



## 1 Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: формирование компетентности студентов в области знаний современных проблем интегральных устройств электроники, технологии производства электронной компонентной базы, устройств функциональной электроники, приобретение студентами умений и навыков самостоятельного проектирования гибридных интегральных схем и оформление конструкторско-технологической документации.

## 2 Место дисциплины в структуре ООП направления подготовки

Дисциплина «Устройства интегральной и функциональной электроники» входит в вариативную часть профессионального цикла образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 11.03.03 - «Конструирование и технология электронных средств».

Дисциплина изучается в пятом семестре и базируется на ранее изученных курсах: «Математика», «Физика», «Материалы и компоненты электронных средств», «Электротехника и электроника», «Физические основы микро- и нанoeлектроники».

Полученные при изучении данного курса знания и умения используются при выполнении выпускной квалификационной работы и в дальнейшей профессиональной деятельности.

## 3 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-2 способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (базовый уровень).

В результате освоения дисциплины студент должен знать, уметь и владеть:

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ОПК-2	базовый	и понимать физическую сущность явлений и процессов, происходящих в приборах и материалах, используемых в профессиональной деятельности	решать задачи по программе учебного курса	методами экспериментальных исследований

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Трудоемкость дисциплины

Учебная работа (УР)	Всего	Коды формируемых компетенций
	5 семестр	
<b>Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕ)</b>	9	
<b>Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):</b>		ОПК-2
Аудиторная работа, в том числе:	144	
- лекции	54	
- практические занятия	36	
- лабораторные работы	54	
- аудиторная СРС	36	
Внеаудиторная СРС, в том числе:	180	
- курсовая работа	36	
- прочая СРС	144	
<b>Аттестация</b>	ЭКЗ+КР	

### 4.2 Содержание и структура разделов дисциплины

#### 1) Проектирование интегральных устройств электроники (ИУЭ)

##### 1.1) Классификация микросхем

Основные этапы развития электроники. Современное состояние электронной компонентной базы (ЭКБ). Государственные программы по развитию ЭКБ и импортозамещению. Система обозначений отечественных микросхем. Классификация микросхем. Аналоговые микросхемы. Цифровые микросхемы. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Полупроводниковые запоминающие устройства. Микропроцессоры. Микроконтроллеры. Базовые матричные кристаллы. Системы на кристалле.

##### 1.2) Конструкция биполярных микросхем

Интегральные планарно-эпитаксиальные биполярные транзисторы. Многоэмиттерные транзисторы. Многоколлекторные транзисторы. Интегральные диоды. Интегральные конденсаторы. Интегральные резисторы. Способы изоляции элементов. Коммутационные проводники. Контактные площадки. Внешние выводы микросхем. Сквозные отверстия. Вспомогательные элементы.

**1.3) Конструкция полевых микросхем.** Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом. Полевые транзисторы с изолированным затвором. МДП транзисторы с индуцированным каналом. МДП транзисторы со встроенным каналом. Вертикальные V-МДП транзисторы. Диффузионные полевые ДМОП транзисторы. МНОП транзисторы с двухслойным подзатворным диэлектриком. Транзисторы с плавающим затвором. Транзисторы с двойным затвором. Комплементарные КМОП транзисторы. Биполярно-полевые БиКМОП транзисторы.

##### 1.4) Микросхемы на широкозонных полупроводниках

ЭКБ СВЧ диапазона. Прием-передающие модули. GaAs МИС. Применение GaN и SiC.

##### 1.5) Конструкция гибридных микросхем (ГИС) и микросборок (МСБ)

Особенности ГИС и МСБ. Подложки. Толсто пленочные и тонко пленочные гибридные микросхемы. Пленочные резисторы, конденсаторы, индуктивности. Подгоняемые пленочные элементы. Навесные компоненты. Особенности СВЧ ГИС.

### **1.6) Герметизация микросхем**

Влияние внешних факторов на параметры и надежность микросхем. Способы герметизации. Бескорпусная герметизация. Конструкция и классификация корпусов.

### **1.7) Оформление конструкторской документации (КД) на микросхемы**

Основные положения ЕСКД. Комплектность КД на микросхемы. Условное графическое обозначение элементов. Схемы электрические. Топологические чертежи. Сборочные чертежи. Спецификация. Маркировка. Упаковка.

