

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета Небольсин В.А.
«30» августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
« Системы на кристалле »

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Профиль Микроэлектроника и твердотельная электроника

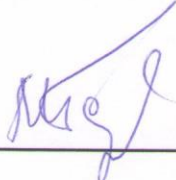
Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2017

Автор программы


/ М.И. Горлов /

Заведующий кафедрой
Полупроводниковой
электроники и
наноэлектроники


/ С. И Рембеза /

Руководитель ОПОП


/ С.И Рембеза /

Воронеж 2017

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины: рассмотрение современного состояния разработки и перспектив развития класса изделий «системы на кристалле».

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- анализ существующих изделий «системы на кристалле»;
- изучение современных способов и технологий проектирования изделий «системы на кристалле»;
- рассмотрение перспективных способов и технологий проектирования изделий «системы на кристалле»;
- анализ способов контроля «системы на кристалле».

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Системы на кристалле» относится к вариативной части блока Б1 учебного плана. Индекс дисциплины Б1.В.ДВ.5.2.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Системы на кристалле» направлен на формирование следующих компетенций:

ПКВ-2: готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства микроэлектронных приборов и устройств твердотельной электроники;

ПКВ-3: способность идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере физики, проектирования, технологии изготовления и применения микроэлектронных приборов и устройств.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПКВ-2	знать основные типы изделий, разрабатываемых по технологии «системы на кристалле»;
	уметь выбрать технологии изготовления и маршрут проектирования для изделий «системы на кристалле»;
	владеть способами верификации проекта «системы на кристалле» на физическом, функциональном и системном уровне.
ПКВ-3	знать перспективные виды ИС класса «система на кристалле»;
	уметь обеспечить надежность «системы на кристалле»;
	владеть методами расчета шумов, помех в изделиях «системы на кристалле»; методами обеспечения синхронизации и связности сигналов в изделиях «системы на кристалле».

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Системы на кристалле» составляет 6 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	126	126
Время на контроль	36	36
Вид промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость	час	216
	зач. ед.	6

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Системы на кристалле в современной электронике.	Современная технология и производство систем на кристалле. Развитие САПР и методологии проектирования БИС. Выбор технологии для СНК. Техническое обеспечение проекта СНК.	4	2	14	20
2	Конструктивная реализация микросхем.	Развитие элементной базы БИС. Ограничения кремниевой технологии. Прогноз предельных параметров МОП приборов. Производственный маршрут и его связь с объемом выпуска микросхем. Корпуса для интегральных микросхем. Многокристалльные модули, бескорпусные и гибридные микросхемы.	4	2	14	20
3	Маршрут проектирования систем на кристалле.	Выбор маршрута проектирования систем на кристалле. Основные этапы проектирования систем на кристалле. Системное проектирование. Системная верификация. Функциональное проектирование. Физическая верификация.	4	2	14	20
4	Искажения сигналов и шумы в современных ИС.	Условия передачи сигналов в системах на кристалле. Расчет шумов, помех и методы их снижения.	4	2	14	20
5	Защита микросхем от электростатического разряда	Возникновение электростатических разрядов и их действие на микросхемы. Испытания ИМС на устойчивость к электростатическому разряду, характеристика устойчивости. Элементы защиты от электростатического разряда.	4	2	14	20
6	Тепловые процессы в интегральных микросхемах	Система параметров теплового режима ИМС. Максимально допустимая рабочая температура. Тепловое сопротивление R _т . Контроль тепловых режимов. Условия охлаждения ИМС и их влияние на тепловые параметры.	4	2	14	20
7	Обеспечение надежности систем на кристалле.	Основные причины отказов ИМС. Обеспечение надежности при проектировании электрических схем. Конструктивно-технологические методы повышения надежности. Обеспечение надежности	4	2	14	20

		на этапе производства. Обеспечение надежности микросхем в аппаратуре.				
8	Особенности проектирования аналоговых сложнотехнологических блоков.	Маршрут проектирования аналоговых блоков. Статистический анализ модели СФ-блока. Учет влияния внешних цепей. Модель высокого уровня. Отличия в проектировании аналоговых СФ-блоков и заказных СБИС.	4	2	14	20
9	Синхронизация и связность сигналов в системах на кристалле.	Обеспечение синхронизации сигналов на этапе системного проектирования. Обеспечение синхронизации сигналов на этапе функционального проектирования. Обеспечение синхронизации на этапе физического проектирования и верификации.	4	2	14	20
Контроль						36
Итого			36	18	126	216

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Основы программирования микроконтроллеров
2. Анализ архитектуры микроконтроллеров
3. Работа с памятью микроконтроллера
4. Работа с портами ввода/вывода (I/O)
5. Работы с таймером/счетчиком
6. Использование аналого-цифрового преобразователя
7. Настройка тактового генератора
8. Использование универсального последовательного приемопередатчика (UART или USART)
9. Использование последовательного периферийного интерфейса SPI

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Учебным планом по дисциплине «Системы на кристалле» не предусмотрено выполнение курсового проекта (работы) и контрольной работы в 7 семестре.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПКВ-2	знать основные типы изделий, разрабатываемых	Тест	Выполнение теста на 40 - 100%	В тесте менее 40 % правильных ответов

