

**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
«САПР технологических процессов»

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 электро-
ники и наноэлектроники _____ /Рембеза С.И./

Руководитель ОПОП _____ /Липатов Г.И./

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

формирование у обучающихся знаний в области математического моделирования технологических процессов микроэлектроники, позволяющих глубже понимать сущность процессов, используемых в производстве изделий микро- и наносистемной техники, проектировать эти изделия на основе современных методов и с использованием современных компьютерных технологий.

1.2. Задачи освоения дисциплины

выполнять исследование объектов наноинженерии на базе программных средств математического моделирования технологических процессов и современных компьютерных технологий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «САПР технологических процессов» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «САПР технологических процессов» 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 наноэлектроники, способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования (ПКВ-1).

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	Знать основные численные методы моделирования и проектирования микро- и наноструктур.
	Уметь объяснять сущность физических явлений и процессов в полупроводниковых структурах, производить анализ и делать количественные оценки параметров физических процессов; выполнить моделирование в пакете моделирования TCAD процессов, связанных с проектированием микро- и наносистем.
	Владеть навыками моделирования физических явлений и процессов в элементах и устройствах наноинженерии, анализировать полученные результаты, составлять отчеты о параметрах и характеристиках моделируемых устройств.
ПКВ-1	Знать основные численные методы моделирования и

	проектирования микро- и наноструктур.
	Уметь объяснять сущность физических явлений и процессов в полупроводниковых структурах, производить анализ и делать количественные оценки параметров физических процессов; выполнить моделирование в пакете моделирования TCAD процессов, связанных с проектированием микро- и наносистем.
	Владеть навыками моделирования физических явлений и процессов в элементах и устройствах наноинженерии, анализировать полученные результаты, составлять отчеты о параметрах и характеристиках моделируемых устройств.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «САПР технологических процессов» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия (всего)	48	48
В том числе:		
Лекции	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	24	24
Самостоятельная работа	96	96
Курсовая проекты	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость академические часы	180	180
з.е.	5	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	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Понятие о математическом моделировании, моделях процессов и прибор-	Роль математического моделирования технологических процессов и полупроводниковых приборов в микроэлектронике. Иерархические уровни моделирования.	4	4	16	24

	ров	Экономичность и универсальность моделей. Их классификация, история развития. Понятие о моделях отдельных процессов и приборов. Обзор пакетов прикладных программ моделирования технологических процессов и полупроводниковых приборов.				
2	Численные методы моделирования	Классификация уравнений и граничных условий для моделирования полупроводниковых приборов и технологических процессов. Классификация и сравнительная характеристика численных методов, используемых для построения моделей. Метод конечных разностей. Основные понятия метода. Построение сетки. Построение разностных операторов разложением в ряд Тейлора.	4	4	16	24
3	Моделирование отдельных технологических операций	Математическое описание диффузии примесей. Диффузия легирующих примесей. Общие уравнения. Модель диффузии Ферми. Модель сегрегации примесей. Модель диффузии связанных пар примесь-дефект. Численные методы расчетов диффузионных моделей. Явный метод Эйлера, анализ устойчивости. Неявный метод Эйлера, анализ устойчивости.	4	4	16	24
		Модели ионной имплантации. Аналитические модели имплантации. Гауссово распределение ионно-имплантированных примесей. Распределение Пирсона ионно-имплантированных примесей. Моделирование имплантации методом Монте-Карло.	4	4	16	24
		Математическое описание процесса окисления кремния. Численная реализация модели окисления кремния. Модель Дила—Гроува. Роль точечных дефектов в кремнии при окислении. Ориентационная зависимость. Зависимость толщины оксида кремния от давления. Зависимость толщины оксида кремния от содержания хлора. Зависимость толщины оксида кремния от степени легирования	4	4	16	24
4	Математическое моделирование приборов	САПР TCAD. Стандарт SUPREM. Обязательные команды и синтаксис.	4	4	16	24
Итого			24	24	96	144

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Вывести конечно-разностного шаблон по индивидуальному заданию.
2. Рассчитать процесс окисления по модели Дилла-Гроува в математическом пакете.
3. Рассчитать процесса ионной имплантации по модели Пирсона.
4. Рассчитать диффузии аналитическим и явным методом Эйлера в математическом пакете.
5. Смоделировать диффузию неявным методом Эйлера на языке C++.
6. Задать геометрические области прибора в САПР TCAD.