## **2) Технология ИУЭ**

### **2.1) Общая характеристика технологии производства**

Основные этапы изготовления ИУЭ. Электронная гигиена. Требования к параметрам воздушной среды. Чистые помещения. Одежда персонала. Технологическая тара.

### **2.2) Исходные материалы и полуфабрикаты**

Полупроводниковые материалы. Получение и очистка исходных материалов. Выращивание монокристаллов. Получение поликристаллических веществ и стекол. Конструкционные материалы. Химические вещества. Деионизованная вода. Газы. Техника безопасности и охрана труда при работе с веществами и материалами.

### **2.3) Подготовка подложек**

Подложки. Форма подложек. Ориентация слитков. Резка слитков на подложки. Кристаллографическая ориентация подложек. Маркировка. Механическая обработка подложек. Лазерное и дисковое скайбирование. Типы загрязнений на различных стадиях техпроцесса. Типовые средства очистки. Методы контроля чистоты поверхности.

### **2.4) Эпитаксия**

Классификация процессов эпитаксии. Газофазная эпитаксия. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Жидкофазная эпитаксия. Легирование растущих эпитаксиальных слоев. Эпитаксия кремния и соединений  $A^3B^5$  и  $A^2B^6$ . Методы контроля параметров слоев.

### **2.5) Процессы формирования легированных слоев**

Диффузия. Диффузанты кремниевой технологии. Ионное легирование. Источники ионов. Системы формирования и сепарации ионных пучков. Профиль распределения внедренных ионов. Радиационные дефекты. Применение отжига для активации примесей. Методы контроля глубины залегания легированных областей и профиля распределения.

### **2.6) Процессы формирования диэлектрических слоев**

Диэлектрические пленки в технологии ИУЭ. Методы получения пленок диоксида, нитрида, карбида и оксинитрида кремния и примесно-силикатных стекол. Термическое окисление. Плазменное окисление. Пиролитическое осаждение. Плазмохимическое осаждение. Атомно-слоевое осаждение. Золь-гель метод. Анодное окисление. Исследование свойств диэлектрических пленок.

### **2.7) Процессы формирования металлических пленок**

Металлические пленки в технологии ИУЭ. Вакуумное резистивное, электронно-лучевое, магнетронное, ионное и катодное распыление. Электрохимическое осаждение.

### **2.8) Литографические процессы**

Базовые операции фотолитографии. Фоторезисты. Фотошаблоны. Контактная и проекционная фотолитография. Обратная фотолитография. Литография в жестком ультрафиолете. Электронно-лучевая литография. Рентгенолитография.

### **2.9) Травление**

Процессы химического травления. Полирующее, селективное, локальное травление. Анизотропное травление. Электрохимическая обработка поверхности. Травление кремния, диоксида кремния, нитрида кремния, поликремния, арсенида галлия, металлов. Процессы сухого травления. Механизмы ионного, ионно-химического и плазмохимического травления. Оборудование и источники ионов.

## **2.10) Толстопленочная технология**

Технология толстых пленок. Трафаретная печать. Резистивные, проводящие и диэлектрические пасты. Методы помола и контроля дисперсности порошка. Реологические свойства пасты. Изготовление трафаретов. Нанесение и вжигание паст. Оборудование.

## **2.11) Технология сборки и герметизации**

Основные сборочные операции. Проволочный монтаж. Непроволочный монтаж внешних выводов. Монтаж жесткими объемными выводами. Монтаж кристаллов на коммутационной плате. Соединение кристалла клеем, припоями, эвтектикой. Микросварка и микропайка. УЗ сварка. Термокомпрессия. Метод перевернутого кристалла. Типы корпусов и технология их производства. Защита от альфа-частиц. Герметизация пластмассой. Герметизация корпусов пайкой и сваркой. Герметизация полимерных и керамических корпусов. Бескорпусная герметизация. Методы контроля герметичности.

## **3) Устройства функциональной электроники**

### **3.1) Введение**

Предмет функциональной электроники. Статические и динамические неоднородности. Схема устройств функциональной электроники. Направления функциональной электроники.

### **3.2) Акустоэлектроника**

Акустоэлектрические явления и эффекты. Волны Релея, Стоунли, Лява, Гуляева-Блюштейна. Генерации и прием акустических волн. Встречно-штыревой преобразователь. Управление распространением акустической волны. Резонаторы. Линии задержки. Фильтры. Генераторы. Конвольверы. Запоминающие устройства. Усилители.

