

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
ИНСТИТУТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
КАФЕДРА КРИПТОЛОГИИ И ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИИКС

Протокол № 8/1/2025

от 25.08.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ЦИФРОВЫЕ СБИС

Направление подготовки
(специальность)

[1] 10.03.01 Информационная безопасность

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
6	4	144	0	60	0		30	0	Э
Итого	4	144	0	60	0	0	30	0	

АННОТАЦИЯ

Основы экосистемы полупроводниковой индустрии. Принципы проектирования современных СБИС. Масштабирование транзистора. Знакомство с транзисторной схемотехникой. Практика использования цифрового маршрута физического проектирования.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы экосистемы полупроводниковой индустрии. Принципы проектирования современных СБИС. Масштабирование транзистора. Знакомство с транзисторной схемотехникой. Практика использования цифрового маршрута физического проектирования.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Курс основан на изучении таких дисциплин, как информатика, программирование.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 [1] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 [1] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
эксплуатационный			
эксплуатация технических и программно-	программно-аппаратные средства защиты	ПК-1 [1] - способен устанавливать, настраивать и проводить	З-ПК-1[1] - знать требования к проведению

аппаратных средств защиты информации	информации	техническое обслуживание средств защиты информации <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.032	технического обслуживания средств защиты информации ; У-ПК-1[1] - уметь устанавливать, настраивать и проводить техническое обслуживание средств защиты информации; В-ПК-1[1] - владеть навыками проведения технического обслуживания средств защиты информации
--------------------------------------	------------	--	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование профессионально значимых установок: не производить, не копировать и не использовать программные и технические средства, не приобретённые на законных основаниях; не нарушать признанные нормы авторского права; не нарушать тайны передачи сообщений, не практиковать вскрытие информационных систем и сетей передачи данных; соблюдать конфиденциальность доверенной информации (B40)

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>6 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	0/32/0		25	КИ-8	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1
2	Второй раздел	9-15	0/28/0		25	КИ-15	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		0/60/0		50		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				50	Э	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>6 Семестр</i>	0	60	0
1-8	Первый раздел	0	32	0
1	Введение Что внутри вычислительной системы? Уровни абстракции в микроэлектронике. Уровни абстракций, который покрывается в данном курсе: физика, аналоговая схемотехника, цифровая схемотехника, микроархитектура. VLSI экосистема. Биполярный транзистор. МОП, КМОП.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

	Виды про-ектирования цифровых систем: full custom/stand-ard cell based ASIC design/FPGA. Performance/Cost(Area)/ Reliability (yield, aging)/ Power.			
2	Этапы проектирования микросхемы Понятие системы на кристалле (СНК). Специ-фикация. Логическое проектирование. Поня-тие IP, HIP, SIP. Конфигурация IP. Интегра-ция. Верификация. Физическое проектирова-ние. Ограничения дизайна: SDC, UPF. Фор-мальная верификация. Стоимость микросхе-мы.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Технологический процесс Как печатать на пластине? КМОП. Этапы упрощённого КМОП процесса. Подготовка кремниевой пластины. Фотолитография. LO-COS. The STI process. Well implantation. Tran-sistor fabrication: Vt implant, Ion Implantation, gate oxide, gate etch, tip extension. Контакты. Проблемы совмещения. Планаризация. Ме-таллизация. Cu interconnects. Список техноло-гических операций.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Особенности технологического про-цесса, влияющие на проектирование Вариации техпроцесса. Электромиграция. Антенны. Layer density. Latchup	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Транзистор. Моделирование МОП транзистора TCAD vs. Compact models. Switch model. The Pirce-Wise линейная модель. Channel modula-tion. Модель Шок-ли. The Velocity Saturation Model. Модель для анализа «на полях». VT* модель. The Alpha Power law model. BSIM. Другие модели. Утечки в современных процессах. Моделирование вариации	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Провода (межсоединения) Реализация. Влияние на надёжность, производительность, потребление, стоимость. Наведённая ёмкость, влияние на задержку, экрани-рование. Проблематика сопротивления. Распределённая RC-линия. Распространение сигнала на расстояние. Проблематика межсоединений в современных FinFet процессах.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Логические вентили. Схемотехника Static КМОП. Динамический КМОП. Проход-ные ключи	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Система синхронизации Необходимость синхронных систем. Конвейер. Триггер. Временные характеристики триг-геров. Статический временной анализ	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Второй раздел	0	28	0
9	Цифровое проектирование Библиотека стандартных элементов. Состав библиотеки стандартных элементов (комбинационные элементы, синхронные элементы, ICG, power mgmt, layout_only и т.д). Характеристики стандартных элементов. Синтез. Топологическая структура: размещение макроэлементов, layout_only, сетка питания и т.д.). Размещение ячеек нетлиста. По-строение дерева синхронизации.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

