Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 24.06.2025 11:21:55
Уникальный программный ключ:
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____ И.Г. Игнатова
«_2_» _____12_____ 20_20_

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Маршрут проектирования цифровых интегральных схем»

Направление подготовки - 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
Направленность (профиль) – «Лингвистические средства САПР сверхбольших интегральных схем и систем на кристалле»

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 021B3F91004AAD61874DBC90987DB30618
Владелец: Беспалов Владимир Александрович
Действителен: с 17.06.2021 до 17.06.2022

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-3 «Способен разрабатывать программно-аппаратные встраиваемые комплексы» с**формулирована на основе профессионального стандарта 06.015** «Специалист по информационным системам».
Обобщенная трудовая функция: D – «Управление работами по сопровождению и проектами создания (модификации) ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы»
Трудовая функция: D/16.7 – «Организационное и технологическое обеспечение проектирования и дизайна ИС»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	**Задачи профессиональной деятельности**	**Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций**
ПК-3-МПЦИС Способен разрабатывать программно-аппаратные встраиваемые комплексы с использованием САПР	Проектирование программных и аппаратных средств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	***Знания*** инструментов и методов проектирования программно-аппаратных комплексов информационных систем ***Умения*** реализовать программно-аппаратные комплексы информационных систем в соответствии с отраслевыми стандартами и технологиями ***Опыт*** использования программных и аппаратных средств разработки информационных комплексов и систем

Компетенция ПК-6 «Способен проводить исследование и анализ алгоритмической и математической составляющей разрабатываемого ПО» **сформулирована на основе профессионального стандарта 40.019** «Специалист по функциональной верификации и разработке тестов функционального контроля наноразмерных интегральных схем»
Обобщенная трудовая функция: С – «Выполнение работ по верификации моделей интегральной схемы и ее составных блоков»
Трудовая функция: С/04.7 – «Проведение предварительного анализа результатов тестов»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	**Задачи профессиональной деятельности**	**Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций**
ПК-6. МПЦИС Способен проводить исследование и анализ алгоритмической и	Исследование и анализ программных средств в соответствии с	***Знания*** основных программных компонентов средств автоматизированного проектирования ЦИС ***Умения*** исследовать и анализировать

математической составляющей средств проектирования ЦИС	техническими требованиями к САПР;	влияние настроек программных средств на характеристики конечного решения при проектировании ЦИС ***Опыт*** анализа эффективности маршрутов автоматизированного проектирования схем и систем с учетом технических требований

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Изучение дисциплины базируется на следующих ранее изучаемых дисциплинах: «Физика полупроводников и полупроводниковых приборов», «Интегральная схемотехника».

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)	**Лабораторные работы (часы)**	**Практические занятия (часы)**	**Практическая подготовка**		
1	1	4	144	16	16	0	16	112	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	**Контактная работа**				**Самостоятельная работа**	**Формы текущего контроля**
	Лекции	**Практические занятия**	**Лабораторные работы**	**Практическая подготовка**		
1. Схемотехническое проектирование СБИС	10	-	8	8	54	Защита лабораторных работ Прохождение устного опроса
2. Функционально-логическое	6	-	8	8	54	Защита лабораторных работ

проектирование СБИС						Прохождение устного опроса
1, 2	-	-	-	-	4	Сдача практико-ориентировнного задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Маршруты проектирования энрегосберегающих схем и систем в САПР Synopsys. Различие маршрутов полузаказных и заказных схем
	2	2	Особенности маршрута проектирования заказных схем в Synopsys. Схемотехническое проектирование. Методы оптимизации энергопотребления при схемотехническом проектировании.
	3	2	Средства Synopsys для топологического проектирование. Правила топологии. Посттопологическая верификация.
	4	2	Особенности реализации энергоэффективных решений (шины питания, цепи синхронизации) с помощью средств физического проектирования САПР Synopsys. Экстракция параметров.
	5	2	Маршрут проектирования полузаказных с использованием HDL и его особенности в САПР Synopsys. Разработка модели схемы на RTL .
2	6	2	Средства Synopsys для функциональная верификации HDL кода. Модификация RTL-кода с учетом использования методов энергосбережения Synopsys.
	7	2	Логический синтез в Synopsys DC с интеграцией различных методов оптимизации динамической мощности (clock gating, data gating). Аннотация переключательной активности.
	8	2	Логический синтез в Synopsys DC с интеграцией различных методов оптимизации статической мощности (power gating, $MultiV_{DD}$,$MultiV_{TH}$). Статический временной анализ с учетом энергопотребления

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены.

