

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан ФРТЭ В.А.Небольсин
«20» января 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Моделирование, проектирование и конструирование
микро- и наносистем»

Направление подготовки 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль Компоненты микро- и наносистемной техники

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы

Винокуров А.А.

/Винокуров А.А./

**И.о. заведующего кафедрой
твёрдотельной электроники**

Калинин Ю.Е.

/Калинин Ю.Е./

Руководитель ОПОП

Стогней О.В.

/Стогней О.В./

Воронеж 2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины: формирование у обучающихся знаний и практических навыков в области решения задач расчета и проектирования элементов микроэлектромеханических систем с применением систем автоматизированного проектирования (САПР) и систем моделирования (СМ); получение навыков создания схем управления микроэлектромеханическими системами.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучение структуры процесса проектирования микросистем и интегральных схем на основе иерархического подхода;
- изучение физических основ функционирования элементов микроэлектромеханических систем;
- получение обучающимися навыков создания геометрических и конечно-элементных моделей элементов микроэлектромеханических систем;
- получение обучающимися навыков моделирования электрических параметров систем на основе SPICE-моделей компонентов;
- изучение основ аналоговой и цифровой схемотехники для построения схем управления элементами микросистем;
- изучения основ микропроцессорной техники для построения систем управления и сбора данных.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Моделирование, проектирование и конструирование микро- и наносистем» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Моделирование, проектирование и конструирование микро- и наносистем» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла объектов, систем и процессов

ОПК-7 - Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	знать физические основы функционирования элементов микроэлектромеханических систем;

	уметь формировать техническое задание на проектирование микроэлектромеханической системы; строить конечно-элементные модели элементов; определять оптимальные параметры решателя системы конечно-элементного анализа. владеть навыками работы с графическим интерфейсом САПР; синтаксисом SPICE и APDL.
ОПК-7	знать основы цифровой схемотехники на функционально-логическом уровне; архитектуру микроконтроллеров на уровне интерфейсов уметь составлять и моделировать электрические схемы, содержащие элементы микросистемной техники и элементы управления владеть языком программирования микроконтроллеров

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Моделирование, проектирование и конструирование микро- и наносистем» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Самостоятельная работа	36	36
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость академические часы з.е.	108 3	108 3

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	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Уровни описания и параметры проектируемых объектов	Структура процесса проектирования. Системный подход к проектированию. Иерархические уровни проектирования, стадии проектирования, содержание технических заданий на проектирование, классификация моделей и параметров, используемых при автоматизированном проектировании.	6	6	6	18
2	Преобразователи микросистемной техники	Электромеханические преобразователи; сенсорные и актуаторные элементы микросистемной техники. Расчет параметров элементов микроэлектромеханических систем.	6	6	6	18
3	Математические модели микро- и наносистем..	Математический аппарат в моделях разных иерархических уровней, требования к моделям и численным методам. Метод конечных элементов (МКЭ). Математические модели в электромеханике. Физико-математические и морфолого-топологические модели базовых элементов.	6	6	6	18
4	Моделирование микроэлектромеханических систем в САПР.	Структура систем автоматизированного проектирования, виды обеспечения САПР. Особенности реализации МКЭ в САПР ANSYS. Этапы моделирования в программном комплексе ANSYS. Статический прочностной анализ. Стационарный тепловой анализ.	6	6	6	18
5	Топологические САПР.	Проектирование топологии элементов наноэлектроники и микросистемной техники. Геометрические правила проектирования топологии. Редактор топологии. Работа со слоями. Создание топологии элемента цифровой интегральной схемы. Создание топологии емкостного элемента. Создание топологии элементов МЭМС.	6	6	6	18
6	Схемы управления микросистемными элементами	Элементы микросистем в составе датчиков. Особенности обработки аналоговых и цифровых сигналов. Использование схем усиления. МЭМС как элемент цифровой схемы. Базовые элементы цифровых схем. Проектирование цифровых схем на функционально-логическом уровне. Микроконтроллер как основа системы управления датчиками. Интерфейсы микроконтроллеров. Основы программирования микроконтроллеров. Создание системы сбора данных с датчика на основе микроконтроллера.	6	6	6	18
Итого			36	36	36	108