	мых по технологии «системы на кристалле»;	Контрольные задания для защиты лабораторных работ	Ответ на 3-5 заданий варианта из 5	Решено менее 3 заданий из 5
	уметь выбрать технологии изготовления и маршрут проектирования для изделий «системы на кристалле»;	Тест Контрольные задания для защиты лабораторных работ	Выполнение теста на 40 - 100% Ответ на 3-5 заданий варианта из 5	В тесте менее 40 % правильных ответов Решено менее 3 заданий из 5
	владеть способами верификации проекта «системы на кристалле» на физическом, функциональном и системном уровне.	Тест Контрольные задания для защиты лабораторных работ	Выполнение теста на 40 - 100% Ответ на 3-5 заданий варианта из 5	В тесте менее 40 % правильных ответов Решено менее 3 заданий из 5
ПКВ-3	знать перспективные виды ИС класса «система на кристалле»;	Тест Контрольные задания для защиты лабораторных работ	Выполнение теста на 40 - 100% Ответ на 3-5 заданий варианта из 5	В тесте менее 40 % правильных ответов Решено менее 3 заданий из 5
	уметь обеспечить надежность «системы на кристалле»;	Тест Контрольные задания для защиты лабораторных работ	Выполнение теста на 40 - 100% Ответ на 3-5 заданий варианта из 5	В тесте менее 40 % правильных ответов Решено менее 3 заданий из 5
	владеть методами расчета шумов, помех в изделиях «системы на кристалле»; методами обеспечения синхронизации и связности сигналов в изделиях «системы на кристалле».	Тест Контрольные задания для защиты лабораторных работ	Выполнение теста на 40 - 100% Ответ на 3-5 заданий варианта из 5	В тесте менее 40 % правильных ответов Решено менее 3 заданий из 5

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре для очной формы обучения по системе:

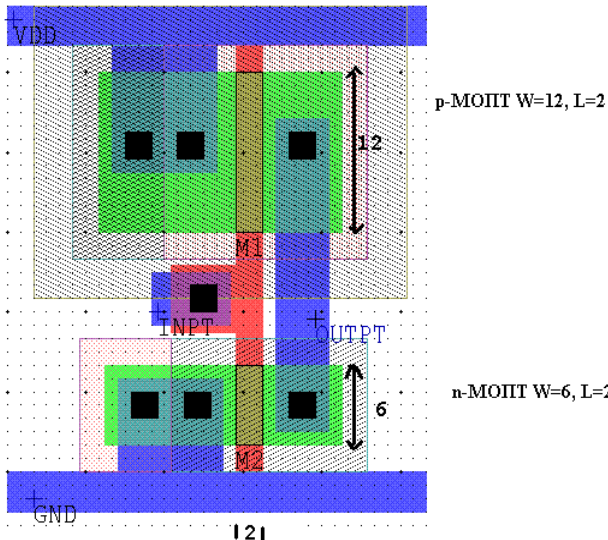
- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»

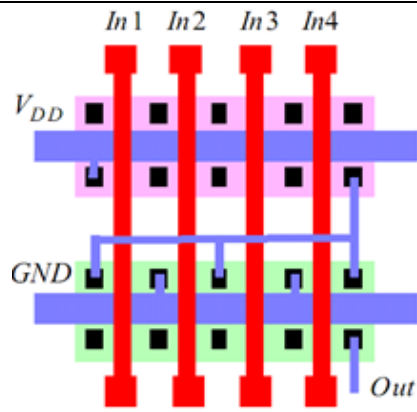
Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПКВ-2	знать основные типы изделий, разрабатываемых по технологии «системы на кристалле»;	Тест	Выполнение теста на 90 – 100 %	Выполнение теста на 80 – 90 %	Выполнение теста на 70 – 80 %	В тесте менее 70 % правильных ответов
	уметь выбрать технологии изготовления и маршрут проектирования для изделий «системы на кристалле»;	Тест	Выполнение теста на 90 – 100 %	Выполнение теста на 80 – 90 %	Выполнение теста на 70 – 80 %	В тесте менее 70 % правильных ответов
	владеть способами верификации проекта «системы на кристалле» на физическом, функциональном и системном уровне.	Тест	Выполнение теста на 90 – 100 %	Выполнение теста на 80 – 90 %	Выполнение теста на 70 – 80 %	В тесте менее 70 % правильных ответов

ПКВ-3	знать перспективные виды ИС класса «система на кристалле»;	Тест	Выполнение теста на 90 – 100 %	Выполнение теста на 80 – 90 %	Выполнение теста на 70 – 80 %	В тесте менее 70 % правильных ответов
	уметь обеспечить надежность «системы на кристалле»;	Тест	Выполнение теста на 90 – 100 %	Выполнение теста на 80 – 90 %	Выполнение теста на 70 – 80 %	В тесте менее 70 % правильных ответов
	владеть методами расчета шумов, помех в изделиях «системы на кристалле»; методами обеспечения синхронизации и связности сигналов в изделиях «системы на кристалле».	Тест	Выполнение теста на 90 – 100 %	Выполнение теста на 80 – 90 %	Выполнение теста на 70 – 80 %	В тесте менее 70 % правильных ответов

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

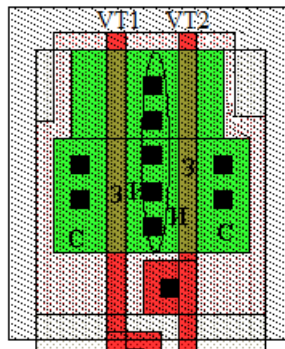
1	<p>По топологическому чертежу логического элемента заказной БИС, выполненного по КМОП-технологии с N-карманом, восстановите электрическую схему и проведите схмотехническое моделирование в САПР Tanner</p>  <p style="text-align: center;">121</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>2И-НЕ</td> <td>2ИЛИ-НЕ</td> <td>2И</td> <td>Инвертор</td> </tr> </table>	1	2	3	4	2И-НЕ	2ИЛИ-НЕ	2И	Инвертор
1	2	3	4						
2И-НЕ	2ИЛИ-НЕ	2И	Инвертор						
2	<p>По топологическому чертежу логического элемента базового матричного кристалла, выполненного по КМОП-технологии, восстановите электрическую схему и проведите схмотехническое моделирование в САПР Tanner.</p>								



