

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 18.08.2025 15:52:50

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d70e80e3a02b8807

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

И.Г. Игнатова

« 2 » декабря 2020 г.

М.П.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование аналоговых интегральных схем»

Направление подготовки – 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль) – «Автоматизированное проектирование субмикронных СБИС
и систем на кристалле»

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-1 «Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач» **сформулирована на основе профессионального стандарта 40.035 «Инженер-конструктор аналоговых сложно-функциональных блоков»**

Обобщенная трудовая функция: Д – «Сопровождение работ по проекту, контроль требований технического задания на аналоговый СФ-блок и отдельные аналоговые блоки»

Трудовая функция: Д/02.7 – «Контроль первичных технических требований, выбор технологического базиса для аналогового СФ-блока»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
ПК-1.ПАИС Способен обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	Обоснованный выбор методов и средств проектных решений аналоговых блоков в соответствии с требованиями технического задания	Знания тенденций и перспектив развития схем с аналоговой обработкой сигнала Умения обоснованно выбирать методы и средства проектирования аналоговых схем Опыт выбора теоретических и экспериментальных методов исследования аналоговых схем

Компетенция ПК-6 «Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований» **сформулирована на основе профессионального стандарта 40.035 «Инженер-конструктор аналоговых сложно-функциональных блоков»**

Обобщенная трудовая функция: Д – «Сопровождение работ по проекту, контроль требований технического задания на аналоговый СФ-блок и отдельные аналоговые блоки»

Трудовая функция: Д/02.7 – «Контроль первичных технических требований, выбор технологического базиса для аналогового СФ-блока»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
ПК-6.ПАИС Способен проектировать аналоговые устройства с учетом заданных требований	Обоснованный выбор проектных решений аналоговых блоков в соответствии с требованиями технического задания	Знания схемотехнических решений для обработки аналогового сигнала Умения разрабатывать аналоговые схемы с учетом заданных требований Опыт разработки аналоговых схем различного функционального назначения

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Изучение дисциплины базируется на следующих ранее изучаемых дисциплинах: «Электротехника», «Радиоэлектроника», «Физика полупроводников и полупроводниковых приборов», «Интегральная схемотехника», «Схемотехника аналоговых ИС», «Проектирование и технология электронной компонентной базы». Для успешного усвоения дисциплины наиболее важными являются следующие разделы (темы) этих дисциплин: модели полупроводниковых приборов, схемотехнические решения базовых элементов, методы проектирования и компьютерного моделирования схем.

На материалах, изучаемых в данной дисциплине, базируются следующие дисциплины учебного плана, изучаемые позднее: «Проектирование схем со смешанными сигналами», «Цифровые интегральные схемы. Энергоэффективное проектирование».

Материалы, изучаемые в данной дисциплине, используются при прохождении практик и подготовке выпускной квалификационной работы.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)	Практические занятия (часы)		
2	3	108	76	-	16	16	40	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)			
1. Функциональные блоки	-	16	16	40		Защита лабораторных работ
						Написание контрольных работ
						Сдача практико-ориентированного задания

4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Операционные усилители. Основные определения. Способы включения. Структурная схема. Преобразование сопротивления ОУ, включенного в режиме повторителя.
	2	2	Классификация входных и выходных каскадов ОУ. Примеры выполнения операционных усилителей на биполярных и полевых транзисторах. Амплитудно-частотная характеристика ОУ. Определение частоты единичного усиления.
	3	2	Устойчивость ОУ. Определение частоты f_{180° . Определение запаса по фазе. Коррекция частотной характеристики. Применения ОУ.
	4	2	Компараторы напряжения. Определение параметров. Компараторы с положительной обратной связью. Реализация компараторов на биполярных и МОП-транзисторах. Компаратор напряжения на переключаемом конденсаторе.
	5	2	Фильтры. Активные фильтры. Преобразователи отрицательного полного сопротивления и гираторы
	6	2	Балансные смесители. Ячейка Гильберта. Функциональные решения на основе ячейки Гильберта.