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

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-2	знать физические основы функционирования элементов микроэлектромеханических систем;	Успешное выполнение тестовых заданий.	Выполнено более 60 % тестовых заданий.	Выполнено менее 60 % тестовых заданий.
	уметь формировать техническое задание на проектирование микроэлектромеханической системы; строить конечно-элементные модели элементов; определять оптимальные параметры решателя системы конечно-элементного анализа.	Получение требуемых результатов моделирования.	Отсутствуют ошибки решателя. Результаты моделирования соответствуют расчетным и литературным данным.	Ошибки решателя не устранены. Результаты моделирования не соответствуют расчетным и литературным данным.
	владеть навыками работы с графическим интерфейсом САПР; синтаксисом SPICE и APDL.	Успешное создание всех составных частей проекта и командных файлов в САПР.	Созданы и не содержат ошибок все обязательные части проекта. Отсутствуют синтаксические ошибки в командных файлах.	Обязательные части проекта не созданы или содержат ошибки. Присутствуют синтаксические ошибки в командных файлах.
ОПК-7	знать основы цифровой схемотехники на функционально-логическом уровне; архитектуру микроконтроллеров на уровне интерфейсов	Тест	Выполнено более 60 % тестовых заданий.	Выполнено менее 60 % тестовых заданий.
	уметь составлять и моделировать электрические схемы, содержащие элементы микросистемной техники и элементы управления	Получение требуемых результатов моделирования.	Результаты моделирования соответствуют расчетным и литературным данным.	Результаты моделирования не соответствуют расчетным и литературным данным.
	владеть языком программирования микроконтроллеров	Составление и отладка программы для микроконтроллера	Программа не содержит ошибок и выполняет требуемые функции.	Программа содержит ошибки или не выполняет требуемые функции

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

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

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-1	знать физические основы функционирования элементов микроэлектромеханических систем;	Успешное выполнение тестовых заданий.	Выполнено более 60 % тестовых заданий.	Выполнено менее 60 % тестовых заданий.
	уметь формировать техническое задание на проектирование микроэлектромеханической системы; строить конечно-элементные модели элементов; определять оптимальные параметры решателя системы конечно-элементного анализа.	Получение требуемых результатов моделирования.	Отсутствуют ошибки решателя. Результаты моделирования соответствуют расчетным и литературным данным.	Ошибки решателя не устранены. Результаты моделирования не соответствуют расчетным и литературным данным.
	владеть навыками работы с графическим интерфейсом САПР; синтаксисом SPICE и APDL.	Успешное создание всех составных частей проекта и командных файлов в САПР.	Созданы и не содержат ошибок все обязательные части проекта. Отсутствуют синтаксические ошибки в командных файлах.	Обязательные части проекта не созданы или содержат ошибки. Присутствуют синтаксические ошибки в командных файлах.
ОПК-7	знать основы цифровой схемотехники на функционально-логическом уровне; архитектуру микроконтроллеров на уровне интерфейсов	Тест	Выполнено более 60 % тестовых заданий.	Выполнено менее 60 % тестовых заданий.
	уметь составлять и моделировать электрические схемы, содержащие элементы микросистемной техники и элементы управления	Получение требуемых результатов моделирования.	Результаты моделирования соответствуют расчетным и литературным данным.	Результаты моделирования не соответствуют расчетным и литературным данным.
	владеть языком программирования микроконтроллеров	Составление и отладка программы для микроконтроллера	Программа не содержит ошибок и выполняет требуемые функции.	Программа содержит ошибки или не выполняет требуемые функции

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

Тестовые задания по разделу «Схемы управления микросистемными элементами»:

Вопрос 1

Какая из схем не выполняет логическую операцию?