1	2	3	4
4 И	4 И-НЕ	4 ИЛИ-НЕ	4 ИЛИ

3

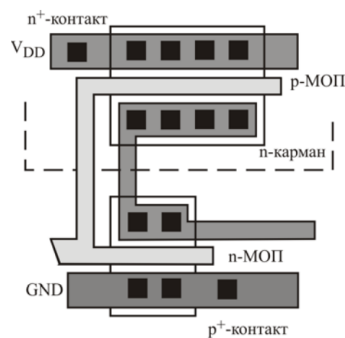
По топологии логического элемента, выполненного по КМОП-технологии с N-карманом, восстановите фрагмент электрической схемы и проведите схемотехническое моделирование вентиля 2И-НЕ в САПР Tanner



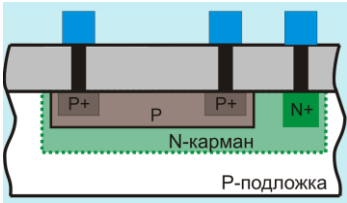
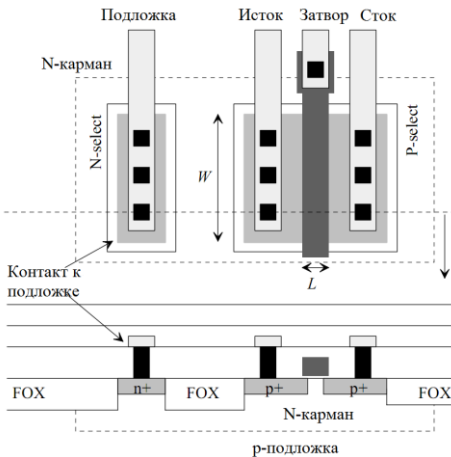
1	2	3	4

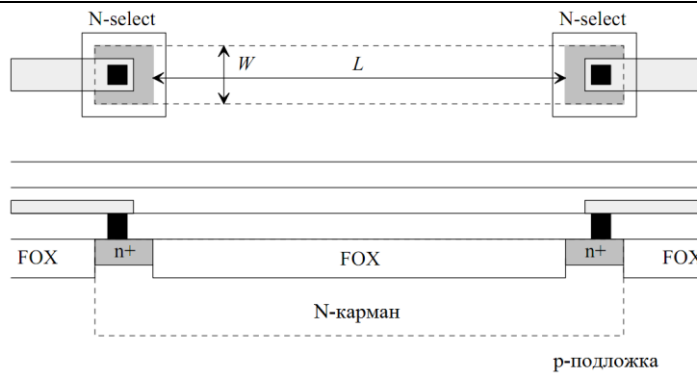
4

По топологическому чертежу логического элемента, выполненного по КМОП-технологии с N-карманом, восстановите электрическую схему и проведите схемотехническое моделирование в САПР Tanner.



1	2	3	4
---	---	---	---

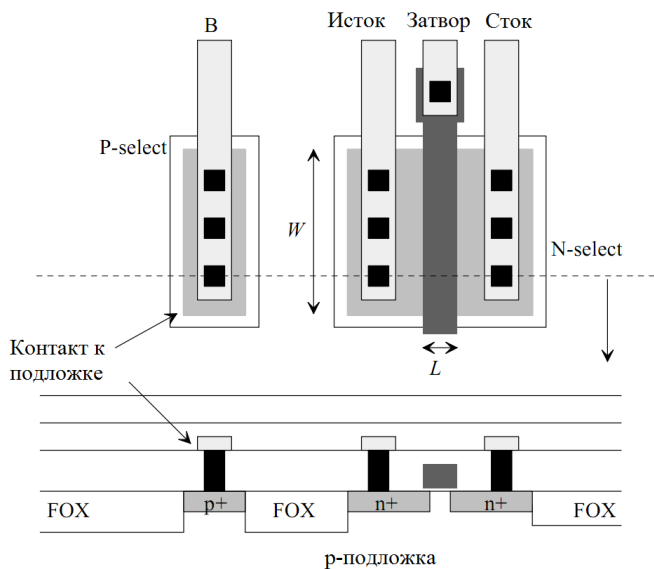
	2 И	НЕ	2 ИЛИ-НЕ	2 ИЛИ								
5	<p>По топологическому чертежу КМОП-структуры с N-карманом восстановите элемент конструкции и проведите схмотехническое моделирование резистивной лестницы R-2R в САПР Tanner.</p>  <table border="1" data-bbox="323 575 1458 725"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Резистор, сформированный из p-МОП-транзистора</td> <td>p-МОП-транзистор</td> <td>МОП-конденсатор</td> <td>Диод</td> </tr> </tbody> </table> <p>Правильный ответ: № 1</p>				1	2	3	4	Резистор, сформированный из p-МОП-транзистора	p-МОП-транзистор	МОП-конденсатор	Диод
1	2	3	4									
Резистор, сформированный из p-МОП-транзистора	p-МОП-транзистор	МОП-конденсатор	Диод									
6	<p>По топологии и сечению КМОП-структуры с N-карманом определите, какой транзистор представлен. Сконструируйте инвертор и проведите анализ переходных процессов в САПР Tanner.</p>  <table border="1" data-bbox="343 1404 1458 1554"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>p-МОП транзистор с индуцированным каналом</td> <td>n-МОП транзистор с индуцированным каналом</td> <td>n-МОП транзистор со встроенным каналом</td> <td>Биполярный транзистор</td> </tr> </tbody> </table>				1	2	3	4	p-МОП транзистор с индуцированным каналом	n-МОП транзистор с индуцированным каналом	n-МОП транзистор со встроенным каналом	Биполярный транзистор
1	2	3	4									
p-МОП транзистор с индуцированным каналом	n-МОП транзистор с индуцированным каналом	n-МОП транзистор со встроенным каналом	Биполярный транзистор									
7	<p>По топологическому чертежу и сечению КМОП-структуры с N-карманом восстановите элемент конструкции. Проведите схмотехническое моделирование резистивной лестницы из двоично-взвешенных резисторов в САПР Tanner.</p>											