	7	2	Генератор, управляемый напряжением. Параметры. Схемотехнические решения.
	8	2	Фазовые детекторы. Классификация. Схемотехнические решения. ФАПЧ. Параметры. Применения ФАПЧ.

4.3. Практическая подготовка при проведении лабораторных работ

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Практическая подготовка. Разработка и исследование двухкаскадного операционного усилителя с активной нагрузкой.
	2	4	Практическая подготовка. Разработка и исследование телескопического операционного усилителя
	3	4	Практическая подготовка. Разработка и исследование операционного усилителя типа «свернутый каскод»
	4	4	Практическая подготовка. Разработка и исследование операционного усилителя с увеличенным размахом входного рабочего напряжения

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	6	Работа с учебной литературой и ресурсами Интернет по теме модуля
	15	Подготовка к лабораторным работам.
	15	Подготовка к практическим занятиям и контрольным работам.
	4	Выполнение практико-ориентированного задания.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Для каждого модуля используется соответствующее пособие, размещенное в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>)

Методические указания студентам по изучению дисциплины «Проектирование аналоговых интегральных схем»:

https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id_science=451478

Модуль 1. «Функциональные блоки»

- ✓ Виды самостоятельной работы студентов и методические материалы по выполнению заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 1 содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов».
- ✓ Материалы для выполнения заданий практических занятий содержатся в электронном ресурсе «Методическое пособие для практических (семинарских) занятий по дисциплине «Проектирование аналоговых ИС».
- ✓ Материалы для подготовки к выполнению лабораторных работ содержатся в электронном ресурсе «Лабораторный практикум по «Проектирование аналоговых ИС».

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Миндеева А.А. Элементная база аналоговых схем. Учеб. пособие / А.А. Миндеева; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2012. - 184 с. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5-7256-0702-4
2. Тимошенко В.П. Элементная база систем связи : Учеб. пособие / В.П. Тимошенко, А.А. Миндеева; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2015. - 224 с. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5-7256-0826-7.
3. Хоровиц П. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл; Пер. с англ. - 7-е изд. - М. : БИНОМ, 2015. - 704 с. - ISBN 978-5-9518-0351-1; ISBN 978-0-521-37095-7
4. Опадчий Ю.Ф. Аналоговая и цифровая электроника (Полный курс) : Учебник для вузов / Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров; Под ред. О.П. Глудкина. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 768 с. - ISBN 5-93517-002-7
5. Баринов В.В. Телекоммуникационные системы на кристалле : Учеб. пособие: В 2-х ч. Ч. 1 : Основы схемотехники КМДП аналоговых ИМС / В.В. Баринов, Ю.В. Круглов, А.Г. Тимошенко; Под ред. В.В. Баринова. - М. : МИЭТ, 2007. - 236 с. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5-7256-0481-8
6. Щука А.А. Электроника Ч.2: Микроэлектроника.- М. : Юрайт, 2016. - 326 с. Ссылка на ресурс: <http://www.biblio-online.ru/book/24F7B762-459F-4578-977E-1741DED806A0>
7. Новожилов О.П. Электроника и схемотехника : В 2-х ч. : Учебник для академического бакалавриата. Ч. 1 / О.П. Новожилов. - М. : Юрайт, 2016. - 382 с. – URL:<https://urait.ru/bcode/434561> - ISBN 978-5-9916-7353-2 (ч.1); ISBN 978-5-9916-7354-9
Новожилов О.П. Электроника и схемотехника : В 2-х ч. : Учеб. для академического бакалавриата. Ч. 2 / О.П. Новожилов. - М. : Юрайт, 2016. - 421 с. – URL:<https://urait.ru/bcode/434562>. - ISBN 978-5-9916-7355-6 (ч. 2); ISBN 978-5-9916-7354-9.

8. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника (для бакалавров): Учеб. пособие / В.Г. Гусев. - М. : Кнорус, 2018. - URL: <https://www.book.ru/book/926521> (дата обращения: 01.09.2019). - ISBN 978-5-406-06106-0.
9. Эннс В.И. Проектирование аналоговых КМОП - микросхем: Краткий справочник разработчика / В.И. Эннс, Ю.М. Кобзев. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 454 с. - ISBN 5-93517-238-0

Периодические издания

1. ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. ЭЛЕКТРОНИКА: Научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - М. : МИЭТ, 1996 -.
2. IEEE TRANSACTIONS ON COMPUTER AIDED DESIGN OF INTERGRATED CIRCUITS & SYSTEMS . - USA : IEEE, [б.г.]. – URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=43> (дата обращения: 12.12.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: Теорет. и прикладной науч.-техн. журн. / Издательство "Новые технологии". - М. : Новые технологии, 1995 -.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Лань : электронно-библиотечная система. - Санкт-Петербург, 2011 - . - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 30.10.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
2. Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения: 05.11.2020); Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
3. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. – URL: www.scopus.com/ (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
4. ФИПС : Информационно-поисковая система: сайт. - Москва, 2009 - . - URL: <https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/index.php> (дата обращения: 30.09.2019)
5. ProQuest : сайт. - URL: <http://search.proquest.com/> (дата обращения: 30.10.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
6. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 30.10.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей
7. IEEE/IET Electronic Library (IEL) = IEEE Xplore : электронная библиотека. - USA ; UK, 1998 - . - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение**, которое предполагает использование внешних электронных ресурсов сети Интернет для самостоятельной работы по освоению дополнительного материала дисциплины.

Материал электронного курса посвящен особенностям проектирования аналоговых схем с использованием САПР. Студенту требуется изучать материалы курса параллельно с основным материалом. Студенту необходимо самостоятельно изучить материал и выполнить тестовые задания.

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

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

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** (<http://orioks.miet.ru>).

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешний электронный ресурс** в формате: *внешнего онлайн-курса*: ECG 720 Advanced Analog Integrated Circuit Design на сайте <http://cmosedu.com/jbaker/courses/courses.htm>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, Учебная доска	Microsoft (Azure), Microsoft Office
Учебно-образовательный центр SYNOPSYS-МИЭТ каф. ПКИМС ауд.7207	ПЭВМ Intel LGA1156 Core i7-3770k с мониторами Dell	OC Centos САПР Synopsys Inc.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	OC Windows (Azure), Microsoft (Azure)

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-1.ПАИС** «Способен обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач»
2. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-6.ПАИС** «Способен проектировать аналоговые устройства с учетом заданных требований»

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

Студенты, изучающие дисциплину, обязаны:

- выполнить контрольные работы и практическое задание;
- выполнить лабораторные работы (подтверждается сдачей каждой лабораторной работы);
- принять участие в опросах и дискуссиях на практических занятиях;
- выполнить задание на практический опыт деятельности.

В процессе изучения курса предполагается самостоятельная работа студента при подготовке к лекционным занятиям, лабораторным работам, использование основной и дополнительной литературы, интернет-ресурсов.

С целью качественной организации самостоятельной работы студентов проводятся разъяснения материала. Вводное разъяснение проводится семинаристом дисциплины в начале первого занятия 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.

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.

В конце семестра студентами выполняется практико-ориентированное задание, по результатам которого происходит публичное представление результатов заданий СРС на опыт деятельности.

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме максимум 80 баллов), и сдача зачета (максимум 20 баллов).

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

РАЗРАБОТЧИК:

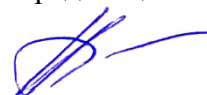
Доцент кафедры ПКИМС _____  _____ /А.А. Миндеева/

Рабочая программа дисциплины «Проектирование аналоговых интегральных схем» по направлению подготовки 11.04.04 ««Электроника и наноэлектроника», направленности (профилю) «Автоматизированное проектирование субмикронных СБИС и систем на кристалле» разработана на кафедре ПКИМС и утверждена на заседании кафедры 27 ноября 2020 года, протокол № 8

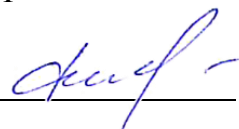
Заведующий кафедрой ПКИМС _____  /С.В. Гаврилов/

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/