

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 01.09.2020 15:20:16  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73647e3a047b030c78b3d56

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



*[Handwritten signature]*  
И.Г. Игнатова  
*« 1 » 12 20 20*

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Схемотехника цифровых БИС»

Направление подготовки - 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль) – «Автоматизация проектирования изделий наноэлектроники»

Москва 2020

## 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 нанoeлектроники 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:** А – «Разработка электрических схем и характеристика стандартных ячеек библиотеки»

**Трудовая функция:** А/01.6 – «Разработка электрических схем стандартных ячеек библиотеки»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
<b>ПК-1.СхЦИС</b> Способен использовать стандартные программные средства компьютерного моделирования цифровых БИС	Разработка цифровых библиотек стандартных ячеек и сложнофункциональных блоков	<b>Знания</b> принципов построения физических и математических моделей элементов цифровых БИС. <b>Умения</b> разрабатывать физические и математические модели элементов цифровых БИС. <b>Опыт</b> использования компьютерного моделирования цифровых БИС.

**Компетенция ПК-2** «Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения» **сформулирована на основе профессионального стандарта 40.040** «Инженер в области разработки цифровых библиотек стандартных ячеек и сложнофункциональных блоков».

**Обобщенная трудовая функция:** А – «Разработка электрических схем и характеристика стандартных ячеек библиотеки»

**Трудовая функция:** А/01.6 – «Разработка электрических схем стандартных ячеек библиотеки»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
<b>ПК-2.СхЦИС</b> Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования схемотехнических параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	Разработка цифровых библиотек стандартных ячеек и сложнофункциональных блоков	<b>Знания</b> методик проведения исследований схемотехнических параметров и характеристик узлов, блоков. <b>Умения</b> проводить исследования схемотехнических характеристик электронных приборов. <b>Опыт</b> исследования схемотехнических характеристик схем, устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы, изучается на 4 курсе 8-го семестра бакалавриата (очная форма обучения).

Изучение дисциплины «Схемотехника цифровых БИС» базируется на следующих ранее изучаемых дисциплинах: «Общая физика», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Основы электротехники», «Радиоэлектроника», «Технология ИМС», «Интегральная схемотехника», «Физика полупроводниковых приборов», «модели и методы анализа проектных решений».

Студент для освоения курса должен знать основы линейной алгебры, теории электрических цепей и электронных схем, уметь разрабатывать алгоритмы решения задач.

### 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)		
4	8	3	108	12	36	-	60	ЗаО

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Маршрут проектирования на основе стандартных ячеек.	4	8	-	10	Защита лабораторных работ №1,2.
2. Системы на кристалле.	4	12	-	23	Защита лабораторных работ №3,4.
					Защита лабораторных работ №5,6.
					Прохождение рубежного контроля в форме тестирования.
3. Оптимизация схемотехнических решений.	4	12	-	23	Защита лабораторных работ №7,8.
					Прохождение тестирования.
					Защита реферата
1-3	-	-	-	4	Сдача практико-ориентированного задания

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Маршрут/методология проектирования на основе стандартных ячеек
	2	2	Логика на проходных ключах. Динамическая логика
2	3	2	Маршрут/методология проектирования систем на кристалле
	4	2	Обеспечение синхронизации в цифровых схемах. Типовые решения при проектировании цифровых интерфейсов
3	5	2	Методы экономии потребляемой мощности при проектировании цифровых схем
	6	2	Обеспечение надежности цифровых схем на этапе проектирования

#### 4.2. Практические занятия

*Не предусмотрены*

#### 4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Исследование альтернативных схемно-конструктивных вариантов построения комбинационных библиотечных элементов цифровых схем
	2	4	Исследование альтернативных схемно-конструктивных вариантов построения последовательностных библиотечных элементов цифровых схем
2	3	4	Проектирование и исследование сложных (комплексных) КМОП логических вентилях комбинационного типа
	4	4	Схемотехническое и топологическое проектирование и функциональная верификация цифрового логического устройства на основе ограниченного набора цифровых базовых элементов
	5	4	Схемотехническое проектирование и исследование принципов функционирования комбинационных цифровых устройств
3	6	4	Схемотехническое проектирование и исследование принципов