### **3.3) Магнитоэлектроника**

Магнитное упорядочение вещества. Пара-, диа-, ферро- ферри- и антиферромагнетики. Цилиндрические магнитные домены (ЦМД). Генерация перемещение и детектирование ЦМД. Запоминающие устройства. Процессоры сигналов. Магнитостатические волны. Линии задержки. Фазовращатели. Модуляторы. Усилители. Конвольверы. Гибридные феррит-полупроводниковые структуры.

### **3.4) Оптоэлектроника**

Особенности оптического диапазона. Светоизлучающие диоды. Лазеры. Фотоприемники Фоторезисторы. Фотодиоды. Фототранзисторы. Оптопары. Акустооптические и магнитооптические явления. Модуляторы. Корреляторы. Дефлекторы. Фильтры. Процессоры сигналов. Интегральные оптоэлектронные устройства. ВОЛС.

### **3.5) Функциональная полупроводниковая электроника**

Приборы с зарядовой связью (ПЗС). Генерация, перенос и считывание зарядовых пакетов. Фоточувствительные ПЗС. Аналоговые процессоры. Линии задержки. Фильтры. Конвольверы. Цифровые процессоры. Запоминающие устройства. Полупроводники с N- и S-образной ВАХ. Домены Ганна. Токовые шнуры. Волны пространственного заряда.

### **3.6) Диэлектрическая электроника**

Диэлектрические материалы. Пьезо-, пиро-, сегнето-, магнитоэлектрики. СЭ домены. Туннелированные тока через диэлектрик. FeRAM. Диэлектрический диод и транзистор.

### **3.7) Криоэлектроника**

Сверхпроводящие материалы. Криогенная температура. Криогенные жидкости: свойства, методы получения и хранения. Стационарный и нестационарный эффект Джозефсона. СКВИДы. Сверхпроводящие переключатели и логические элементы.

### 4.3 Лабораторный практикум

№, п/п	Тема лабораторной работы	Трудоемкость, ак. час
1	Анализ электрической схемы по постоянному току	4
2	Исследование работы аналоговых микросхем	4
3	Моделирование тонкопленочных резисторов	4
4	Моделирование тонкопленочных конденсаторов	4
5	Моделирование тонкопленочных индуктивностей	4
6	Проектирование топологии гибридной микросхемы	4
7	Оформление КД в соответствии с требованиями ЕСКД	5
8	Общая технология ИУЭ	4
9	Разработка техпроцесса изготовления интегральной схемы	4
10	Оформление ТД в соответствии с требованиями ЕСТД	5
11	Проектирование полосового ПАВ фильтра	4
12	Проектирование линии задержки на МСВ	4
13	Исследование диэлектрического гистерезиса в сегнетоэлектриках	4
	Всего:	54

### 4.4 Практические задания

№, п/п	Тема практических занятий	Трудоемкость, ак. час
1	Техническое задание на разработку микросхемы	4
2	Расчет электрических параметров схемы по постоянному току	4
3	Расчет тонкопленочных резисторов	4
4	Расчет тонкопленочных конденсаторов	4
5	Расчет тонкопленочных индуктивностей	4
6	Расчет микрополосковой линии	4
7	Разработка коммутационной платы ГИС	4
8	Расчет тепловых режимов элементов и компонентов ГИС	4
9	Расчет показателей надежности ГИС	4
	Всего:	36

### 4.5 Задания на самостоятельную работу

Студенты должны выполнить реферат на одну из следующих тем:

1. Многофункциональные "Core-Chip" микросхемы
2. Системы биологического анализа "Lab-on-Chip"
3. Технология LTCC керамики
4. Технология МЭМС и МЭОС
5. Особенности сборки ИУЭ СВЧ
6. Золь-гель технология
7. Голографические запоминающие устройства
8. Оптоэлектронная логика
9. Фотоприемники на квантовых ямах и точках
10. Приборы и устройства ночного видения и тепловидения
11. Эхо-процессоры
12. Сверхпроводниковая память
13. Квантовый компьютер и квантовые вычисления

14. Стереолитография
15. Наноимпринт-литография
16. Современные средства САПР для проектирования ИУЭ
17. Молекулярные материалы в электронике
18. Методы формирования молекулярных материалов
19. Автоволновая электроника
20. Хемотронные элементы и устройства

#### **4.6 Задание на курсовую работу**

В соответствии с базовым учебным планом по дисциплине «Устройства интегральной и функциональной электроники» студенты выполняют курсовой проект на тему «Разработка конструкции и технологии изготовления гибридной микросхемы».