- 1) сумматор
- 2) 2И-НЕ
- 3) Исключающее ИЛИ-НЕ
- 4) НЕ

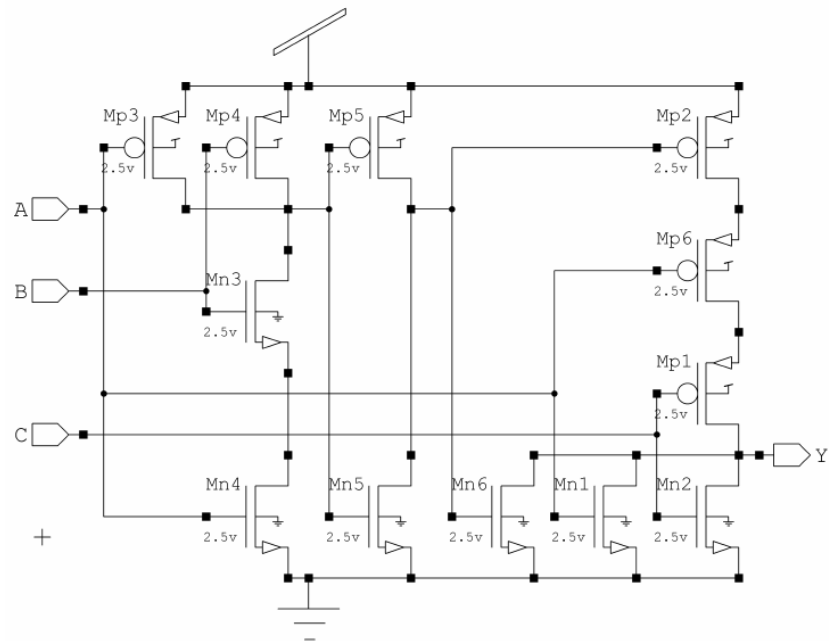
Вопрос 2

Какая таблица истинности элемента 2И-НЕ заполнена правильно?

1			2			3			4		
A	B	Y	A	B	Y	A	B	Y	A	B	Y
0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1
1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1
1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1

Вопрос 3

Какую логическую функцию выполняет схема, представленная на рисунке?



