

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2025 15:11:42

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73b076c869e4382b8c02

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет

«Механика и электричество» Институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

И.Г. Игнатова

«14» сентября 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы проектирования электронной компонентной базы»

Направление подготовки - 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль) – «Квантовые приборы и наноэлектроника»

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

**Компетенция ПК-1.** Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования

**сформулирована на основе профессионального стандарта 40.040 Инженер в области разработки цифровых библиотек стандартных ячеек и сложнофункциональных блоков**

**Обобщенная трудовая функция:** Разработка электрических схем и характеристика стандартных ячеек библиотеки

**Трудовые функции:** А/01.6 «Разработка электрических схем стандартных ячеек библиотеки»

| Подкомпетенции, формируемые в дисциплине                                                                                                    | Задачи профессиональной деятельности                                                                                                                                                                                                                                                | Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1.ОПЭКБ<br>Способен выполнять расчет и проектирование блоков электронных схем с использованием систем автоматизированного проектирования | - анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;<br>- математическое моделирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования; | <b>Знания:</b><br>электрические схемы простейших логических вентилях; основы синтеза цифровых комбинационных устройств, основ проектирования топологии логических вентилях.<br><b>Умения:</b><br>рассчитывать параметры цифровых электронных схем.<br><b>Опыт деятельности:</b><br>по проектированию блоков электронных схем с использованием системы автоматизированного проектирования |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине: знание основ математического анализа, электроники и электротехники.

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Курс | Семестр | Общая трудоёмкость (ЗЕ) | Общая трудоёмкость (часы) | Контактная работа |                            |                             | Самостоятельная работа (часы) | Промежуточная аттестация |
|------|---------|-------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|
|      |         |                         |                           | Лекции (часы)     | Лабораторные работы (часы) | Практические занятия (часы) |                               |                          |
| 3    | 6       | 4                       | 144                       | 32                | 32                         | 16                          | 64                            | ЗаО                      |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| № и наименование модуля                                       | Контактная работа |                      |                      | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля                |
|---------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------------------------|
|                                                               | Лекции            | Практические занятия | Лабораторные занятия |                        |                                        |
| 1. Введение в цифровую схемотехнику                           | 8                 | 8                    | 12                   | 26                     | Выполнение и защита лабораторных работ |
|                                                               |                   |                      |                      |                        | Опрос на лекциях                       |
| 2. Проектирование простейших цифровых устройств в КМОП базисе | 18                | 8                    | 20                   | 34                     | Выполнение и защита лабораторных работ |
|                                                               |                   |                      |                      |                        | Опрос на лекциях                       |
|                                                               |                   |                      |                      |                        | Сдача практикоориентированного задания |
| 3. Современные методы разработки цифровых устройств           | 6                 |                      |                      | 4                      | Опрос на лекциях                       |

#### 4.1. Лекционные занятия

| № модуля<br>дисциплины | № лекции | Объем занятий<br>(часы) | Краткое содержание                                                                                                                 |
|------------------------|----------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                      | 1        | 2                       | Принципы работы МОП транзистора, основные характеристики, сечения.                                                                 |
|                        | 2        | 2                       | Виды сигнала, временные характеристики сигнала, уровни, статические и динамические характеристики цифровых элементов.              |
|                        | 3        | 2                       | Инвертор с нелинейной и квазилинейной нагрузкой                                                                                    |
|                        | 4        | 2                       | Инвертор с токостабилизирующей и комплементарной нагрузкой                                                                         |
| 2                      | 5        | 2                       | Логический базис, понятие логического вентиля, основные логические элементы, условные графические обозначения, электрические схемы |
|                        | 6        | 2                       | Стандартный маршрут проектирования цифровых устройств, карты Карно.                                                                |
|                        | 7        | 2                       | Дешифраторы                                                                                                                        |
|                        | 8        | 2                       | Шифраторы                                                                                                                          |
|                        | 9        | 2                       | Мультиплексоры                                                                                                                     |
|                        | 10       | 2                       | Демультимплексоры                                                                                                                  |
|                        | 11       | 2                       | Сумматоры                                                                                                                          |
|                        | 12       | 2                       | Умножители                                                                                                                         |
| 3                      | 13       | 2                       | Проектирование топологии                                                                                                           |
|                        | 14       | 2                       | Основы современной фотолитографии, получение размеров менее 90 нм                                                                  |
|                        | 15       | 2                       | Схемы защиты от статических зарядов, тиристорная защелка. Масштабирование цифровых схем                                            |
|                        | 16       | 2                       | Современные методы проектирования цифровых схем на основе библиотечных элементов, языках описания аппаратуры.                      |

