Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 05.02.2025 12:02:28
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea8626b8802

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
_____А.Г. Балашов
«_13_» _сентября_ 2024 г.
М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы логико-временного анализа СБИС»

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

Программа разработана в Передовой инженерной школе
«Средства проектирования и производства электронной компонентной базы»

Москва 2024 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Компетенция	**Подкомпетенции, формируемые в дисциплине**	**Индикаторы достижения подкомпетенций**
ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	**ОПК-1. МЛВАСБИС** Способен самостоятельно применять математические и профессиональные знания в новой или незнакомой среде	***Знания***: математических и естественнонаучных методов для использования в профессиональной деятельности. ***Умения***: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических и профессиональных знаний. ***Опыт*** теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.
ОПК-4 Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований.	**ОПК-4. МЛВАСБИС** Способен применять на практике новые научные принципы и методы в области средств проектирования	***Знания***: новых научных принципов и методов исследований в области средств проектирования. ***Умения*** применять на практике новые научные принципы и методы в области средств проектирования. ***Опыт*** применения новых научных принципов и методов для решения профессиональных задач в области средств проектирования.
ОПК-5 Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем.	**ОПК-5. МЛВАСБИС** Способен разрабатывать и модернизировать программное обеспечение информационных и автоматизированных систем проектирования	***Знания***: математические и естественнонаучные методы для использования в профессиональной деятельности. ***Умения***: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, и профессиональных знаний. ***Опыт деятельности***: опыт

		теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональн деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.
ОПК-6 Способен разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования	**ОПК-6. МЛВАСБИС** Способен разрабатывать компоненты программных комплексов автоматизированно го проектирования электронной компонентной базы	***Знания***: видов, назначений, архитектур и методов разработки программных комплексов для автоматизированного проектирования. ***Умения***: оптимизировать программный код для решения задач обработки информации и автоматизированного проектирования. ***Опыт*** составления документации по использованию и настройке компонентов комплекса автоматизированного проектирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине – необходимы компетенции в области разработки средств проектирования и производства электронной компонентной базы.

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)		
1	2	4	144	16	16	-	76	Экз (36)
2	3	4	144	16	16	-	76	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
Модуль 1. Теоретико - графовые модели КМОП - схем	8	8	-	36	Написание теста Сдача индивидуального задания Защита лабораторных работ
Модуль 2. Анализ логических корреляций в КМОП-схемах	8	8	-	40	Сдача индивидуального задания Защита лабораторных работ
Модуль 3. Логико-временной анализ цифровых схем	16	16	-	76	Написание теста Сдача индивидуального задания Защита лабораторных работ

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Тенденции и современные проблемы в области проектирования интегральных схем. Масштабирование технологии, пределы масштабирования. Разновидности (семейства) современных КМОП-схем. Быстродействующие схемы типа “домино”. CPL-схемы
	2.	2	Вариации параметров и их влияние на рабочие характеристики СБИС. Булева алгебра. Отношение порядка в булевой алгебре. Двузначная булева алгебра (алгебра логики). Граф булевых функций
	3	2	Обобщение понятия Булевой алгебры. Примеры. Четырехзначная логика для моделирования типов переключений. Четырехзначная логика для моделирования нестандартных состояний в КМОП-схемах. Диаграммы двоичных решений и их применение в моделировании КМОП-схем
	4	2	Подсхемы элементов, связанных по постоянному току (DCCC). DCCC-граф. Pull-up, pull-down цепочки КМОП-вентиля. SP-граф для описания структуры и логики КМОП-вентиля