1) $(\overline{A + B})A + C$

3) $\overline{\overline{AB} + A + C}$

2) $\overline{AB + A + C}$

4) $A + B + C$

Вопрос 4

Вычислите выражение $4_{10} + A1_{16}$

1) $1000\ 0100_2$

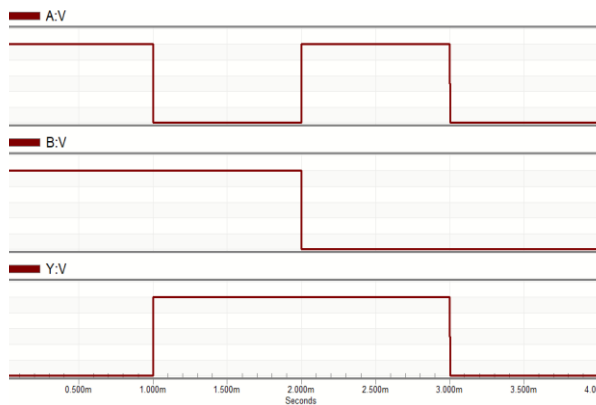
2) $1\ 0000\ 0111_2$

3) $1110\ 1000_2$

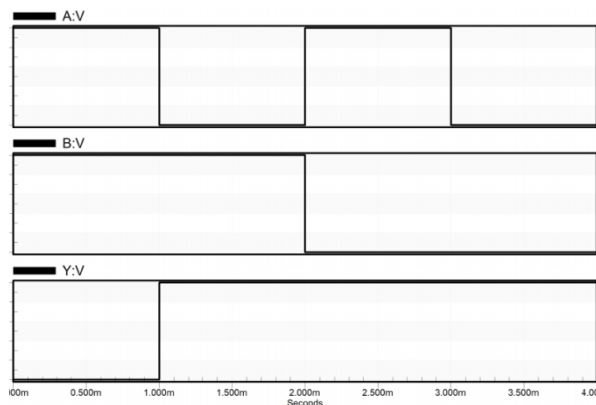
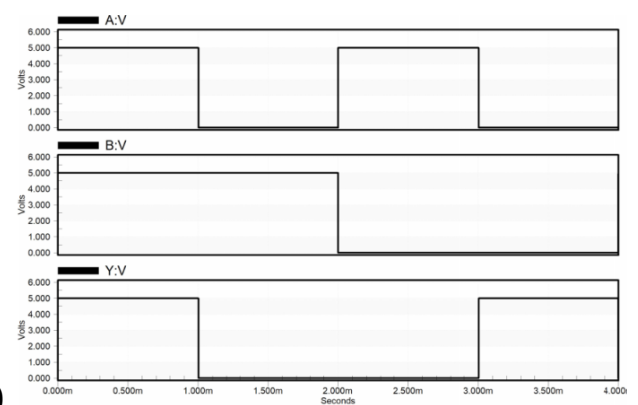
4) $1010\ 0101_2$

Вопрос 5

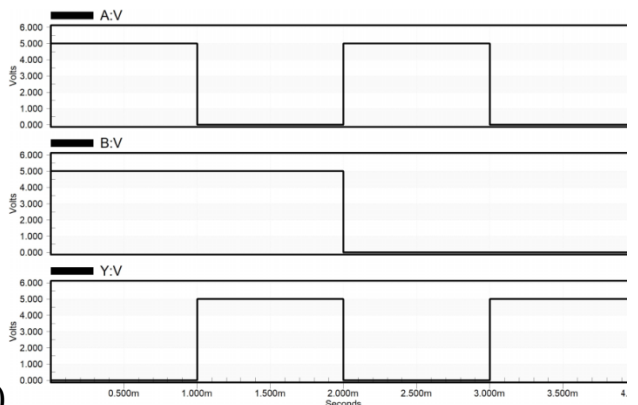
Выберите временную диаграмму, соответствующую схеме «2И-НЕ»



2)



4)



Вопрос 6

Упростите выражение $(A\bar{B} + AC)(A + \bar{B})$

1) $A(\bar{B} + BC)$

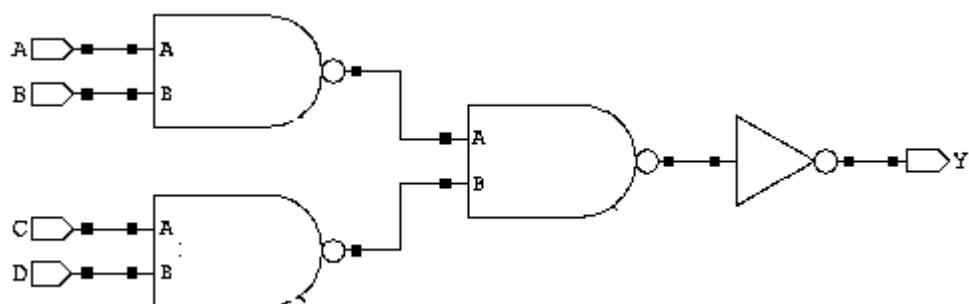
3) 1

2) $A\bar{B} + AC$

4) $AB + BC$

Вопрос 7

Какая логическая функция соответствует данной схеме?



1) $\overline{(A \cdot B) \cdot (C \cdot D)}$

2) $\overline{A \cdot B \cdot C \cdot D}$

3) $\overline{A + B \cdot C + D}$

4) $\overline{\overline{A + B \cdot C + D}}$

Вопрос 8

Какая из схем не осуществляет хранение информации?