7. Создать область прибора с заданной концентрацией в САПР TCAD.
8. Рассчитать ВАХ прибора с помощью различных методов в САПР TCAD.
9. Смоделировать диода в САПР TCAD.
10. Смоделировать вертикальный биполярный транзистор в САПР TCAD.
11. Смоделировать горизонтальный биполярный транзистор в САПР TCAD.

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

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

Примерная тематика курсовой работы: «Разработка и моделирование производства элементов ИС».

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- Разработать технологический маршрут изготовления изделия МСТ.
- Сформировать структуру прибора.
- Задать режим моделирования электрических и механических характеристик.

Курсовая работа включает 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 основы программирования и синтаксис команд САПР	Защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь пользоваться средствами отладки САПР	Защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками оценки результатов	Защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	работы САПР		ренный в рабочих программах	ренный в рабочих программах
ПКВ-1	знать о месте и роли ММ технологических процессов, производства изделий МСТ	Защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь использовать основные ММ технологических процессов производства изделий МСТ	Защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками создания ММ для конкретных технологических процессов производства изделий МСТ	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 основы программирования и синтаксис команд САПР	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70 % правильных ответов
	Уметь пользоваться средствами отладки САПР	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Владеть навыками оценки результатов работы САПР	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
ПКВ-1	знать о месте и роли ММ технологических процессов, производства изделий МСТ	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь использовать основные ММ технологических процессов производства изделий МСТ	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Владеть навыками создания ММ для конкретных техно-	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных

	логических процессов производства изделий МСТ					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. Модель объекта это...
 - a) предмет, похожий на объект моделирования
 - b) объект-заместитель, который учитывает свойства объекта, необходимые для достижения цели !!
 - c) копия объекта
 - d) шаблон, по которому можно произвести точную копию объекта

2. Основная функция модели это:
 - a) Получить информацию о моделируемом объекте
 - b) Отобразить некоторые характеристические признаки объекта
 - c) Получить информацию о моделируемом объекте или отобразить некоторые характеристические признаки объекта!!
 - d) Воспроизвести физическую форму объекта

3. Математические модели относятся к классу...
 - a) Изобразительных моделей
 - b) Прагматических моделей
 - c) Познавательных моделей
 - d) Символических моделей!!

4. Математической моделью объекта называют...
 - a) Описание объекта математическими средствами, позволяющее выводить суждение о некоторых его свойствах при помощи формальных процедур!!
 - b) Любую символическую модель, содержащую математические символы
 - c) Представление свойств объекта только в числовом виде
 - d) Любую формализованную модель

5. Методами математического моделирования являются ...
 - a) Аналитический
 - b) Числовой
 - c) Аксиоматический и конструктивный!!
 - d) Имитационный

6. Какая форма математической модели отображает предписание последовательности некоторой системы операций над исходными данными с целью получения результата:
 - a) Аналитическая

- b) Графическая
 - c) Цифровая
 - d) Алгоритмическая !!
7. Объект, состоящий из вершин и ребер, которые между собой находятся в некотором отношении, называют...
- a) Системой
 - b) Чертежом
 - c) Структурой объекта
 - d) Графом !!
8. Эффективность математической модели определяется...
- a) Оценкой точности модели
 - b) Функцией эффективности модели!!
 - c) Соотношением цены и качества
 - d) Простотой модели
9. Адекватность математической модели и объекта это...
- a) Правильность отображения в модели свойств объекта в той мере, которая необходима для достижения цели моделирования!!
 - b) Полнота отображения объекта моделирования
 - c) Количество информации об объекте, получаемое в процессе моделирования
 - d) Объективность результата моделирования
10. Состояние объекта определяется ...
- a) Количеством информации, полученной в фиксированный момент времени
 - b) Множеством свойств, характеризующим объект в фиксированный момент времени относительно заданной цели!!
 - c) Только физическими данными об объекте
 - d) Параметрами окружающей среды

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. За счет чего снижается стоимость полупроводникового производства при использовании TCAD:
 - а) за счет уменьшения числа экспериментов;
 - б) за счет того, что отпадает необходимость ставить эксперименты в процессе разработки нового технологического процесса;
 - в) за счет сокращения затраченного времени;
 - г) за счет уменьшения стоимости обучения и подготовки персонала?
2. В каком виде представлены в TCAD физические модели:
 - а) в виде системы алгебраических уравнений;
 - б) в виде системы нелинейных дифференциальных уравнений;

- в) в виде системы нелинейных дифференциальных уравнений с соответствующими граничными и начальными условиями;
- г) в виде набора значений физических величин.