Индивидуальные задания и рекомендации по выполнению курсового проектирования приведены в методических указаниях по курсовому проектированию.

#### **4.7 Организация изучения дисциплины**

Методические рекомендации по организации изучения дисциплины с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий даются в Приложении А.

#### **5 Контроль и оценка качества освоения дисциплины**

Контроль качества освоения студентами дисциплины и ее составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием бально-рейтинговой системы (БРС). Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте дисциплины (Приложение Б).

Для оценки качества освоения дисциплины используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра; рубежный – на девятой неделе семестра; семестровый – по окончании изучения учебного модуля. При этом используется оценочная шкала (Приложение В).

#### **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины представлено Картой учебно-методического обеспечения (Приложение Г).

#### **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине используется лекционная аудитория, оборудованная мультимедийными средствами и лабораторная аудитория.

#### **Приложения (обязательные):**

- А – Методические рекомендации по организации изучения дисциплины
- Б – Технологическая карта
- В - Паспорта компетенций
- Г - Карта учебно-методического обеспечения дисциплины

## Приложение А

(обязательное)

### Методические рекомендации по организации изучения дисциплины «Устройства интегральной и функциональной электроники»

В рамках учебного модуля предусмотрены лекционные, практические, лабораторные занятия и курсовое проектирование.

Основное содержание теоретической части излагается преподавателем на лекционных занятиях, а также усваивается студентом при знакомстве с дополнительной литературой, которая предназначена для более глубокого овладения знаниями основных дидактических единиц соответствующего раздела. Экзамен по дисциплине проводится в форме устных ответов на вопросы экзаменационного билета.

#### Список экзаменационных вопросов по дисциплине «Устройства интегральной и функциональной электроники»:

1. Основные этапы развития электроники. Особенности современной электроники.
2. Классификация и система обозначения интегральных схем (ИС).
3. Аналоговые ИС.
4. Аналогово-цифровые преобразователи и цифро-аналоговые преобразователи.
5. Цифровые ИС.
6. Полупроводниковые запоминающие устройства. ОЗУ. ПЗУ.
7. Транзистор как базовый элемент интегральных схем. Биполярный п-р-п транзистор.
8. Биполярный р-п-р транзистор. Многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторы.
9. Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом.
10. МОП транзисторы с индуцированным каналом.
11. МОП транзисторы со встроенным каналом.
12. Вертикальные V-МДП транзисторы. ДМОП транзисторы.
13. МНОП транзисторы. МДП транзисторы на диэлектрической подложке.
14. Транзисторы с плавающим затвором. Транзисторы с двумя затворами.
15. Комплементарные КМОП транзисторы. БиКМОП транзисторы.
16. Интегральные диоды.
17. Интегральные резисторы.
18. Интегральные конденсаторы.
19. Способы изоляции элементов интегральных схем.
20. Коммутационные проводники, контактные площадки и внешние выводы ИС.
21. Гибридные интегральные схемы (ГИС). Подложки.
22. Конструкция и характеристики пленочных резисторов.
23. Конструкция и характеристики пленочных конденсаторов.
24. Конструкция и монтаж навесных компонентов. Проволочный монтаж.
25. Типы и классификация корпусов ИС.
26. Основные этапы изготовления ИУЭ. Электронная гигиена.
27. Выращивание монокристаллов. Ориентация слитков. Резка слитков на подложки.
28. Получение поликристаллических веществ и стекол.
29. Химические вещества в технологии ИУЭ. Техника безопасности и охрана труда при работе с веществами и материалами.
30. Подложки. Форма. Маркировка.

