

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
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
«Современные технологии проектирования элементов
и устройств наноинженерии»

Направление подготовки 28.03.02 Наноинженерия

Профиль Инженерные нанотехнологии в приборостроении

Квалификация выпускника Бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2017

Автор программы _____ /Арсентьев А.В./

Заведующий кафедрой Полупроводниковой электроники и наноэлектроники _____ /Рембеза С.И./

Руководитель ОПОП _____ /Липатов Г.И./

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

формирование у обучающихся базовых знаний в области компьютерного моделирования и сквозного проектирования элементов и устройств наноинженерии.

1.2. Задачи освоения дисциплины

изучение принципов сквозного проектирования элементов микро-и наносистемной техники, а также элементов систем на кристалле (СнК); освоение современных программных средств расчета и анализа интегральных приборов, топологического проектирования, анализа электрических характеристик ИС с помощью специализированных программ, логического проектирования и системы физико-технологического компьютерного моделирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Современные технологии проектирования элементов и устройств наноинженерии» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Современные технологии проектирования элементов и устройств наноинженерии» направлен на формирование следующих компетенций:

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1);

способность владеть современными методами моделирования и проектирования приборов и устройств микро-и нанoeлектроники, способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования (ПКВ-1).

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	Знать компьютер и типовые САПР
	Уметь составить задачу для решения автоматизированными средствами
	Владеть навыками систематизации результатов моделирования
ПКВ-1	Знать принципы построения и функционирования микро-электромеханических устройств
	Уметь работать в САПР в ручном и автоматизированном режиме
	Владеть пониманием места и роли блоков микро- и наносистем в составе готового устройства

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Современные технологии проектирования элементов и устройств наноинженерии» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	48	48
В том числе:		
Лекции	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	24	24
Самостоятельная работа	96	96
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации — экзамен	+	+
Общая трудоемкость академические часы з.е.	180 5	180 5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекции	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение	Предмет дисциплины и ее задачи. Классификация интегральных микросхем по функциональным, структурным и конструктивно-технологическим признакам. Основные понятия процесса проектирования. Методы и типовые задачи проектирования ИС.	4	4	16	24
2	Схемотехническое моделирование и проектирование	Методы анализа статического режима ИС. Метод простой итерации, метод Зейделя, метод Ньютона—Рафсона, метод продолжения и дифференцирования по параметру.	4	4	16	24
3	Схемотехническое моделирование и проектирование	Методы анализа временных характеристик ИС Постановка задачи анализа переходных процессов в ИС. Классификация численных методов решения задачи. Численные методы анализа. Понятие жесткости и устойчивости. Дискретные модели реактивных элементов ИС.	4	4	16	24
4	Схемотехническое	Методы и задачи логического модели-	4	4	16	24

	моделирование и проектирование	рования. Иерархия моделей сигналов и элементов логического проектирования ИС. Методы синхронного моделирования.				
5	Проектирование топологии	Стандартные задачи и методы проектирования топологии ИС. Проектирование топологии ИС: постановка задачи, основные понятия, критерии оптимальности. Конструкторско-технологические ограничения. Основные правила проектирования топологии, правила Мида-Конвея.	4	4	16	24
6	Проектирование топологии	Проектирование логических вентилях по КМОП технологии. Параллельное и последовательное соединение транзисторов. Назначение топологических слоев.	4	4	16	24
Итого			24	24	96	144

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Классификация интегральные схемы на классы по технологическому процессу, энергопотреблению, быстродействию.
2. Моделирование ВАХ полевого транзистора с индуцированным каналом и моделью первого уровня.
3. Моделирование ВАХ полевого транзистора с индуцированным каналом, ручная настройка параметров модели.
4. Моделирование ВАХ полевого транзистора с индуцированным каналом уровней 1, 2 и 3.
5. Моделирование передаточной характеристики инвертора, выполненного по n-МОП технологии.
6. Моделирование передаточной характеристики инвертора, выполненного по КМОП технологии.
7. Моделирование временной характеристики логического вентиля по варианту.
8. Разработать топологию КМОП инвертора, устранить ошибки DRC.
9. Разработать топологию КМОП вентиля по варианту, устранить ошибки DRC.
10. Из топологии полученной в предыдущей работе провести экстракцию параметров, восстановить электрическую принципиальную схему.