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
			функционирования последовательностных цифровых устройств
	7	4	Схемотехническое проектирование и исследование цифровых счетчиков с произвольным порядком счета
	8	8	Схемотехническое проектирование и исследование схем первичной обработки цифрового сигнала

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	10	Подготовка к лабораторной работе №1,2: изучение теоретического материала занятия, подготовка к ответам на контрольные вопросы.
2	20	Подготовка к лабораторной работе №3,4,5: изучение теоретического материала занятия, подготовка к ответам на контрольные вопросы. Подготовка к рубежному контролю.
3	20	Подготовка к лабораторной работе №6,7,8: изучение теоретического материала занятия, подготовка к ответам на контрольные вопросы. Подготовка к тестированию. Подготовка к реферату. Подготовка к зачету.
1, 2, 3	10	Выполнение практико-ориентированного задания. Подготовка к зачёту с оценкой

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

Не предусмотрены

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

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

- Методические указания студентам по организации изучения дисциплины доступны по адресу: [https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id\\_science=2079787](https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id_science=2079787);
- Методические рекомендации преподавателям;
- Задания на лабораторные работы;

- Дополнительные материалы к дисциплине: видеоролики, презентации, статьи, нормативные документы.
- Методические указания студентам по подготовке реферата.

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Литература

1. Воробьев Н.В. Схемотехника ЭВМ: Учеб.пособие. Ч. 1 : Комбинационные узлы / Н.В. Воробьев, А.Н. Якунин; М-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, МГИЭТ(ТУ). - М. : МИЭТ, 2009. - 160 с. - ISBN 978-5-7256-0553-2
2. Новиков Ю.В. Введение в цифровую схемотехнику : учебное пособие / Ю. В. Новиков. — 2-е изд. — Москва: ИНТУИТ, 2016. — 392 с. — ISBN 5-94774-600-X. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/100676> (дата обращения: 17.02.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Уэйкерли Д.Ф. Проектирование цифровых устройств: Пер. с англ. Т.1 / Д. Ф. Уэйкерли. - М. :Постмаркет, 2002. - 544 с. - (Библиотека современной электроники). - ISBN 5-901095-12-X
4. Уэйкерли Д.Ф. Проектирование цифровых устройств: Пер. с англ. Т.2 / Д. Ф. Уэйкерли. - М. :Постмаркет, 2002. - 1088 с. - (Библиотека современной электроники). - ISBN 5-901095-12-X
5. Новожилов, О.П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 2: учебник для академического бакалавриата / О.П. Новожилов. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 421 с. — (Бакалавр.Академический курс). — ISBN 978-5-534-03515-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/434562> (дата обращения: 12.03.2021)

### Периодические издания

1. Микроэлектроника / РАН. - М. : ИКЦ Академкнига, 1972 - . - URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7900> (дата обращения: 30.10.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей. - ISSN 0544-1269
2. Известия вузов. Электроника : Научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - М. : МИЭТ, 1996 - . - ISSN 1561 - 5405

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ 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. Электронно-библиотечная система Лань : сайт. - Санкт-Петербург, 2011 - . - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

3. 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
4. BOOK.RU: Электронно-библиотечная система: сайт. - Москва, 2010 - . - URL: <https://www.book.ru/> (дата обращения: 30.10.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.
5. ЭБС Юрайт: [biblio-online.ru](http://biblio-online.ru): образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://www.biblio-online.ru/> (дата обращения: 30.10.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.
6. Хабр : сайт. – 2006-2021. - URL: <https://habr.com/ru/> (дата обращения: 16.11.2020).

## **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В ходе реализации обучения используется смешанное обучение, применяется модель смешанного обучения «расширенная виртуальная модель», которая предполагает обязательное присутствие студентов на очных учебных занятиях (лекциях и лабораторных работах) с последующим самостоятельным выполнением индивидуального задания (индивидуальные задания к лабораторным работам и задание на опыт деятельности).