31. Механическая обработка подложек. Шлифовка. Полировка.
32. Лазерное и дисковое скайбирование пластин.
33. Процессы эпитаксии.
34. Диффузия. Диффузанты кремниевой технологии.
35. Ионное легирование.
36. Диэлектрические пленки в технологии ИУЭ. Методы получения, исследование свойств.
37. Металлические пленки в технологии ИУЭ. Методы получения, исследование свойств.
38. Базовые операции фотолитографии. Фоторезисты. Фотошаблоны.
39. Контактная и проекционная фотолитография. Обратная фотолитография. Электронно-лучевая литография.
40. Жидкостное травление. Анизотропное травление.
41. Процессы сухого травления.
42. Технология толстых пленок. Трафаретная печать.
43. Монтаж кристаллов на коммутационной плате. Проволочный монтаж.
44. Микросварка и микропайка.
45. Герметизация пластмассой. Корпусирование. Бескорпусная герметизация.
46. Предмет функциональной электроники. Статические и динамические неоднородности. Направления функциональной электроники.
47. Акустоэлектрические явления и эффекты. Встречно-штыревой преобразователь.
48. Линии задержки и фильтры на ПАВ
49. Генераторы и усилители на ПАВ
50. Конвольверы и запоминающие устройства на ПАВ
51. Магнитное упорядочение вещества. Цилиндрические магнитные домены (ЦМД). Запоминающие устройства.
52. Магнитостатические волны. Линии задержки.
53. Особенности оптического диапазона. Светоизлучающие диоды. Лазеры.
54. Фотоприемники Фоторезисторы. Фотодиоды. Фототранзисторы. Оптопары. Интегральные оптоэлектронные устройства.
55. Акустооптические и магнитооптические явления. Модуляторы. Корреляторы. Дефлекторы.
56. Приборы с зарядовой связью (ПЗС). Фоточувствительные ПЗС.
57. Полупроводники с N- и S-образной ВАХ. Домены Ганна.
58. Диэлектрические материалы. FeRAM.
59. Сверхпроводящие материалы. Криогенная температура. Криогенные жидкости.
60. Высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП). Эффект Джозефсона. Сверхпроводящие квантовые интерферометры (СКВИДы).

**Приложение Б**  
(обязательное)  
**Технологическая карта**  
**дисциплины «Устройства интегральной и функциональной электроники»**  
**семестр 5, ЗЕ 9, вид аттестации экзамен, акад. часов - 144, баллов рейтинга - 450**

№ и наименование раздела дисциплины, КП/КР	№ недели семестра	Трудоемкость, акад. час				СРС	Форма текущего контроля успеваемости (в соответствии с паспортом ФОС)	Максим. количество баллов рейтинга
		Аудиторные занятия						
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС			
1. Проектирование устройств интегральной электроники	<b>1-6</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>48</b>		<b>150</b>
							выполнение и защита ЛР	75
							решение задач	50
							опрос	25
2. Технология устройств интегральной электроники	<b>7-12</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>48</b>		<b>150</b>
							выполнение и защита ЛР	75
							решение задач	50
							опрос	25
3. Устройства функциональной электроники	<b>13-18</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>48</b>		<b>100</b>
							выполнение и защита ЛР	50
							выполнение и защита реферата	50
Рубежный контроль	9	не менее 112,5 баллов из 225					-	-
Семестровый контроль	18	не менее 225 баллов из 450					Экзамен	-
Курсовая работа	18					<b>36</b>		<b>50</b>
<b>Итого:</b>		<b>54</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>180</b>		<b>450</b>

Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины 9 ЗЕ = 506. х 9 = 450 баллов:

- оценка «отлично» от 405 до 450 баллов;
- оценка «хорошо» от 315 до 400,5 баллов;
- оценка «удовлетворительно» от 225 до 310,5 баллов;
- оценка «неудовлетворительно» менее 225 баллов.

## Приложение В

(обязательное)

### Паспорта компетенций

ОПК-2 - способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (базовый уровень)

Показатели	Оценочная шкала		
	удовлетворительно	хорошо	отлично
<b>Знать</b> и понимать физическую сущность явлений и процессов, происходящих в приборах и материалах, используемых в профессиональной деятельности	Испытывает трудности при объяснении физической сущности явлений и процессов	Недостаточно четко объясняет физическую сущность явлений и процессов	Четко объясняет физическую сущность явлений и процессов
<b>Уметь</b> решать задачи по программе учебного курса	Допускает ошибку при подборе формул и/или необходимых данных для решения задач или допускает критическую ошибку в расчетах	Правильно подбирает формул и необходимых данных, но допускает некритические ошибки в расчетах	Верно решает задачи
<b>Владеть</b> методами экспериментальных исследований	Испытывает затруднения при использовании методов экспериментальных физических исследований	Допускает неточности затруднения при использовании методов экспериментальных физических исследований	Способен обосновать выбор и применить в практике методы экспериментальных физических исследований