1) регистр

2) счетчик

3) мультиплексор

4) триггер

Вопрос 9

Представьте значение -6_{10} в дополнительном коде

1) 0001

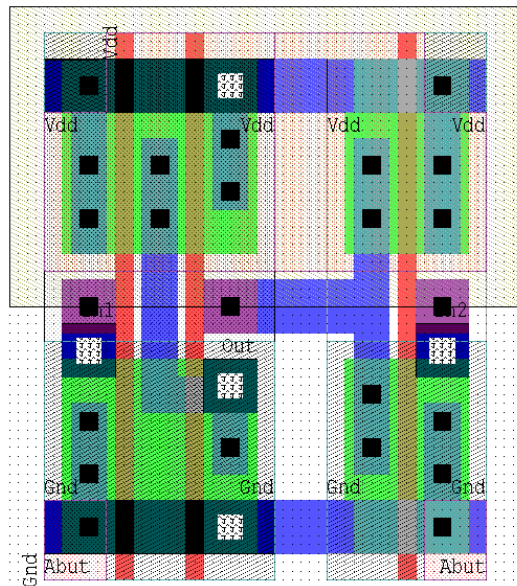
2) 1101

3) 1010

4) 1110

Вопрос 10

Какой логической функции соответствует данная топология?



- 1) $\bar{A} + B$
- 2) $\overline{AB}$
- 3) AB
- 4) $\overline{A + B}$

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Создать проект в Ansys Workbench, содержащий модуль термоэлектрического анализа.
2. Создать проект в Ansys Workbench, содержащий модули для связанного анализа.
3. Создать двумерный эскиз геометрической модели в DesignModeler по заданному варианту.
4. Создать трехмерную геометрическую модель в DesignModeler по заданному варианту.
5. Создать геометрическую модель в SpaceClaim по заданному варианту.
6. Создать конечно-элементную сетку для геометрической модели с заданными формой и размером конечного элемента.
7. Создать конечно-элементную сетку для геометрической модели в автоматическом режиме.
8. Задать нагрузки, начальные и граничные условия для термоэлектрического анализа.
9. Сравнить результаты моделирования, полученные при использовании разных решателей.

10. Создать в Workbench пользовательский материал с параметрами, достаточными для термоэлектрического анализа.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Провести моделирование термоэлектрического преобразователя с заданными геометрическими размерами и свойствами материалов в режиме потребления электрической энергии.

2. Провести моделирование термоэлектрического преобразователя с заданными геометрическими размерами и свойствами материалов в режиме генерации электрической энергии.

3. Провести моделирование пьезоэлектрического преобразователя с заданными геометрическими размерами и свойствами материалов в режиме сенсора.

4. Провести моделирование пьезоэлектрического преобразователя с заданными геометрическими размерами и свойствами материалов в режиме актюатора.

5. Провести моделирование ёмкостного преобразователя с заданными геометрическими размерами и свойствами материалов в режиме.

6. Провести моделирование фотоэлектрического преобразователя на основе гетероперехода с заданными геометрическими размерами и свойствами материалов.

7. Провести моделирование фоторезистора на основе гетероперехода с заданными геометрическими размерами и свойствами материалов.

8. Провести моделирование тензорезистора с заданными геометрическими размерами и свойствами материалов в режиме актюатора.

9. Провести моделирования пьезоэлектрического преобразователя с учетом воздействием температуры.

10. Провести моделирование фотоэлектрического преобразователя на основе гетероперехода с учетом воздействия температуры.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Системный подход к проектированию.

2. Иерархическая структура проектных спецификаций и иерархические уровни проектирования.

3. Классификация моделей и параметров, используемых при автоматизированном проектировании.

4. Математический аппарат в моделях разных иерархических уровней, требования к моделям и численным методам в САПР.

5. Математические модели в процедурах анализа на макроуровне. Исходные уравнения моделей (топологические и компонентные).

6. Примеры компонентных моделей.

7. Математические модели на микроуровне, методы анализа на микроуровне.

8. Метод конечных элементов.

9. Конечные элементы. Типы, степени свободы, порядок конечных элементов.