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
2	5	2	Анализ логических корреляций в схеме на основе метода импликаций. Правила распространения логических корреляций на основе метода импликаций. Метод резолюций, модифицированный для анализа логики цифровой КМОП-схемы, генерация логических ограничений на транзисторном уровне
	6	2	Вывод логических функций на основе метода резолюций. Редукция системы логических ограничений. Реализация правил распространения импликаций на основе метода резолюций. Вывод правил распространения импликаций на основе метода резолюций
	7	2	Сравнительный анализ методов распространения логических ограничений: метод импликаций, метода резолюций. Гиперграф логических ограничений КМОП-схемы. Алгоритмы кодирования в гиперграфе логических ограничений КМОП-схемы. Алгоритмы поиска логических ограничений в гиперграфе логических ограничений КМОП-схемы
	8	2	Типы шумов в цифровой схеме (Low Overshoot, High Underhoot, Low Underhoot, High Overshoot, Falling Slow, Falling Fast, Rising Slow, Rising Fast). Понятие кластера в анализе шумов, консервативный метод суммарного влияния узлов-агрессоров на узел-жертву. Учет временных корреляций в анализе шумов. Учет логических корреляций в анализе шумов. Характеристическая ROBDD для кластера при анализе шумов. MWIS-метод анализа влияния шумов на быстродействие
3	9	2	Основные понятия статического временного анализа: LAT, EAT, LRT, ERT. Методы расчета LAT, EAT, LRT, ERT без учета логических корреляций. Методы расчета LAT, EAT, LRT, ERT с учетом логических корреляций
	10	2	Анализ задержек межсоединений, определение Элморовкой задержки в терминах моментов для преобразования Лапласа для отклика RLC-цепи. Pi-модель RCL-цепи. Преобразование RLC цепей на основе правила Y-delta для обобщенной проводимости
	11	2	Анализ задержек межсоединений с учетом 2-го и 3-го моментов для преобразования Лапласа отклика RLC-цепи. Понятие эффективной емкости RLC-цепи, методы расчета эффективной емкости на основе моментов тока
	12	2	Детерминированный и статистический статический временной анализ. Линейная модель задержки в статистическом статическом временном анализе. Понятие локальных и глобальных вариаций. MWIS-метод анализа влияния шумов на быстродействие
	13	2	Метод ветвей и границ для анализа влияния шумов на быстродействие Методы характеризации библиотечных элементов СБИС. NLDM-модель. Структура Liberty – формата для NLDM-модели. Формула расчета входной емкости для NLDM-модели
	14	2	Характеризация логических элементов. Билинейная интерполяция функций задержек и фронта. Контроль точности при использовании билинейной интерполяции. Экстракция логических функций на основе

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
			обобщенного метода исключений Гаусса. Генерация SP-DAG графа
	15	2	Методы генерации входных последовательностей для характеризации. Характеризация элементов памяти. Понятие времени удержания (hold) и времени установления (setup). Взаимная зависимость hold и setup. Поиск зависимых и независимых значений hold и setu
	16	2	CCS-модель. ECSM-модель. CCS-модель ресивера, CCS-модель драйвера. Структура Liberty – формата для CCS-модели. ECSM-модель ресивера, ECSM-модель драйвера. Структура Liberty – формата для ECSM-модели. Преобразование ECSM-модели драйвера в CCS и наоборот

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Практическая подготовка. Основы работы с САПР SiliconSmart. Написание скриптов на языке TCL.
	2	4	Практическая подготовка. Исследование зависимости результатов характеризации от режима экстракции паразитных параметров в нетлистах.
2	5	4	Практическая подготовка. Исследование зависимости результатов характеризации от сочетания напряжения питания, температуры и моделей транзисторов.
	6	4	Практическая подготовка. Исследование зависимости результатов характеризации от режима генерации сетки входных фронтов и нагрузочных емкостей.
3	1	4	Практическая подготовка . Структурный синтез поведенческого Verilog-описания с учётом ограничений.
	2	4	Практическая подготовка. Статический временной анализ. Подготовка рабочего окружения. Написание скриптов на языке TCL.
	3	4	Практическая подготовка. Статический временной анализ. Исследование зависимости результатов статического временного

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
			анализа от режима генерации сетки входных фронтов и нагрузочных емкостей.
	4	4	Практическая подготовка. Статический временной анализ. Исследование зависимости результатов статического временного анализа от режима генерации сетки входных фронтов и нагрузочных емкостей.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	8	Освоение теоретического материала. Подготовка к опросу
	10	Подготовка к тестированию
	8	Выполнение индивидуального задания
	10	Подготовка к лабораторным работам
2	10	Освоение теоретического материала. Подготовка к опросу
	20	Выполнение и сдача индивидуального задания
	10	Подготовка к лабораторным работам
3	20	Освоение теоретического материала. Подготовка к опросу
	10	Подготовка к тестированию
	20	Выполнение и сдача индивидуального задания
	20	Подготовка к лабораторным работам
	6	Подготовка к экзамену

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/):

- Сценарий по дисциплине
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ

- Ссылки на литературу по всей дисциплине
- Варианты индивидуального задания
- Варианты заданий для экзамена.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1 Гаврилов, С. В. (Автор МИЭТ, Ин-т ИнЭл). Лабораторный практикум по курсу "Алгоритмы анализа и оптимизации СБИС и СнК" / С. В. Гаврилов, С. А. Ильин, А. В. Коршунов ; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - Москва : МИЭТ, 2024. - 40 с. - 2-43; б.ц., 100 экз. - Текст : непосредственный.