## Приложение Г

(обязательное)

## Карта учебно-методического обеспечения

**Дисциплины Устройства интегральной и функциональной электроники**Направление: **11.03.03 - Конструирование и технология электронных средств**Формы обучения очнаяКурс 3; Семестр 5Часов: всего 144, лекций 54, практ. зан. 36, лаб. раб. 54, СРС и прочие виды индивидуальной работы (курсовая работа) 180Обеспечивающая кафедра ПТРА.

Таблица Г.1- Обеспечение дисциплины учебными изданиями

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1. Коледов Л.А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. - Спб.: «Лань», 2007. - 400с.		
2. Опадчий Ю.Ф., Глудкин О.П., Гуров А.И. Аналоговая и цифровая электроника : полный курс : учеб. для вузов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 768с.		
3. Технология СБИС в 2-х кн. Кн.1 / Под ред. Зи С. - М.: Мир, 1986. - 404 с.		
4. Технология СБИС в 2-х кн. Кн.1 / Под ред. Зи С. - М.: Мир, 1986. - 453 с.		
5. Готра З.Ю. Технология микроэлектронных устройств: Справочник. М.: Радио и связь, 1991, 528 с.		
6. Разработка и оформление конструкторской документации радиоэлектронной аппаратуры: Справочник / Э.Т. Романычева, А.К. Иванова, А.С. Куликов и др.; Под ред. Э.Т. Романычевой. - 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Радио и связь, 1989. - 448 с.		
7. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры. Учебник для вузов / Под общ. ред. В.А. Шахнова. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. - 568 с.		
8. Шука А.А. Электроника: Учебное пособие / Под ред. А.С. Сигова - Спб.: БХВ-Петербург, 2005. - 800 с.		

Таблица Г.2 – Информационное обеспечение дисциплины

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание

Таблица Г.3 - Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1. Меркулов А.И. Основы конструирования интегральных микросхем: учеб. для студентов вузов / А.И.Меркулов, В.А. Меркулов. - Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2013. - 270с.		
2. Шишкин Г.Г. Электроника: учеб. для вузов / Г.Г. Шишкин, А.Г. Шишкин - М.: Дрофа, 2009. - 703 с.		
3. Шутов Д.А., Ситанов Д.В. Процессы микро- и нанотехнологий: Лабораторный практикум. Ч. 1 / Иван. гос. хим.-технол. ун-т. - Иваново, 2006. - 141 с.		
4. Шутов Д.А., Ситанов Д.В. Процессы микро- и нанотехнологий: Лабораторный практикум. Ч. 2 / Иван. гос. хим.-технол. ун-т. - Иваново, 2006. - 141 с.		
5. Щука А.А. Функциональная электроника: Учебник для вузов. - М.: МИРЭА, 1998. - 259 с.		
6. Рычина Т.А., Зеленский А.В. Устройства функциональной электроники и электрорадиоэлементы. - М.: Радио и связь, 1999. - 352с.		
7. Багдасарян А.С., Багдасарян С.А., Бичурин М.И., Семенов Г.А., Аверкин С.В. Физические принципы работы и проектирование акустоэлектронных устройств обработки информации: монография / НовГУ имени Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2009. - 107 с.		
8. Морган Д. Устройства обработки сигналов на поверхностных акустических волнах: Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1990. - 416 с.		
9. Вонсовский С.В. Магнетизм. Магнитные свойства диа-, пара-, ферро-, антиферро-, и ферримагнетиков. - М.: Наука, 1971. - 1032 с.		
10. Гуревич А.Г., Мелков Г.А. Магнитные колебания и волны. - М.: Физматлит, 1994. - 464 с		
11. Игнатов А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника : учеб. пособие для вузов / А. Н. Игнатов. - Спб: Лань, 2011. – 538 с.		

Действительно для учебного года \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись И.О.Фамилия

\_\_\_\_\_ 201\_ г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ:

\_\_\_\_\_ должность

\_\_\_\_\_ подпись

\_\_\_\_\_ расшифровка