10. Особенности реализации МКЭ в программе ANSYS.
11. Состав программного комплекса ANSYS.
12. Интерфейс модуля ANSYS Mechanical APDL.
13. Интерфейс модуля ANSYS Workbench.
14. Общие сведения об этапе препроцессинга в программном комплексе ANSYS.
15. Этапы моделирования в программном комплексе ANSYS.
16. Процедура задания типа конечного элемента.
17. Процедура задания свойств материала элемента.
18. Построение геометрической модели исследуемого объекта методом снизу-вверх.
19. Построение геометрической модели исследуемого объекта методом сверху-вниз.
20. Маршрут моделирования в программном комплексе ANSYS.
21. Создание конечно-элементной модели с помощью команды Mapped.
22. Создание конечно-элементной модели с помощью команды MeshTool.
23. Наложение граничных условий на сеточную модель.
24. Виды анализа в программном комплексе ANSYS. Виды решателей в программном комплексе ANSYS.
25. Одномерный статический анализ в САПР ANSYS.
26. Двумерный статический анализ в САПР ANSYS.
27. Трёхмерный статический анализ в САПР ANSYS.
28. Модальный анализ в САПР ANSYS.
29. Гармонический анализ в САПР ANSYS.
30. Анализ тепловых процессов в САПР ANSYS.
31. Электростатический анализ в САПР ANSYS.
32. Электромагнитный анализ в САПР ANSYS.
33. Методы решения связанных задач в программном комплексе ANSYS.
34. Общие сведения об этапе постпроцессинга в программном комплексе ANSYS.
35. Просмотр результатов расчета с помощью постпроцессора General Postpro.
36. Просмотр результатов расчета с помощью постпроцессора TimeHist Postpro.
37. Отображение результатов моделирования в растровом, векторном, текстовом форматах.
38. Сохранение результатов моделирования в различных форматах.

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

(Например: Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

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

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Уровни описания и параметры проектируемых объектов	ОПК-1, ОПК-7	Тест, выполнение практического задания.
2	Преобразователи микросистемной техники	ОПК-1, ОПК-7	Тест, выполнение практического задания.
3	Математические модели микро- и наносистем..	ОПК-1, ОПК-7	Тест, выполнение практического задания.
4	Моделирование микроэлектромеханических систем в САПР.	ОПК-1, ОПК-7	Тест, выполнение практического задания.
5	Топологические САПР.	ОПК-1, ОПК-7	Тест, выполнение практического задания.
6	Схемы управления микросистемными элементами	ОПК-1, ОПК-7	Тест, выполнение практического задания. Ответы на контрольные вопросы.

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.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

– Петров М.Н., Гудков Г.В. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем: учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 464 с.

– Бруйка В.А. Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Учеб. пособ. / В.А. Бруйка, В.Г. Фокин, Е.А. Солдусова и др. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т., 2010. – 271 с.

– Белов А. Программирование микроконтроллеров для начинающих и не только / А. Белов. – СПб.: Наука и техника, 2016 г. – 352 с. – ISBN: 978-5-94387-867-1.

– Назаров А. Многокомпонентное 3D-проектирование наносистем: учебное пособие / А. Назаров. – МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 392 с.

– Винокуров А.А. Методические указания к выполнению лабораторных работ № 1 - 4 по дисциплине «Основы моделирования и оптимизации» для студентов направления 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» очной формы обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. А.А. Винокуров, А.В. Арсентьев, Е.Ю. Плотникова. Воронеж, 2017. 33 с.

– Арсентьев А.В. Методические указания к выполнению лабораторных работ № 1-2 по дисциплине «САПР в нанoeлектронике» для студентов направления 28.03.02 «Наноинженерия», профиля «Инженерные нанотехнологии в приборостроении» очной формы обучения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. А.В. Арсентьев, А.А. Винокуров. Воронеж, 2015. 22 с.

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:

1. Учебная литература и методические указания к выполнению лабораторных работ размещены на официальном сайте ВГТУ schgeu.ru.

2. Студентам рекомендуется использовать для поиска дополнительной литературы Интернет-ресурсы, содержащие официальные полнотекстовые версии статей и книг:

– elibrary.ru

– sciencedirect.com

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Специализированная лекционная аудитория, оснащенная проекционной аппаратурой.
2. Дисплейный класс.

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

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

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета и моделирования параметров технологических процессов изготовления элементов микросистем. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

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

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать 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.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения 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 начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.