2 Гаврилов, С. В. (Автор МИЭТ, Ин-т ИнЭл). Лабораторный практикум по курсу "Маршрут проектирования цифровых интегральных схем. Спецглавы САПР" / С. В. Гаврилов, С. А. Ильин, А. В. Коршунов ; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - Москва : МИЭТ, 2023. - 32 с. - Имеется электронная версия издания - б.ц., 100 экз. - Текст : непосредственный : электронный.

3 Бодров, Е. Э. Основы технологии электронной компонентной базы : учебное пособие / Е. Э. Бодров. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 204 с. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1902462 (дата обращения: 01.11.2023). - ISBN 978-5-9729-0846-2. - Текст : электронный.

Нормативная литература

Не требуется

Периодические издания

1 ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. ЭЛЕКТРОНИКА [Текст] : Научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - М. : МИЭТ, 1996 -. -

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1 IEEE/IET Electronic Library (IEL) [Электронный ресурс] = IEEE Xplore : Электронная библиотека. - USA ; UK, 1998-. - URL: https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp (дата обращения : 10.01.2024). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта «Национальная подписка»

2 Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: https://e.lanbook.com (дата обращения: 10.01.2024). - Режим доступа: для авторизированных пользователей МИЭТ

3 Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: https://urait.ru/ (дата обращения : 10.01.2024); Режим доступа: для авторизированных пользователей МИЭТ.
4 eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 -. - URL: https://www.elibrary.ru/defaultx.asp (дата обращения: 10.01.2024). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации дисциплины используется **смешанное обучение**, в основе которого лежит интеграция технологий традиционного и электронного освоения компетенций, в частности за счет использования онлайн тестирования, взаимодействие со студентами в электронной образовательной среде.

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, сервисы видеоконференцсвязи, социальные сети.

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

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	Компьютер с мультимедийным оборудованием	Win pro от 7, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Crome); Acrobat reader DC
Лаборатория	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ.	Win pro от 7; QtCreator IDE; Microsoft Visual Studio; браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и	Операционная система Microsoft Windows Microsoft Office

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
	обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	браузер Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по компетенции/подкомпетенции**:**

ОПК-1. МЛВАСБИС «Способен реализовать приоритеты собственной деятельности и усовершенствовать результат на основе самооценки»

ОПК-4. МЛВАСБИС «Способен применять на практике новые научные принципы и методы в области средств проектирования»

ОПК-5. МЛВАСБИС «Способен разрабатывать и модернизировать программное обеспечение информационных и автоматизированных систем проектирования»

ОПК-6. МЛВАСБИС «Способен разрабатывать компоненты программных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования».

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

Материал представлен тремя модулями. В первом модуле рассматриваются теоретико - графовые модели КМОП - схем. Во втором модуле рассматривается анализ логических корреляций в КМОП-схемах. В третьем модуле рассматривается логико-временной анализ цифровых схем.

Выполнение и защита лабораторной работы проходит очно. Защита состоит из подготовки отчета и ответа на вопросы.

Для закрепления полученных знаний и в качестве практической составляющей подготовки студентов, ими выполняются самостоятельные индивидуальные задания. Самостоятельные работы могут проходить как аудиторно (в аудиториях для самостоятельной подготовки), так и дома. Самостоятельные работы включают в себя подготовку ответов на вопросы по тематике лабораторных работ, подготовку индивидуального задания, но без помощи преподавателя и выполняются каждым студентом индивидуально.

Критерием оценки самостоятельных работ является совокупность данных, реализованных и продемонстрированных в каждом конкретном случае.

Полученные знания на лекциях, а также на лабораторных работах, используются студентами при выполнении индивидуального задания, а также написании выпускных квалификационных работ. Опыт, полученный студентами при выполнении лабораторных работ, несомненно, пригодится при работе по специальности.

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 50 баллов) и сдача экзамена (50 баллов).

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

РАЗРАБОТЧИКИ:

Профессор Института ИнЭл, д.т.н., профессор _____/С.В. Гаврилов/

Ст. преподаватель Института ИнЭл _____/С.А. Ильин/

Рабочая программа дисциплины «Методы логико-временного анализа СБИС» по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», направленность (профиль) «Программные средства САПР сверхбольших интегральных схем и систем на кристалле» разработана в Институте ИнЭл и утверждена на заседании Ученого совета Института ИнЭл 06.09 2024 года, протокол № 1

Директор Института ИнЭл _____/В.В. Лосев/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Передовой инженерной школой

Директор ПИШ _____ /А.Л. Переверзев /

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/

/Корячко А.В./