3. Чем определяется выбор размеров элементов сетки в методе конечных элементов:

- а) достижением приемлемой сходимости и точности расчета;
- б) затратами времени на вычисление;
- в) размерами и формой структуры, наличием и величиной градиентов физических параметров, наличием других неоднородностей структуры (например, интерфейсов);
- г) всеми перечисленными факторами в совокупности?

4. Процесс ионной имплантации в аморфном полупроводнике описывается с помощью распределения:

- а) распределение Гаусса;
- б) двойное сопряженное распределение Гаусса (асимметричное);
- в) распределение Гаусса с обобщенным экспоненциальным «хвостом»;
- г) распределение Пирсона-IV;
- д) распределение Пирсона-IV с линейно-экспоненциальным хвостом.

5. Наклон подложки относительно направления падения ионного пучка при проведении процесса ионной имплантации необходим для:

- а) предотвращения распыления материала с поверхности подложки;
- б) более равномерного распределения примеси в латеральном направлении;
- в) предотвращения явления каналирования ионов в монокристаллическом полупроводнике;
- г) уменьшения нагрева поверхности подложки.

6. Количество введенной в полупроводник примеси в процессах диффузии и ионной имплантации характеризуется:

- а) полным количеством атомов примеси;
- б) концентрацией примеси;
- в) дозой примеси;
- г) дозой активной примеси.

7. При окислении кремния скорость протекания процесса определяется:

- а) скоростью поставки окислителя к поверхности кремния;
- б) скоростью диффузии окислителя в слое окисла по направлению к границе окисел-кремний;
- в) скоростью протекания химической реакции на поверхности окисла;
- г) скоростью протекания химической реакции на границе окисел-кремний.

8. При моделировании процесса окисления кремния учитываются:

- а) зависимость скорости процесса от температуры;
- б) зависимость скорости процесса от парциального давления компонентов окисляющей среды;
- в) зависимость скорости процесса от ориентации подложки, механических напряжений и уровня легирования;
- г) от всех перечисленных факторов.

9. Сегрегация примеси — это:

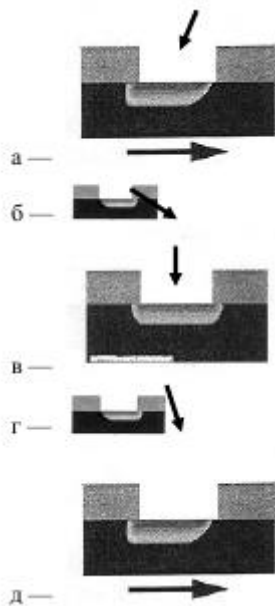
- а) явление перераспределения примеси между окислом и полупроводником, происходящее при высокой температуре из-за различия растворимости и коэффициентов диффузии примеси в полупроводнике и окисле;
- б) встраивание атомов примеси в кристаллическую решетку полупроводника;
- в) обеднение примесью поверхности полупроводника, происходящее при его нагреве в инертной среде;
- г) перераспределение примеси в объеме полупроводника при высокой температуре.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Для процесса ионной имплантации наиболее важным является учет:

- а — электронного торможения;
- б — упругих столкновений с ядрами атомов;
- в — неупругих столкновений с ядрами атомов;
- г — электронного и ядерного упругого торможений;
- д — всех видов ядерного торможения.

2. Какое сечение соответствует параметрам операции ионного легирования Tilt=45°, Rotation= - 90°, Cutline (0, 0, 0, 1) ?