1	2	3	4
Резистор в N-кармане	pnp-транзистор	МОП-конденсатор в слое поликремния	Диод в слое поликремния

8

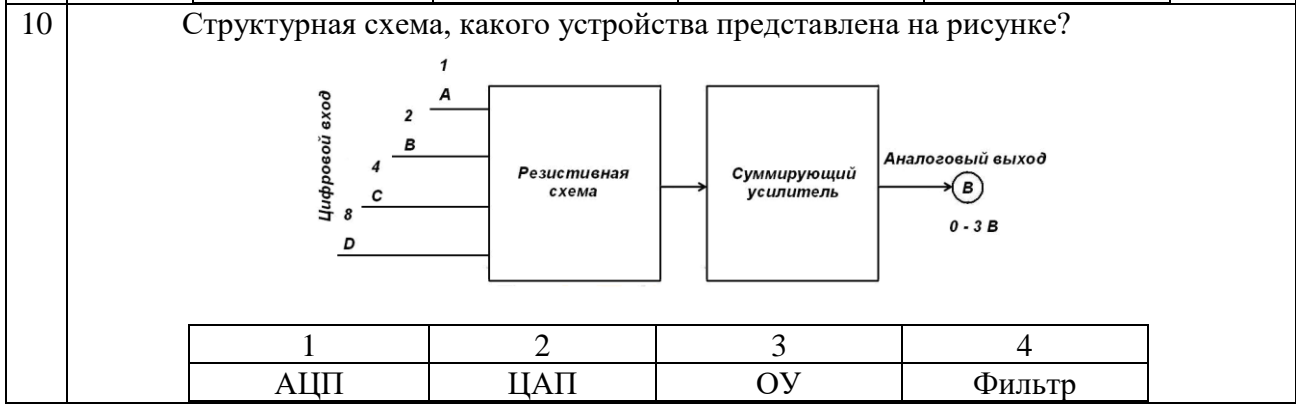
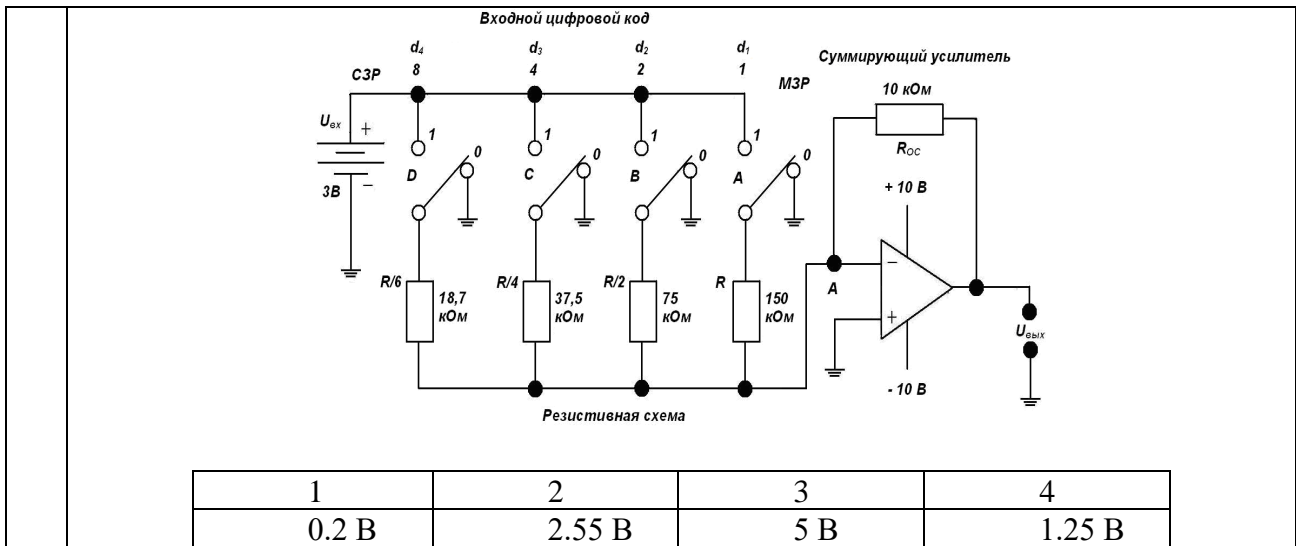
По топологии и сечению КМОП-структуры с N-карманом определите, какой транзистор представлен. Сконструируйте инвертор и проведите анализ по постоянному току в САПР Tanner.