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 8 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Проектирование элементов интегральных схем в САПР»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- Освоение самостоятельной работы со схемотехническим редактором
- Освоение самостоятельной работы с топологическим редактором
- Освоение полного цикла проектирования цифровой ИС в САПР

Курсовой проект включают в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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
ОПК-1	Знать компьютер и типовые САПР	Выполнение и защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь составить задачу для решения автоматизированными средствами	Выполнение и защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками систематизации результатов моделирования	Выполнение и защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПКВ-1	Знать принципы построения и функционирования микро-электромеханических устройств	Выполнение и защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь работать в САПР в ручном и автоматизированном режиме	Выполнение и защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть пониманием места и роли блоков микро- и наносистем в составе готового устройства	Выполнение и защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 8 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	Знать компьютер и типовые САПР	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь составить задачу для решения автоматизированными средствами	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками систематизации результатов моделирования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПКВ-1	Знать принципы построения и функционирования микроэлектромеханических устройств	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь работать в САПР в ручном и автоматизированном режиме	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть пониманием места и роли блоков микро- и наносистем в составе готового устройства	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

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. Различают следующие разновидности МОП транзисторов с изолированным затвором:

- 1) Индуцированный канал *n*-типа, индуцированный канал *p*-типа, встроенный канал *n*-типа,
- 3) Биполярный индуцированный канал *p-n*-типа, биполярный индуцированный канал *n-p-n*-типа, би-

встроенный канал *p*-типа

полярный встроенный канал *n-p*-типа, биполярный встроенный канал *p-n*-типа

2) Индуцированный канал *p-n*-типа, индуцированный канал *n-p-n*-типа, встроенный канал *n-p-n*-типа, встроенный канал *p-n*-типа

4) Изолированный канал *n*-типа, изолированный канал *p*-типа, провоцируемый канал *n*-типа, провоцируемый канал *p*-типа

2. Быстродействие МОП транзистора с изолированным затвором зависит от:

1) подвижности основных носителей в канале

3) подвижности основных носителей в подложке

2) подвижности неосновных носителей в канале

4) подвижности неосновных носителей в подложке

3. К основным электрическим параметрам МОП транзистора с изолированным затвором относятся:

1) Длина канала, ширина канала, толщина затворного диэлектрика

3) Тип и концентрация примеси в подложке, подвижность основных носителей в канале, плотность поверхностных состояний

2) Геометрические размеры истока/стока, глубина залегания *p-n* перехода

4) Пороговое напряжение, коэффициент влияния подложки, удельная крутизна, стоковая характеристика

4. К основным электрофизическим параметрам МОП транзистора с изолированным затвором относятся:

1) Длина канала, ширина канала, толщина затворного диэлектрика	3) Тип и концентрация примеси в подложке, подвижность основных носителей в канале, плотность поверхностных состояний
2) Геометрические размеры истока/стока, глубина залегания <i>p-n</i> перехода	4) Пороговое напряжение, коэффициент влияния подложки, удельная крутизна, стоковая характеристика

5. К основным конструктивным параметрам МОП транзистора с изолированным затвором относятся:

1) Длина канала, ширина канала, толщина затворного диэлектрика	3) Тип и концентрация примеси в подложке, подвижность основных носителей в канале, плотность поверхностных состояний
2) Геометрические размеры источника/стока, глубина залегания <i>p-n</i> перехода	4) Пороговое напряжение, коэффициент влияния подложки, удельная крутизна, стоковая характеристика

6. К основным электрическим параметрам МОП транзистора с изолированным затвором относятся:

1) Длина канала, ширина канала, толщина затворного диэлектрика	3) Тип и концентрация примеси в подложке, подвижность основных носителей в канале, плотность поверхностных состояний
2) Геометрические размеры источника/стока, глубина залегания <i>p-n</i> перехода	4) Пороговое напряжение, коэффициент влияния подложки, удельная крутизна, стоковая характеристика

7. Пороговое напряжение МОП транзистора с индуцированным каналом ***n***-типа:

1) увеличивается с ростом концентрации легирующей примеси в подложке	3) не изменяется с ростом концентрации примеси в подложке
2) уменьшается с ростом концентрации легирующей примеси в подложке	4) Увеличивается с ростом концентрации примеси в подложке, а затем резко падает.