3. В модели связанной диффузии предполагается участие в диффузионном процессе следующих составляющих:

- а — междоузлий и атомов примеси в междоузельном состоянии;
- б — атомов примеси в замещающем состоянии, междоузлий, вакансий;
- в — вакансий и междоузлий;
- г — вакансий, междоузлий, атомов примеси в замещающем и междоузельном состоянии;

4. В модели связанной диффузии используются допущения:

- а — атом примеси в замещающем состоянии может образовывать комплексы только с одним типом дефектов;
- б — реакции ионизации являются неравновесными;
- в — реакции ионизации являются равновесными, зарядовые состояния изменяются в диапазоне от -2 до $+2$;
- г — комплексы разных типов не взаимодействуют друг с другом;
- д — реакции ионизации являются неравновесными, зарядовые состояния изменяются в диапазоне от -1 до $+1$.

5. К возможным проявлениям TED-эффекта относится:

- а — взаимное влияние примесей в процессе диффузии;
- б — уменьшение глубины мелкозалегающих р-п переходов при увеличении температуры отжига;
- в — рекристаллизация слоев аморфизированного кремния;
- г — сегрегация примеси на границе кремний/ SiO_2 ;
- д — формирование преципитатов.

6. Взаимодействие примесей в процессе диффузии приводит к следующим эффектам:

- а — присутствие бора замедляет диффузию фосфора и не влияет на диффузию мышьяка;
- б — диффузия бора замедляется в хвосте распределения фосфора и ускоряется в хвосте распределения мышьяка;
- в — присутствие мышьяка ускоряет диффузию бора и не влияет на диффузию фосфора;
- г — донорные примеси при совместной диффузии диффундируют быстрее, но не влияют на диффузию мышьяка;
- д — диффузия бора ускоряется в хвосте распределения фосфора и замедляется в хвосте распределения мышьяка.

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. Математическое моделирование. Основные термины
2. Математическая классификация уравнений и граничных условий.
3. Метод конечных разностей. Основные понятия метода. Построение сетки.

4. Метод конечных разностей. Построение разностных операторов разложением функции в ряд Тейлора. Трехточечный шаблон.
5. Метод конечных разностей. Построение разностных операторов разложением функции в ряд Тейлора. Трехточечный шаблон переменный шаг.
6. Метод конечных разностей. Построение разностных операторов разложением функции в ряд Тейлора. Пятиточечный шаблон.
7. Метод конечных разностей. Построение разностных операторов путем интерполяции функции полиномами. Трехточечный шаблон.
8. Метод конечных разностей. Построение разностных операторов путем интерполяции функции полиномами. Трехточечный шаблон переменный шаг.
9. Метод конечных разностей. Построение разностных операторов путем интерполяции функции полиномами. Пятиточечный шаблон.
10. Решение системы алгебраических уравнений. Метод прогонки.
11. Математическое моделирование процесса диффузии. Аналитические модели.
12. Математическое моделирование процесса диффузии. Явный метод Эйлера.
13. Анализ устойчивости явного метода Эйлера
14. Математическое моделирование процесса диффузии. Метод Рундсона
15. Анализ устойчивости метода Рундсона
16. Математическое моделирование процесса диффузии. Метод Дюфора-Френкеля
17. Анализ устойчивости метода Дюфора-Френкеля
18. Математическое моделирование процесса диффузии. Неявный метод Эйлера
19. Анализ устойчивости неявного явного метода Эйлера
20. Математическое моделирование процесса окисления. Модель Дилла Гроува
21. Математическое моделирование процесса ионной имплантации. Модель Гауса.
22. Математическое моделирование процесса ионной имплантации. Модель Пирсон IV.

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 7 до 9 баллов
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 10 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	Понятие о математическом моделировании, моделях процессов и приборов	ОПК-1, ПКВ-1	Тест, проверка конспекта
2	Численные методы моделирования	ОПК-1, ПКВ-1	Защита лабораторных работ, проверка конспекта
3	Моделирование отдельных технологических операций	ОПК-1, ПКВ-1	Тест, защита лабораторных работ, проверка конспекта
4	Математическое моделирование приборов	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 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 экзаменатором 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 экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы 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

Учебное пособие	Петров М.Н., Гудков Г.В. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем, 2011, Издательство Лань	неогр.	1
Учебное пособие	Бубенников А.Н Моделирование интегральных микро технологий приборов и схем, 1989	неогр.	1
Учебное пособие	Антонетти П., Мод. элементов и технологических процессов, 1988	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, симулятор SUPREM

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 «САПР технологических процессов».

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.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы необходимо своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

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 теоретиче-

	ские 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: - 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.