	Трассировка. Метрики физического проектирования.			
10	Аттестационные маршруты в физическом проектировании Статический временной анализ. Аттестационные маршруты потребления. Физическая верификация. Формальная верификация	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Масштабирование техпроцесса. The nanoscaled Transistor Закон Мура. Необходимость масштабирования. Упрощенная модель изменения физиче-ских характеристик при масштабировании. Пробле-мы масштабирования: деградация мобильности, surface scattering, source/drain serial resistance, Hot Carrier Effects, Subthreshold Leakage, Gate Leakage, Punchthrough Current, LatchUP. Перспективы дальнейшего увеличения степени интеграции.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Кристалльная память Организация памяти вычислительных систем. SRAM. Одно-портовые, много-портовые RF. CAM массив	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Разные виды памяти Постоянное запоминающее устройство, ROM (Read Only Memory). Память с единственной записью, eFuse/OTP. DRAM, динамическая память с произвольным доступом. Энергонезависимая память	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	DFT Что такое DFT, его цели. Маршрут. Оборудование. Сканные цепи. Сканные режимы. Те-стирование памяти: MBIST/BISR. DFT в проектировании: особенности, ограничения	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Power-aware design Формула мощности. Как потребление моделируется. Методы снижения потребления. UPF. Отключаемые домены питания	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии сочетают в себе совокупность методов и средств для реализации определенного содержания обучения и воспитания в рамках дисциплины, включают решение дидактических и воспитательных задач, формируя основные понятия дисциплины, технологии проведения занятий, усвоения новых знаний, технологии повторения и контроля материала, самостоятельной работы.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-1	З-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
УК-1	З-УК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-УК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-УК-1	Э, КИ-8, КИ-15

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – «отлично»	«Зачтено»	A
85-89	4 – «хорошо»		B
75-84			C
70-74			D
65-69	3 – «удовлетворительно»		E
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	«Не зачтено»	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Студенты должны своевременно спланировать учебное время для поэтапного и системного изучения данной учебной дисциплины в соответствии с планом семинарских занятий, графиком контроля знаний.

Успешное освоение дисциплины требует от студентов активной работы во время семинарских занятий, выполнения всех домашних заданий, ознакомления с базовыми

учебниками, основной и дополнительной литературой, а также предполагает творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки учебной программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

В процессе изучения учебной дисциплины необходимо обратить внимание на самоконтроль. Требуется регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам, а также для выполнения домашних заданий, которые выдаются после каждого семинара.

Систематическая индивидуальная работа, постоянная активность на занятиях, готовность ставить и обсуждать актуальные проблемы курса – залог успешной работы и положительной оценки.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Учебный курс строится на интегративной основе и включает в себя как теоретические знания, так и практические навыки, получаемые студентами в ходе аудиторных практических занятий и самостоятельных занятий.

Данная дисциплина выполняет функции теоретической и практической подготовки студентов. При изучении курса самостоятельная работа включает:

- самостоятельное ознакомление студентов с теоретическим материалом, представленным в отечественных и зарубежных научно-практических публикациях;

- самостоятельное изучение тем учебной программы, достаточно хорошо обеспеченных литературой и сравнительно несложных для понимания;

- подготовку к практическим занятиям по тем разделам, которые не дублируют темы лекционной части, а потому предполагают самостоятельную проработку материала учебных пособий.

Со стороны преподавателя должен быть установлен контакт со студентами, и они должны быть информированы о порядке прохождения курса, его особенностях, учебно-методическом обеспечении по данной дисциплине. Преподаватель дает методические рекомендации обучаемым по самостоятельному изучению проблем, характеризуя пути и средства достижения поставленных перед ними задач, высказывает советы и рекомендации по изучению учебной литературы.

Автор(ы):

Когос Константин Григорьевич, к.т.н.