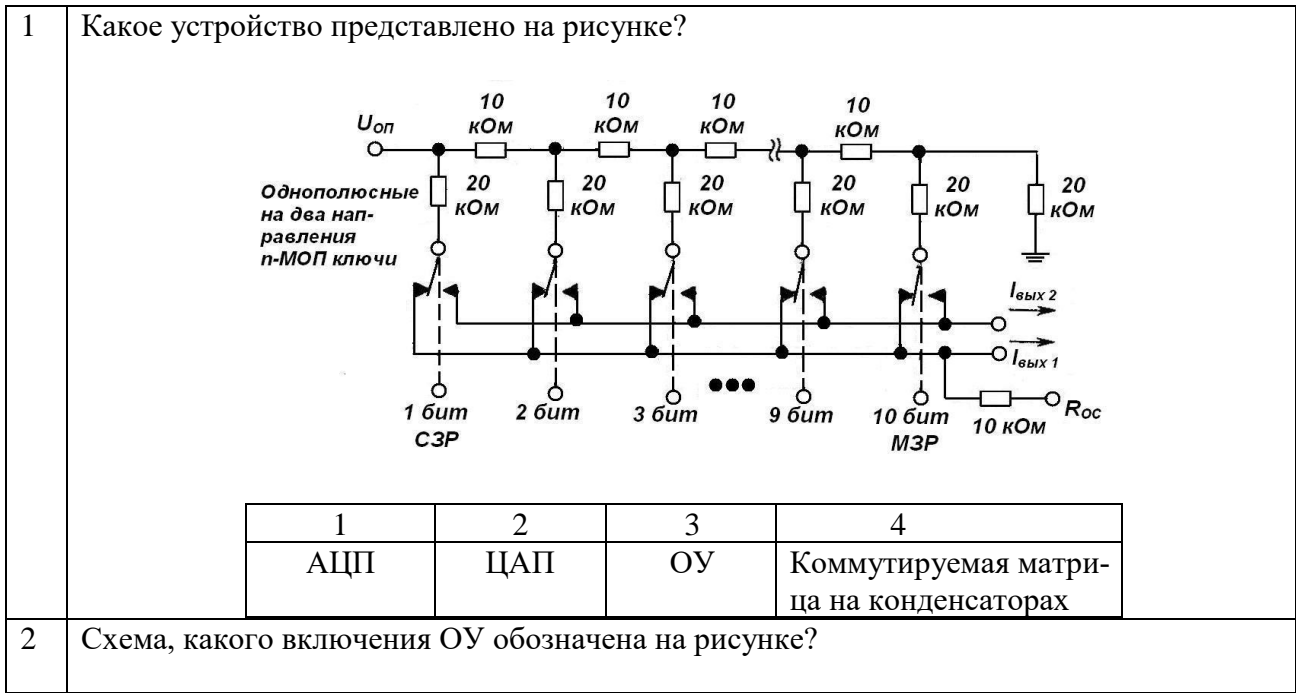
1	2	3	4
p-МОП транзистор с индуцированным каналом	n-МОП транзистор с индуцированным каналом	n-МОП транзистор со встроенным каналом	Биполярный транзистор

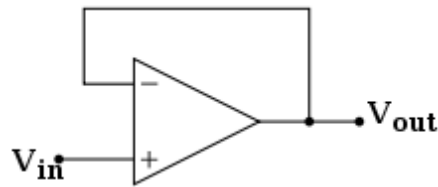
9

В САПР OrCAD реализуйте проект четырехразрядного ЦАП, суммирующий токи на ОУ с использованием двоично-взвешенных резисторов. Смоделируйте ситуацию, когда переключатель А установлен в положение логической единицы.



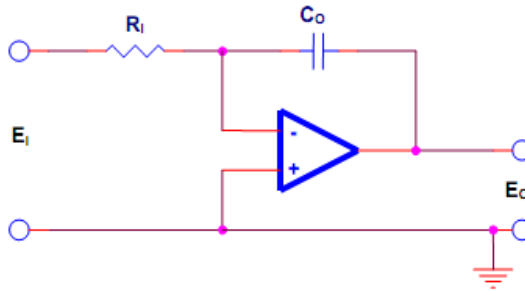
7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач





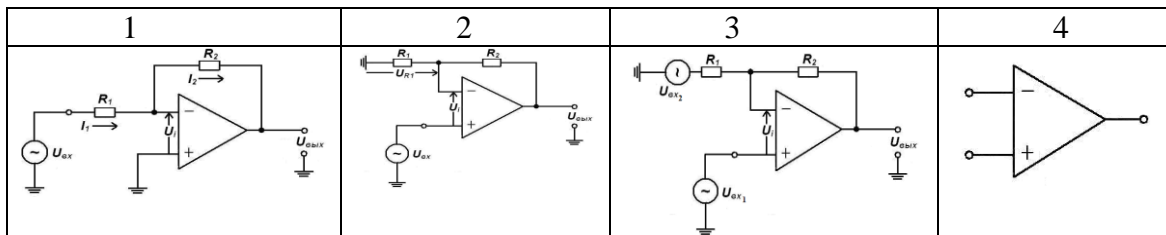
1	2	3	4
Неинвертирующий усилитель	Повторитель напряжения	Инвертирующий усилитель	Интегратор

3 Какое устройство представлено на рисунке?

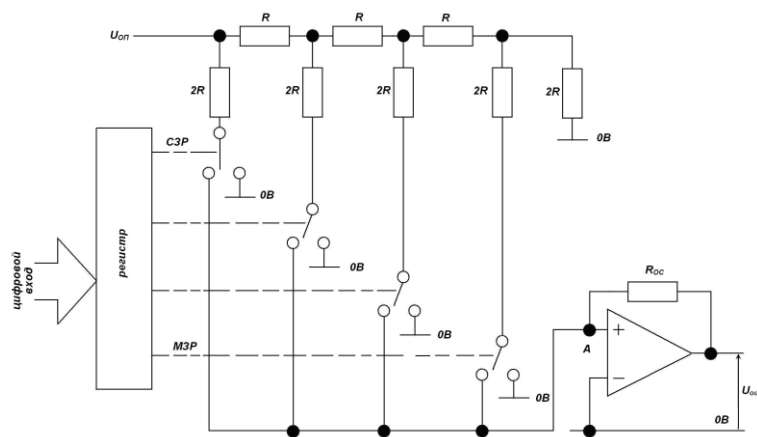


1	2	3	4
компаратор	интегратор	дифференциатор	дециматор

4 Какая схема включения операционного усилителя соответствует инвертирующему операционному усилителю?