#### 4.2. Практические занятия

| № модуля<br>дисциплины | № практического<br>занятия | Объем занятий<br>(часы) | Краткое содержание                                                                              |
|------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                      | 1                          | 2                       | Уравнения простейшей модели, основные характеристики МОП транзисторов, классификация            |
|                        | 2                          | 2                       | Инверторы с различными видами нагрузок, передаточные характеристики, нагрузочные характеристики |
|                        | 3                          | 2                       | 1-я контрольная работа                                                                          |
| 2                      | 4                          | 2                       | Решение задач с использованием уравнений простейшей модели                                      |

|  |   |   |                                                             |
|--|---|---|-------------------------------------------------------------|
|  | 5 | 2 | 2-я контрольная работа                                      |
|  | 6 | 2 | Построение простейших и комбинированных логических вентилей |
|  | 7 | 2 | 3-я контрольная работа                                      |
|  | 8 | 2 | Зачетное занятие                                            |

#### 4.3. Лабораторные работы

| № модуля<br>дисциплины | № лабораторной<br>работы | Объем занятий<br>(часы) | Краткое содержание                                                                                        |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                      | 1                        | 4                       | Проектирование топологии п- и р-канальных МДП-транзисторов                                                |
|                        | 2                        | 4                       | Проектирование топологии КМДП – вентилей                                                                  |
|                        | 3                        | 4                       | Изучение статических и динамических характеристик ключевых схем на МДП - транзисторах                     |
| 2                      | 4                        | 4                       | Проектирование логических схем комбинационных устройств                                                   |
|                        | 5                        | 4                       | Схемотехническое проектирование логических элементов заданного быстродействия                             |
|                        | 6                        | 4                       | Проектирование библиотеки стандартных топологических ячеек. Расчет влияния паразитных элементов топологии |
|                        | 7,<br>8                  | 8                       | Проектирование топологии цифрового устройства                                                             |

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

| № модуля<br>Дисциплины | Объем занятий<br>(часы) | Вид СРС                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                      | 15                      | Освоение теоретического материала. Подготовка к лабораторным работам №1, №2, №3 (изучение теоретического материала, подготовка конспекта лабораторной работы, обработка результатов моделирования, подготовка отчета и ответов на контрольные вопросы) |
|                        | 11                      | Освоение теоретического материала. Подготовка к контрольным работам                                                                                                                                                                                    |
| 2                      | 24                      | Подготовка к лабораторным работам №5, №6, №7, №8 (изучение теоретического материала, подготовка конспекта лабораторной работы, обработка результатов моделирования, подготовка отчета и ответов на контрольные вопросы)                                |
|                        | 5                       | Освоение теоретического материала. Подготовка к контрольным работам                                                                                                                                                                                    |
|                        | 5                       | Выполнение практикоориентированного задания                                                                                                                                                                                                            |
| 3                      | 4                       | Освоение теоретического материала. Подготовка к опросу                                                                                                                                                                                                 |

#### **4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)**

Разработать цифровое комбинационное устройство (шифратор, дешифратор, мультиплексор, демультиплексор, компаратор, сумматор) в соответствии с логической функцией, базисом и техническими параметрами, представленными в техническом задании. Разработка включает проектирование устройства на логическом, схемотехническом и топологическом уровнях в программах ORCAD и MICROWIND.

### **5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

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

**Модуль 1** «Введение в цифровую схемотехнику»

✓ Артамонова Е.А., Красюков А.Ю., Крупкина Т.Ю., Швец А.В. Под ред. Крупкиной Т.Ю. “Лабораторный практикум по курсу «Компьютерное моделирование интегральных приборов» Методические указания. 2007г., М.: МИЭТ

Материалы для подготовки к лабораторным работам: задание к лабораторным занятиям по модулю 1 (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>)

**Модуль 2** «Проектирование простейших цифровых устройств в КМОП базисе»

✓ Артамонова Е.А., Красюков А.Ю., Крупкина Т.Ю., Швец А.В. Под ред. Крупкиной Т.Ю. “Лабораторный практикум по курсу «Компьютерное моделирование интегральных приборов» Методические указания. 2007г., М.: МИЭТ

✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам: задание к лабораторным занятиям по модулю 1 (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>)

### **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

#### **Литература**

1. Лабораторный практикум по курсу "Компьютерное моделирование интегральных приборов" / Е.А. Артамонова [и др.]; Под ред. Т.Ю. Крупкиной. - М. : МИЭТ, 2007. - 108 с.
2. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники : Учеб. пособие / В.И. Старосельский; [Под ред. Ю.А. Парменова]. - М. : Юрайт : Высшее образование, 2009. - 463 с..
3. Алексенко А. Г. Основы микросхемотехники / А.Г. Алексенко. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Лаборатория Базовых знаний. Физматлит : Юнимедиастайл, 2002. - 448 с.
4. Миндеева А.А. Микросхемотехника : Учеб. пособие / А.А. Миндеева; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - 2-е изд. - М. : МИЭТ, 2016. - 188 с.

#### **Периодические издания**

1. RUSSIAN MICROELECTRONICS. - : Springer, [2000] - . – URL: <http://link.springer.com/journal/11180> (дата обращения: 30.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
2. Известия вузов. Электроника : Научно-технический журнал / М-во образования и

науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - М. : МИЭТ, 1996 - .

3. IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES. - USA : IEEE, [б.г.]. – URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=16> (дата обращения: 30.09.2020).  
- Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2000 - . - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей
2. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. –URL: [www.scopus.com/](http://www.scopus.com/) (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение**, основано на интеграции технологий традиционного и электронного обучения, замещении части традиционных учебных форм занятий формами и видами взаимодействия в электронной образовательной среде, такие как, skype, zoom.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта,

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах *видеолекций, тестирования* в ОРИОКС .

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются внешние электронные ресурсы в формах: *электронных компонентов сервисов: сервисы youtube: [https://youtu.be/4lm\\_1UIHIDI](https://youtu.be/4lm_1UIHIDI), <https://youtu.be/feSWJzvO3Sk>, [https://youtu.be/O2OMnok\\_M1A](https://youtu.be/O2OMnok_M1A), [https://youtu.be/KgEQImMZ5\\_s](https://youtu.be/KgEQImMZ5_s), <https://youtu.be/jUp-cosXIq>*

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень программного обеспечения                                           |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Аудитории для лекций и практических занятий                               | Мультимедийное оборудование                                               | Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office |

|                                      |                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      |                                                                                                                                                 | Professional Plus                                                                                                                                                  |
| Компьютерный класс                   | Компьютерная техника                                                                                                                            | Cadence Software, операционная система Linux                                                                                                                       |
| Помещение для самостоятельной работы | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ | Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC |

## **10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ**

ФОС по компетенции/подкомпетенции ПК-1.ОПЭКБ «Способен выполнять расчет и проектирование блоков электронных схем с использованием систем автоматизированного проектирования».

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины в электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **11.1. Особенности организации процесса обучения**

Выполнение и защита лабораторных работ проводятся в индивидуальном порядке и являются обязательными. Вариант задания уточняется преподавателем. На защиту необходимо предоставить отчет с результатами выполнения работы.

Во время самостоятельной работы студенты готовятся к лабораторным работам, опросам на лекциях и контрольным работам. Помимо предложенной учебной литературы и материалов лекций для подготовки к контрольным мероприятиям можно использовать on-line-материалы, доступ к которым осуществляется по гиперссылкам, которые преподаватель предоставляет студентам на первых лекциях. Гиперссылки «привязаны» к темам лекций и лабораторных работ.

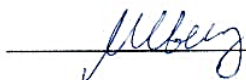
Консультации студентов проводятся в очной форме в часы консультаций и по электронной почте.

### **11.2. Система контроля и оценивания**

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система. Баллами оцениваются: выполнение и защита лабораторных работ, контрольные мероприятия, активность на занятиях, выполнение и защита практикоориентированного задания.

### **Разработчики:**

Доцент, к.т.н.



/ А.В. Швец /

Рабочая программа дисциплины «Основы проектирования электронной компонентной базы» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника» по направленности (профилю) «Квантовые приборы и микроэлектроника» разработана на кафедре ИЭМС и утверждена на заседании кафедры 26.11 2020 года, протокол № 5

Заведующий кафедрой  / Ю.А. Чаплыгин /

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой КФН

Заведующий кафедрой КФН  / А.А. Горбачевич /

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК  / И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки  / Т.П. Филиппова /