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Практическая подготовка. Изучение основ САПР Synopys. Разработка схемотехнического описания согласно заданию. Схемотехническое моделирование. Анализ работоспособности
	2	4	Практическая подготовка. Анализ статических и динамических параметров разработанной схемы. Проведение параметрической оптимизации мощности и задержек.
2	3	4	Практическая подготовка. Создание RTL описания функционального блока на HDLc использованием Synopsys. Моделирование и функциональная верификация RTL-кода.
	4	4	Практическая подготовка. Маршрут логического синтеза в Synopsys. Использование TCL при построение скрипта для синтеза. Логический синтез с оптимизацией по мощности и быстродействию. Учет физических параметров.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	26	Освоение теоретического материала и подготовка к лекции по проблемам схемотехнического проектирования. Работа с учебной литературой.
	28	Освоение теоретического материала, подготовка к лабораторной работе по проблемам схемотехнического проектирования. Работа с ресурсами Интернета.
2	26	Освоение теоретического материала и подготовка к лекции по проблемам автоматизированного логического синтеза. Работа с учебной литературой.
	28	Освоение теоретического материала, подготовка к лабораторной работе по теме автоматизированного логического синтеза. Работа с ресурсами Интернета.
1, 2	4	Выполнение практико-ориентированного задания

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// URL: , http://orioks.miet.ru/):

Методические указания студентам по изучению дисциплины «Маршрут проектирования цифровых интегральных схем»: https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id_science=2433732

Модуль 1 «Схемотехническое проектирование СБИС»

1) *Пособие по самостоятельной работе студентов*

http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/normal1/003p8qcwsq3q3y/srs_pecbis_m1_pkims_210100.68_niu49.doc

Модуль 2 «Функционально-логическое проектирование СБИС»

1) *Пособие по самостоятельной работе студентов*

http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/ftp/pub/2013/3/515164921d38d/srs_pecbis_m2_pkims_210100.68_niu49.doc

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Проектирование энергоэффективных цифровых схем: учебное пособие / А. В. Коршунов, П. С. Волобуев, В. М. Дьяконов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Нац. исслед. ун-т «МИЭТ». - Москва : МИЭТ, 2012. - 116 с.
2. Трубочкина Н.К. Наноэлектроника и схемотехника : В 2-х ч. : Учеб. для академического бакалавриата. Ч. 1 / Н.К. Трубочкина. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2019. - 281 с. - (Бакалавр. Академический курс). - URL: https://biblio-online.ru/book/nanoelektronika-i-shemotehnika-v-2-ch-chast-1-433848 (дата обращения: 01.11.2020). - ISBN 978-5-9916-7735-6; 978-5-9916-7736-3
3. Трубочкина Н.К. Наноэлектроника и схемотехника : В 2-х ч. : Учеб. для академического бакалавриата. Ч. 2 / Н.К. Трубочкина. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2019. - 262 с. - (Бакалавр. Академический курс). - URL: https://biblio-online.ru/book/nanoelektronika-i-shemotehnika-v-2-ch-chast-2-434225 (дата обращения: 01.11.2020). - ISBN 978-5-9916-7737-0; 978-5-9916-7736-3.
4. Электроника интегральных схем. Лабораторные работы и упражнения [Текст] : Учеб. пособие / Под ред. К.О. Петросянца; Рец. М.А. Королев. - М. : СОЛОН-Пресс, 2017. - 556 с.
5. Белоус А.И. Основы конструирования высокоскоростных электронных устройств. Краткий курс "белой магии": Под общ. ред. А.И. Белоуса / А.И. Белоус, В.А. Солодуха, С.В. Шведов. - М. : Техносфера, 2017. - 872 с. - (Мир электроники). - URL: https://e.lanbook.com/book/110950 (дата обращения: 10.11.2020). - ISBN 978-5-94836-500-8
6. 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: 01.11.2020). - ISBN 978-5-406-06106-0.

Нормативная литература

Не требуется

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 проблематике сквозного системного проектирования гетерогенных технотронных комплексов, в то время как основной курс рассматривает только проектирования СБИС и СнК. Студенту требуется изучать материалы курса параллельно с основным материалом. Электронный курс содержит 9 лекций. Студенту необходимо самостоятельно изучить материал лекций и выполнить тестовые задания по каждой лекции.

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 **внешние электронные ресурсы** в формах: *внешний онлайн-курс:*

https://intuit.ru/studies/courses/3456/698/info

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	ОС Windows (Azure) Microsoft (Azure)
Учебно-образовательный центр SYNOPSYS-МИЭТ каф. ПКИМС ауд.7207	20 ПЭВМ Intel LGA1156 Core i7-3770k с мониторами Dell	ОС Centos САПР Synopsys Inc.
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	ОС Windows (Azure) Microsoft (Azure)

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-3.МПЦИС** «Способен разрабатывать программно-аппаратные встраиваемые комплексы с использованием средств автоматизации проектирования»
2. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-6.МПЦИС** «Способен проводить исследование и анализ алгоритмической и математической составляющей средств проектирования ЦИС»

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 на базовом уровне, обязаны:

- выполнить лабораторные работы (подтверждается сдачей каждой лабораторной работы);
- принять участие в дискуссиях во время лекций;
- выполнить задание на практический опыт деятельности.

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

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.

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 зачета с оценкой.

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, к.т.н., доцент _____ /А.В. Коршунов/

Рабочая программа дисциплины «Маршрут проектирования цифровых интегральных схем» по направлению подготовки – 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», направленности (профилю) «Лингвистические средства САПР сверхбольших интегральных схем 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/