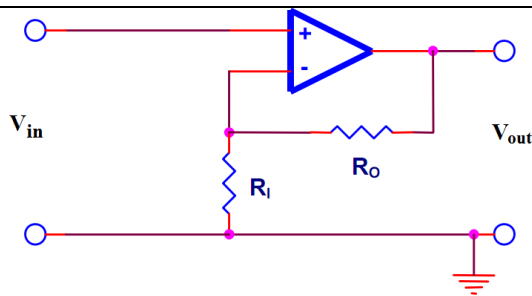


5 Структурная схема, какого устройства представлена на рисунке?



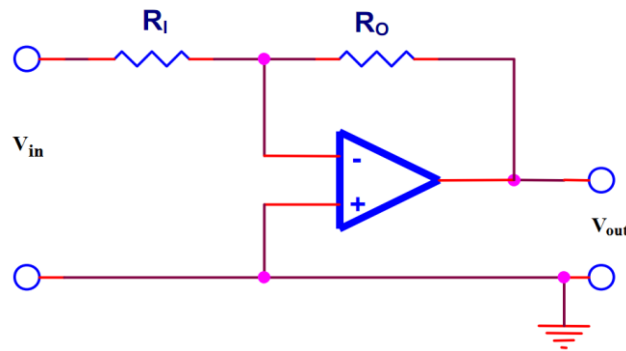
1	2	3	4
АЦП	ЦАП	ОУ	Фильтр

6 Рассчитайте выходное напряжение V_{out} на ОУ в неинвертирующем включении, если $V_{in}=0,5$ В; $R_1=300$ Ом; $R_0=1,2$ кОм, напряжение питания 5 В.



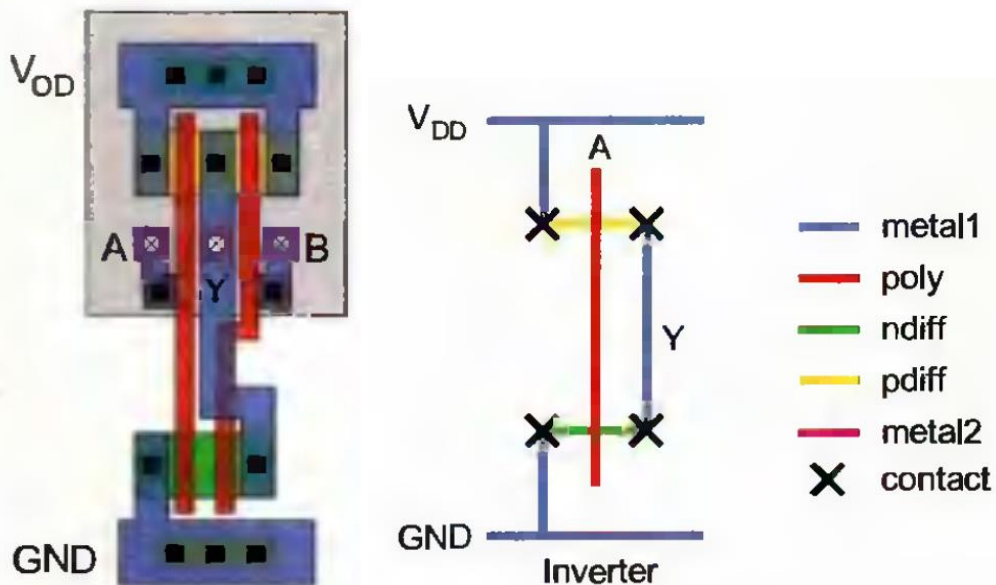
1	2	3	4
5В	0,5 В	-2 В	2,5 В

7 Рассчитайте выходное напряжение V_{out} на ОУ в инвертирующем включении, если $V_{in}=0,5 В$; $R_1=300 Ом$; $R_0=1,2 кОм$, напряжение питания 5 В.



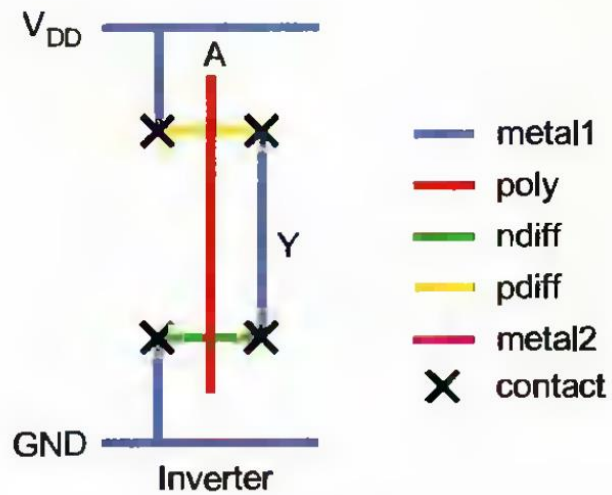
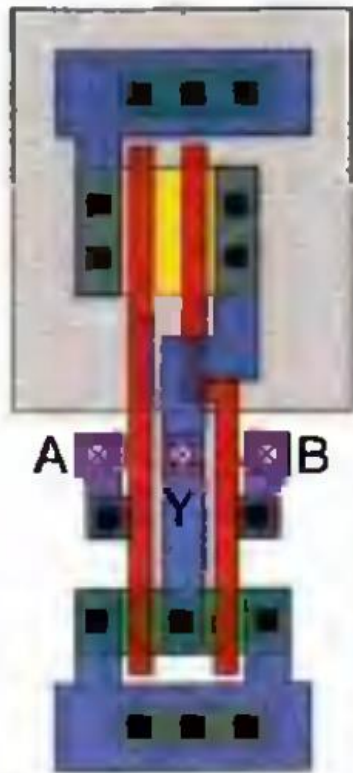
1	2	3	4
5В	0,5 В	-2 В	2,5 В