8. Пороговое напряжение МОП транзистора с индуцированным каналом ***p***-типа:

1) увеличивается с ростом концентрации легирующей примеси в подложке	3) не изменяется с ростом концентрации примеси в подложке
2) уменьшается с ростом концентрации легирующей примеси в подложке	4) Увеличивается с ростом концентрации примеси в подложке, а затем резко падает.

9. Пороговое напряжение МОП транзистора с индуцированным каналом ***n***-типа:

- | | |
|---|--|
| 1) увеличивается с ростом толщины подзатворного диэлектрика | 3) не изменяется с ростом толщины подзатворного диэлектрика |
| 2) уменьшается с ростом толщины подзатворного диэлектрика | 4) Уменьшается с ростом толщины подзатворного диэлектрика, а затем резко нарастает |

10. Пороговое напряжение МДП транзистора с индуцированным каналом **p**-типа:

- | | |
|---|--|
| 1) увеличивается с ростом толщины подзатворного диэлектрика | 3) не изменяется с ростом толщины подзатворного диэлектрика |
| 2) уменьшается с ростом толщины подзатворного диэлектрика | 4) Уменьшается с ростом толщины подзатворного диэлектрика, а затем резко нарастает |

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Толщина подзатворного диэлектрика $T_{ox} = 700 \text{ \AA}$, уровень легирования подложки $N_{sub} = 1e15 \text{ см}^{-3}$, затвор – Al, плотность медленных поверхностных состояний $= 1e10 \text{ см}^{-2}$. Чему равно пороговое напряжение МОП транзистора с индуцированным **n**-каналом

2. Толщина подзатворного диэлектрика $T_{ox} = 800 \text{ \AA}$, уровень легирования подложки $N_{sub} = 4e14 \text{ см}^{-3}$, затвор – поликремний **n**-типа, плотность медленных поверхностных состояний $= 2e10 \text{ см}^{-2}$. Чему равно пороговое напряжение МОП транзистора с индуцированным **n**-каналом

3. Толщина подзатворного диэлектрика $T_{ox} = 600 \text{ \AA}$, уровень легирования подложки $N_{sub} = 6e15 \text{ см}^{-3}$, затвор – поликремний **n**-типа, плотность медленных поверхностных состояний $= 1e10 \text{ см}^{-2}$. Чему равно пороговое напряжение МОП транзистора с индуцированным **p**-каналом

4. Толщина подзатворного диэлектрика $T_{ox} = 700 \text{ \AA}$, уровень легирования подложки $N_{sub} = 8e14 \text{ см}^{-3}$, затвор – поликремний **p**-типа, плотность медленных поверхностных состояний $= 2e10 \text{ см}^{-2}$. Чему равно пороговое напряжение МОП транзистора с индуцированным **n**-каналом

5. Толщина подзатворного диэлектрика $T_{ox} = 700 \text{ \AA}$, уровень легирования подложки $N_{sub} = 1e15 \text{ см}^{-3}$, затвор – Al, плотность медленных поверхностных состояний $= 1e10 \text{ см}^{-2}$. Чему равно напряжение отсечки МОП транзистора со встроенным **n**-каналом

6. Толщина подзатворного диэлектрика $T_{ox} = 800 \text{ \AA}$, уровень легирования подложки $N_{sub} = 4e14 \text{ см}^{-3}$, затвор – поликремний **n**-типа, плотность медленных поверхностных состояний $= 2e10 \text{ см}^{-2}$. Чему равно напряжение отсечки МОП транзистора со встроенным **n**-каналом

7. Толщина подзатворного диэлектрика $T_{ox} = 600 \text{ \AA}$, уровень легирования подложки $N_{sub} = 6e15 \text{ см}^{-3}$, затвор – поликремний **n**-типа, плотность медленных поверхностных состояний $= 1e10 \text{ см}^{-2}$. Чему равно напряжение отсечки МОП