Обучение может реализовываться с применением дистанционных образовательных технологий.

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

Для взаимодействия студентов с преподавателем могут использоваться сервисы обратной связи, такие как электронная почта, социальная сеть ВКонтакте, система видеоконференций Zoom.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы(<http://orioks.miet.ru>): электронные версии лекций, лабораторных заданий и другие.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: электронная почта преподавателя, ВКонтакте, Skype, Google диск и др.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>.

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень программного обеспечения</b>
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	Microsoft (Azure), Microsoft Office



Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс	ПЭВМ I5 (Intel Core i5 7400, монитор 21,5" АОС i2269Vw)	Microsoft (Azure), Symica FE, Microwind, Microsoft Office.
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	Microsoft (Azure), браузер Google Chrome

## 10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-1.СхЦИС** «Способен использовать стандартные программные средства компьютерного моделирования цифровых БИС».
2. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-2.СхЦИС** «Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования схемотехнических параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения».

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Особенности организации процесса обучения

Для формирования подкомпетенций и приобретения необходимых знаний, умений и опыта деятельности в рамках изучения данной дисциплины проводятся лекции и лабораторные работы. Дополнительной формой аудиторной работы являются консультации.

**Лекции** проводятся в каждом модуле. В них оценивается степень усвоения пройденного материала, уровень аргументации своего мнения и владения устной речью. Предварительно преподаватель формулирует вопрос, ответ на который является предметом дискуссии. Для проверки полученных знаний по окончании курса проводится тестирование.

**Лабораторные работы** содержатся в каждом модуле. Выполнению заданий предшествует проверка знаний студентов - их теоретической готовности к выполнению

задания. По окончании выполнения каждого задания проводится обсуждение и защита результатов выполнения с каждым студентом. В заданиях присутствуют разделы, в которых нет четких инструкций их выполнения, что требует от студентов самостоятельного решения (выбора способов выполнения работы в литературных источниках).

**Самостоятельная работа студентов** предусматривает подготовку к лекциям, лабораторным работам, контрольным вопросам, изучение литературы с целью более глубокого освоения изучаемой темы и выполнение тестов.

С целью качественной организации самостоятельной работы студентов проводятся разъяснения материала. Вводное разъяснение проводится лектором дисциплины в начале первой лекции и включает: информацию о структуре и графике контрольных мероприятий, содержании и порядке проведения контрольных мероприятий, правилах оценивания согласно НБС МИЭТ, учебной литературе и дополнительных информационных источниках, основных требованиях по оценке качества освоения дисциплины, самостоятельной работе студентов, организации и назначении консультаций. На каждой из последующих лекций проводится разъяснение по выполнению заданий для СРС.

Для студентов проводятся консультации. Студентам рекомендуется активно пользоваться консультациями преподавателя: это единственная возможность обучаться индивидуально и выяснить все возникшие вопросы. Кроме этого, на консультациях можно защитить лабораторную работу, если не успели на занятии.

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде зачета с оценкой с публичным представлением результатов заданий СРС на опыт деятельности и заданий проектного типа.

## 11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме до 60 баллов) и сдача дифференцированного зачета (максимум 40 баллов). Перечень контрольных мероприятий и методика их балльной оценки изложена в МУС.

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.


**РАЗРАБОТЧИК:**

Доцент кафедры ПКИМС, к.т.н.



/О.А.Сомов/

Рабочая программа дисциплины «Схемотехника цифровых БИС» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», направленности (профилю) «Автоматизация проектирования изделий нанoeлектроники» разработана на кафедре ПКИМС и утверждена на заседании кафедры 27 ноября 2020 года, протокол № 8

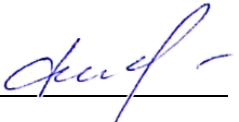
Заведующий кафедрой ПКИМС  /С.В. Гаврилов/

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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/  
/