8 По топологическому чертежу логического элемента, выполненного по КМОП-технологии с N-карманом, восстановите электрическую схему и проведите схемотехническое моделирование в САПР Tanner.



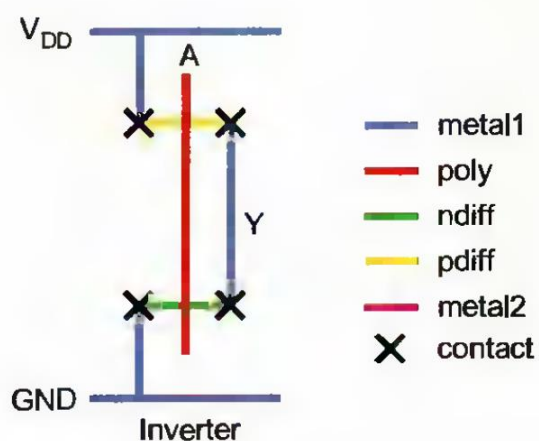
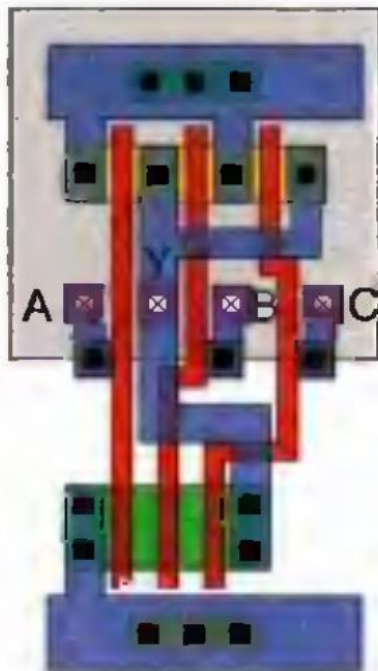
1	2	3	4
2И-НЕ	НЕ	2ИЛИ-НЕ	2ИЛИ

9 По топологическому чертежу логического элемента, выполненного по КМОП-технологии с N-карманом, восстановите электрическую схему и проведите схемотехническое моделирование в САПР Tanner.



1	2	3	4
2И-НЕ	НЕ	2ИЛИ-НЕ	2ИЛИ

10 По топологическому чертежу логического элемента, выполненного по КМОП-технологии с N-карманом, восстановите электрическую схему и проведите схемотехническое моделирование в САПР Tanner.



1	2	3	4
2И-НЕ	НЕ	2ИЛИ-НЕ	3И-НЕ

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Задание 1.

Целое десятичное число со знаком в дополнительном двоичном коде описывается следующим образом:

1	2	3	4
$A = \sum_{i=0}^{m-2} a_i 2^i$	$A = a_{m-1} 2^{m-1} + \sum_{i=0}^{m-2} a_i 2^i$	$A = -a_{m-1} 2^{m-1} + \sum_{i=0}^{m-2} a_i 2^i$	$A = -a_{m-1} 2^{m-1}$

Задание 2.

Переведите двоичное число в дополнительном коде 0011.0101 в вещественное число, при $n = 8$ и длине дробной части числа $m = 4$, руководствуясь формулой:

$$V \approx 2^{-m} \times Q, \quad Q = -b_{n-1} \times 2^{n-1} + \sum_{i=0}^{n-2} b_i \times 2^i$$

1	2	3	4
3.3125	-4.6875	-2.8238	1.6873

Задание 3.

Представьте значение -2 в дополнительном коде?

1	2	3	4
1011	1110	1100	1101

Задание 4.

Определите размер шага квантования для 4-разрядного АЦП, дисперсию шума квантования для 8-разрядного АЦП и отношение сигнал-шум квантования для 8-разрядного АЦП. Нарисуйте спектр сигнала, прошедшего процесс дискретизации.

Задание 5.

Нарисуйте спектральную плотность мощности шума квантования для преобразования с частотой Найквиста и для выборки с запасом по частоте. Отобразите процесс квантования выборок аналогового сигнала с помощью 3-х разрядного АЦП.

Задание 6.

Определите разрешающую способность 10-разрядного ЦАП при точности 1 МЗР при $U_{\text{вых}} = 10$ В. Приведите временные диаграммы АЦП двухтактного интегрирования. Нарисуйте временные диаграммы работы АЦП последовательного приближения.

Задание 7.

Приведите коэффициент усиления реального ОУ с замкнутой петлей обратной связи для инвертирующего и неинвертирующего включений. Дайте определение амплитудной и фазовой характеристики усиления без петли обратной связи для идеального ОУ. Приведите типовые характеристики коэффициента усиления и фазового сдвига при разомкнутой петле обратной связи.

Задание 8.

Приведите структурную схему цифровой системы с аналоговым входом и аналоговым выходом. Приведите описание процесса дискретизации во временной и частотной областях. Нарисуйте структурную схему сигма-дельта модулятора.

Задание 9.

Нарисуйте структурную схему ЦАП с использованием цепи лестничного типа в режиме коммутации токов.