транзистора со встроенным *n*-каналом

8. Толщина подзатворного диэлектрика $T_{ox} = 700 \text{ \AA}$, уровень легирования подложки $N_{sub} = 8 \times 10^{14} \text{ см}^{-3}$, затвор – поликремний *p*-типа, плотность медленных поверхностных состояний $= 2 \times 10^{10} \text{ см}^{-2}$. Чему равно напряжение отсечки МОП транзистора со встроенным *n*-каналом

9. Толщина подзатворного диэлектрика $T_{ox} = 700 \text{ \AA}$, уровень легирования подложки $N_{sub} = 1 \times 10^{15} \text{ см}^{-3}$, затвор – Al, плотность медленных поверхностных состояний $= 1 \times 10^{10} \text{ см}^{-2}$. Уровень логического нуля $= 0.7 \text{ В}$, уровень логической единицы $= 9 \text{ В}$. Рассчитать длину и ширину каналов МОП транзисторов инвертора с нелинейной нагрузкой.

10. Толщина подзатворного диэлектрика $T_{ox} = 800 \text{ \AA}$, уровень легирования подложки $N_{sub} = 4 \times 10^{14} \text{ см}^{-3}$, затвор – поликремний *n*-типа, плотность медленных поверхностных состояний $= 2 \times 10^{10} \text{ см}^{-2}$. Уровень логического нуля $= 0.7 \text{ В}$, уровень логической единицы $= 9 \text{ В}$. Рассчитать длину и ширину каналов МОП транзисторов инвертора с нелинейной нагрузкой.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Пороговое напряжение $U_0 = 0.8 \text{ В}$, удельная крутизна управляющего транзистора $S^y = 5 \times 10^{-5} \text{ А/В}^2$, удельная крутизна нагрузочного транзистора $S^H = 1 \times 10^{-6} \text{ А/В}^2$, напряжение питания 10 В . Рассчитать передаточную характеристику для *n*-канального МОП инвертора с нелинейной нагрузкой.

2. Пороговое напряжение $U_0 = 0.8 \text{ В}$, удельная крутизна управляющего транзистора $S^y = 5 \times 10^{-5} \text{ А/В}^2$, удельная крутизна нагрузочного транзистора $S^H = 1 \times 10^{-6} \text{ А/В}^2$, напряжение питания 10 В . Рассчитать передаточную характеристику для *n*-канального МОП инвертора с квазилинейной нагрузкой.

3. Пороговое напряжение $U_0 = 0.8 \text{ В}$, удельная крутизна управляющего транзистора $S^y = 5 \times 10^{-5} \text{ А/В}^2$, удельная крутизна нагрузочного транзистора $S^H = 1 \times 10^{-6} \text{ А/В}^2$, напряжение питания 5 В . Рассчитать передаточную характеристику для *n*-канального МОП инвертора с токостабилизирующей нагрузкой.

4. Пороговое напряжение $U_0 = 0.8 \text{ В}$, удельная крутизна управляющего транзистора $S^y = 5 \times 10^{-5} \text{ А/В}^2$, удельная крутизна нагрузочного транзистора $S^H = 1 \times 10^{-6} \text{ А/В}^2$, напряжение питания 5 В . Рассчитать передаточную характеристику для КМОП инвертора.

5. Пороговое напряжение $U_0 = 0.8 \text{ В}$, удельная крутизна управляющего транзистора $S^y = 5 \times 10^{-5} \text{ А/В}^2$, удельная крутизна нагрузочного транзистора $S^H = 1 \times 10^{-6} \text{ А/В}^2$, напряжение питания 10 В . Рассчитать зависимость потребляемой мощности от входного напряжения для *n*-канального МОП инвертора с нелинейной нагрузкой.

6. Пороговое напряжение $U_0 = 0.8 \text{ В}$, удельная крутизна управляющего транзистора $S^y = 5 \times 10^{-5} \text{ А/В}^2$, удельная крутизна нагрузочного транзистора $S^H = 1 \times 10^{-6} \text{ А/В}^2$, напряжение питания 10 В . Рассчитать зависимость потребляемой мощности от входного напряжения для *n*-канального МОП инвертора с квазилинейной нагрузкой.

7. Пороговое напряжение $U_0 = 0.8 \text{ В}$, удельная крутизна управляющего транзистора $S^y = 5 \times 10^{-5} \text{ А/В}^2$, удельная крутизна нагрузочного транзистора $S^H = 1 \times 10^{-6} \text{ А/В}^2$, напряжение питания 10 В . Рассчитать зависимость потребляемой мощности от входного напряжения для КМОП инвертора.

