: повторение пройденной теории, формулировка главных вопросов тематики, выявление глубины и содержания знаний, составление тезисов по теме.

#### *Тема 5.4 Маршрут проектирования СБИС*

Лекции: типовой маршрут проектирования специализированных СБИС полузаказным методом.

Самостоятельная работа: повторение пройденной теории, формулировка главных вопросов тематики, выявление глубины и содержания знаний, составление тезисов по теме.



### *Тема 5.5 Моделирование и функциональная верификация СБИС.*

Лекции: моделирование и функциональная верификация на поведенческом уровне специализированных СБИС.

Самостоятельная работа: повторение пройденной теории, формулировка главных вопросов тематики, выявление глубины и содержания знаний, составление тезисов по теме.

### **Модуль 6. Итоговая аттестация**

Выполнение выпускной квалификационной работы.

Защита выпускной квалификационной работы.

### **3. Календарный учебный график (порядок освоения модулей)**

Период обучения (недели)*	Наименование модуля
1 - 4 недели	Модуль 1. Введение Модуль 2. Организация и программирование ПЛИС
5 - 8 недели	Модуль 3. Организация и программирование современных микроконтроллеров
9- 11 недели	Модуль 4. Методы и средства обработки аналоговых сигналов
12 – 14 недели	Модуль 5. Вопросы разработки специализированной электронной компонентной базы
14 - 18 неделя	Модуль 6. Итоговая аттестация

### **4. Организационно-педагогические условия**

#### **4.1. Материально-технические условия реализации программы**

Наименование помещения	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория Л-312	Лекции	Компьютерный класс, оснащённый компьютерами с выходом в Интернет, а также принтером, сканером, ксероксом
Аудитория Л-312	Практические занятия, экзамен	Персональный компьютер тип 2 UNIVERSAL D2 Core Dual 2,4 МГц (2009 г.) - 12 шт.; Принтер HP Laser Jet M1005 MFP; Ноутбук Samsung; Проектор ASER X1263; Интерактивная доска Smart Board 690.

## 4.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

а) основная литература:

1. Дыбко М.А. Цифровая микроэлектроника: учебное пособие / М.А. Дыбко, А.В. Удовиченко, А.Г. Волков. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. - 200 с. - ISBN 978-5-7782-3834-3. - URL: <https://www.ibooks.ru/bookshelf/367847/reading>
2. Ревич Ю. В. Программирование микроконтроллеров AVR: от Arduino к ассемблеру. — (Электроника) / Ю.В. Ревич. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2020. - 448 с. - ISBN 978-5-9775-4076-6. - URL: <https://www.ibooks.ru/bookshelf/369879/reading>
3. Тихонов, Ю. Б. Электроника : учебное пособие / Ю. Б. Тихонов. — Омск : ОмГУПС, 2020. — 139 с. — ISBN 978-5-949-41252-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165708>

б) дополнительная литература:

1. Алехин В. А. Электротехника и электроника. Компьютерный лабораторный практикум в программной среде TINA-8 / В.А. Алехин. - Москва : Горячая Линия–Телеком, 2014. - 208 с. - ISBN 978-5-9912-0380-7. - URL: <https://www.ibooks.ru/bookshelf/342049/reading>
2. Берикашвили, В. Ш. Электроника и микроэлектроника: импульсная и цифровая электроника : учебное пособие для вузов / В. Ш. Берикашвили. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 242 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05543-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473182>
3. Гальперин М.В. Электротехника и электроника / М.В. Гальперин. - Москва : Форум, 2019. - 480 с. - ISBN 978-5-00091-450-2. - URL: <https://www.ibooks.ru/bookshelf/361747/reading>
4. Коллектив авторов. Полупроводниковая электроника. - Москва : ДМК Пресс, 2015. - 592 с. - ISBN 978-5-97060-312-3. - URL: <https://www.ibooks.ru/bookshelf/364330/reading>
5. Крайний В. И. Основы электроники. Цифровая электроника : учебное пособие / В.И. Крайний, А.Н. Семенов. - Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. - 68 с. - ISBN 978-5-7038-5270-5. - URL: <https://www.ibooks.ru/bookshelf/374844/reading>
6. Платт Ч. Электроника. Логические микросхемы, усилители и датчики для начинающих / Ч. Платт. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2015. - 448 с. - ISBN 978-5-9775-3596-0. - URL: <https://www.ibooks.ru/bookshelf/351433/reading>

## 4.3. Кадровые условия

Преподаватели кафедры АИВС:

Крушный В.В. (модули 1,6), к.т.н., доцент.

Скороходов В.Ф. (модули 2,4), доцент.

Пыхов В.В. (модули 3), ст. препод.

## 5. Оценка качества освоения программ

Текущий контроль успеваемости проводится посредством устного опроса, проверки конспектов лекций, выполнения практических работ, домашних заданий и с помощью тестирования.

Промежуточная аттестация по программе предназначена для оценки освоения слушателями модулей программы и проводится в виде зачетов. По результатам промежуточных испытаний выставляются отметки по системе зачтено/не зачтено.

Итоговая аттестация проходит в форме защиты выпускной квалификационной работы.

Допуск к выполнению выпускной квалификационной работы осуществляется при условии сдачи всех промежуточной аттестации по всем модулям программы.

## **Примерный перечень тем для выпускной квалификационной работы**

1. Специфика сигналов цифровой электроники.
2. Современные интегральные системы логических элементов.
3. Аналоговые интегральные схемы.
4. Технология изготовления элементов РЭА.
5. Характеристики способов повышения интеграции РЭА. Средства САПР.
6. Этапы подготовки решения задач на ЭВМ.
7. Структура программы на языке высокого уровня. Основные понятия.
8. Линейные вычислительные процессы.
9. Разветвляющиеся вычислительные процессы.
10. Циклические вычислительные процессы.
11. Массивы.
12. Принципы построения микропроцессорных систем. Архитектура микропроцессора..
13. Построение моделей памяти микропроцессорных систем.
14. Функциональные блоки и системы коммутации CPLD.
15. Функциональные блоки и системы коммутации FPGA.
16. Ресурсы памяти в схемах ПЛИС.
17. Основные параметры ПЛИС и способы их оценки.
18. Микросхемы с программируемыми аналоговыми и аналого-цифровыми структурами.
19. БИС/СБИС, программируемые с участием изготовителя.

### **6. Составители программы**

- Шульгин А.Н., доцент кафедры АИВС, к.т.н.