Задание 10.

Нарисуйте структурную схему АЦП двухтактного интегрирования и структурную схему параллельного АЦП. Нарисуйте диаграмму состояний приоритетного шифратора.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Современная технология и производство систем на кристалле.
2. Развитие САПР и методологии проектирования БИС.
3. Выбор технологии для СНК.
4. Развитие элементной базы БИС.
5. Ограничения кремниевой технологии.
6. Прогноз предельных параметров МОП приборов.
7. Производственный маршрут и его связь с объемом выпуска микросхем.
8. Корпуса для интегральных микросхем.
9. Многокристальные модули, бескорпусные и гибридные микросхемы.
10. Выбор маршрута проектирования систем на кристалле.
11. Основные этапы проектирования систем на кристалле.
12. Условия передачи сигналов в системах на кристалле.
13. Расчет шумов, помех и методы их снижения.
14. Возникновение электростатических разрядов и их действие на микросхемы.
15. Испытания ИМС на устойчивость к электростатическому разряду, характеристика устойчивости.
16. Элементы защиты от электростатического разряда.
17. Система параметров теплового режима ИМС.
18. Максимально допустимая рабочая температура.
19. Условия охлаждения ИМС и их влияние на тепловые параметры.
20. Основные причины отказов ИМС.
21. Обеспечение надежности при проектировании электрических схем.
22. Конструктивно-технологические методы повышения надежности ИМС.
23. Маршрут проектирования аналоговых блоков.
24. Статистический анализ модели СФ-блока.
25. Отличия в проектировании аналоговых СФ-блоков и заказных СБИС.
26. Обеспечение синхронизации сигналов на этапе системного проектирования.
27. Обеспечение синхронизации сигналов на этапе функционального проектирования.
28. Обеспечение синхронизации на этапе физического проектирования и верификации.

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится по билетам, каждый из которых содержит 3 вопроса и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос оценивается 2 баллами, задача оценивается в 4 балла. Максимальное количество набранных баллов – 10.

1. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 9 до 10 баллов.
2. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 8 баллов.

3. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 3 до 5 баллов.

4. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 3 баллов.

При получении оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно» требуемые в рабочей программе знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на промежуточном этапе считаются достигнутыми.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Системы на кристалле в современной электронике.	ПКВ-2, ПКВ-3	Тест, опрос, защита лабораторных работ
2	Конструктивная реализация микросхем.	ПКВ-2, ПКВ-3	Тест, опрос, защита лабораторных работ
3	Маршрут проектирования систем на кристалле.	ПКВ-2, ПКВ-3	Тест, опрос, защита лабораторных работ
4	Искажения сигналов и шумы в современных ИС.	ПКВ-2, ПКВ-3	Тест, опрос, защита лабораторных работ
5	Защита микросхем от электростатического разряда	ПКВ-2, ПКВ-3	Тест, опрос, защита лабораторных работ
6	Тепловые процессы в интегральных микросхемах	ПКВ-2, ПКВ-3	Тест, опрос, защита лабораторных работ
7	Обеспечение надежности систем на кристалле.	ПКВ-2, ПКВ-3	Тест, опрос, защита лабораторных работ
8	Особенности проектирования аналоговых сложнотрансакционных блоков.	ПКВ-2, ПКВ-3	Тест, опрос, защита лабораторных работ
9	Синхронизация и связность сигналов в системах на кристалле.	ПКВ-2, ПКВ-3	Тест, опрос, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста преподавателем и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач преподавателем и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач преподавателем и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Адамов Ю.Ф., Шишина Л.Ю. Проектирование систем на кристалле: учеб. пособие. - М.: МИЭТ, 2005. - 163 с.

2. Адамов Ю.Ф., Грушевский А.М., Тимошенко С.П. Проектирование систем на печатных платах на САПР Mentor Graphics: учеб. пособие : ч. 1: Современные проблемы проектирования и технологии микросистем. М.: МИЭТ, 2008. - 352 с.

3. Немудров В., Мартин Г. Системы на кристалле. Проектирование и развитие. - М.: Техносфера, 2004. - 216 с.

4. Нанотехнологии в электронике / под ред. Ю.А. Чаплыгина. - М.: Техносфера, 2005. - 450 с.

5. Казённов Г.Г. Основы проектирования интегральных схем и систем. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. - 296 с.

6. Крылов С.М. Программируемые системы на кристалле. Структуры, основные характеристики, применение: учеб. пособие. – Самара: СГТУ, 2013 – 140 с.

7. Попов В.Д., Белова Г.Ф. Физические основы проектирования кремниевых цифровых интегральных микросхем в монолитном и гибридном исполнении. СПб.: Лань, 2013. - 208 с. [электронный ресурс].

8. Игнатов А.Н. Микросхемотехника и наноэлектроника, СПб.: Лань, 2011. – 528 с. [электронный ресурс].

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Методические указания к выполнению лабораторных работ представлены на сайте: <http://cchgeu.ru/>

Системные программные средства: Microsoft Windows, Microsoft Vista

Прикладные программные средства: Microsoft Office.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.
2. Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для выполнения расчетов, и рабочими местами для самостоятельной подготовки обучающихся с выходом в «Интернет».
3. Учебный лабораторный стенд на ПЛИС структуры FPGA - LESO2.

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Системы на кристалле» читаются лекции, проводятся лабораторные занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Контроль усвоения материала дисциплины осуществляется тестированием. Освоение дисциплины оценивается на экзамене.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции, при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных, для подготовки к ним необходимо: разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

	<ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1		31.08.2018	
2		31.08.2019	
3		31.08.2020	