$6A/B^2$, напряжение питания 5В. Рассчитать зависимость потребляемой мощности от входного напряжения для *n*-канального МОП инвертора с токостабилизирующей нагрузкой.

8. Пороговое напряжение $U_0=0.8V$, удельная крутизна управляющего транзистора $S^y=5e-5A/B^2$, удельная крутизна нагрузочного транзистора $S^H=1e-6A/B^2$, напряжение питания 5В. Рассчитать зависимость потребляемой мощности от входного напряжения для КМОП инвертора.

9. Пороговое напряжение $U_0=0.8V$, удельная крутизна управляющего транзистора $S^y=5e-5A/B^2$, удельная крутизна нагрузочного транзистора $S^H=1e-6A/B^2$, напряжение питания 5В. Рассчитать логические уровни нуля и единицы по входу и выходу для КМОП инвертора.

10. Пороговое напряжение $U_0=0.8V$, удельная крутизна управляющего транзистора $S^y=5e-5A/B^2$, удельная крутизна нагрузочного транзистора $S^H=1e-6A/B^2$, напряжение питания 10В. Рассчитать потребляемую мощность для *n*-канального МОП инвертора с нелинейной нагрузкой при значениях $U_{вх}=1.5, 5, 7V$.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Проведение зачета не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Спроектировать и смоделировать комбинационную схему в схемотехническом САПР по варианту.

2. Построить топологию и провести моделирование комбинационной схемы в САПР по варианту.

3. Исследовать динамические свойства комбинационных схем. Найти максимальную рабочую частоту, задержку распространения сигнала, время переключения по варианту.

4. Оценить потребляемую мощность комбинационной схемы по варианту.

5. Оценить помехоустойчивость комбинационной схемы по варианту.

6. Исследовать работу D-триггера.

7. Исследовать усилительные свойства МОП транзистора.

8. Смоделировать токовое зеркало на МОП транзисторах.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос оценивается 5 баллом, задача оценивается в 5 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за полный верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 15.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 8 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 9 до 12

баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 13 до 15 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение	ОПК-1, ПКВ-1	Проверка конспекта
2	Схемотехническое моделирование и проектирование	ОПК-1, ПКВ-1	Защита лабораторных работ, проверка конспекта
3	Схемотехническое моделирование и проектирование	ОПК-1, ПКВ-1	Защита лабораторных работ, проверка конспекта
4	Схемотехническое моделирование и проектирование	ОПК-1, ПКВ-1	Защита лабораторных работ, проверка конспекта
5	Проектирование топологии	ОПК-1, ПКВ-1	Защита лабораторных работ, проверка конспекта
6	Проектирование топологии	ОПК-1, ПКВ-1	Защита лабораторных работ, проверка конспекта

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 экзаменатором и выставляется оценка согласно методики 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 экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики 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 экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсового проекта осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

ПЛИНЫ

Учебник	Щука А.А. Электроника : учеб. пособие / под ред. А.С.Сигова. - СПб. : БХВ-Петербург. 2005, Печатный	неогр.	1
Учебник Электронный ресурс	Пасынков В.В. Материалы электронной техники : Учебник / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин. - 6-е изд., стереотип. - СПб. : Лань . 2004	неогр.	1
Учебник Электронный ресурс	Пасынков В.В. Полупроводниковые приборы : Учебник / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - 7-е изд., испр. - СПб. : Лань. 2009	неогр.	1
Учебник Электронный ресурс	Лозовский В.Н. Константинова Г.С. Лозовский С.В. Нанотехнология в электронике. Введение в специальность. Учебное пособие- СПб. : Лань. 2008	неогр.	1

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, 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

Прикладные программные средства: Инструменты Microsoft DreamSpark, FireFox, LabVIEW, Elektronik Workbench.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

9.1 Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой

9.2 Оборудование компьютерного класса (аудитории 209/4) для проведения лабораторных работ.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Современные технологии проектирования элементов и устройств наноинженерии» .

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.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Выполнять этапы курсовой проекта должны своевременно и в установ-

ленные сроки.

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: следует 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: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	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.