

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УМР  
А.А.Панфилов

« 07 » \_\_\_\_\_ 04 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ В НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ**  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки: 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

Профиль/программа подготовки:

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
7	6 / 216	36	18	36	90	Экзамен 36 час, КР
Итого	6 / 216	36	18	36	90	Экзамен 36 час, КР

Владимир 2015

## **ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения дисциплины «Проектирование электронных средств в нанoeлектронике» являются приобретение студентами теоретических и практических знаний и навыков конструкторско-технологического проектирования электронных средств (ЭС) различного уровня сложности, необходимых при ознакомлении с физическими принципами действия электронных приборов и нанoeлектронных устройств (НЭУ), при рассмотрении классообразующей приборной структуры и уровней конструктивной иерархии изделий и элементной базы, конструкции и технологии изготовления электронных блоков и узлов, при создании современных средств управления техническими и технологическими комплексами, системами и технологиями.

### **1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина «Проектирование электронных средств в нанoeлектронике» относится к дисциплинам по выбору студента в вариативной части блока Б1 ОПОП и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки, необходимые бакалаврам по направлению подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника».

Изучение дисциплины «Проектирование электронных средств в нанoeлектронике» основано на знаниях, приобретенных обучающимися при освоении предшествующих дисциплин учебного плана:

Физика; Метрология, стандартизация, сертификация и технические измерения; Информационные технологии; Инженерная и компьютерная графика; Физические основы микро- и наносистемной техники; Физика твёрдого тела; Электротехника; Введение в нанотехнологию; Микроэлектромеханические системы; Физико-химические основы процессов микро- и нанотехнологии; Прикладная механика; Основы программирования; Компьютерное сопровождение научных исследований; Организация производства; Управление проектами; Квантовая и оптическая электроника; Микрооптика и фотоника; Концепция современного естествознания; Компьютерное моделирование; Основы нанобезопасности; Бионические микро- и наносистемы; а также знаниях, полученных при прохождении производственной практики.

Основные положения дисциплины «Проектирование электронных средств в нанoeлектронике» используются при изучении следующих дисциплин:

Аддитивные технологии; Интегрированные технологии и оптика локализованных структур; а также при прохождении преддипломной практики и выполнении научно-исследовательской и выпускной квалификационной работы.

### **2. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В процессе освоения дисциплины «Проектирование электронных средств в нанoeлектронике» у обучающегося формируются профессиональные компетенции:

ОПК-7, способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

ОПК-9, способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности.

В результате освоения дисциплины «Проектирование электронных средств в нанoeлектронике» обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- 1) Знать:
  - структуру, функциональные блоки и составные части электронных средств (ОПК-7);
  - современную элементную базу электронных средств и нанoeлектронных устройств (ОПК-7);

- этапы жизненного цикла электронных средств и нанoeлектронных устройств (ОПК-7);
- уровни конструктивной иерархии электронных средств (ОПК-7);
- методы и средства программного обеспечения, используемые при проектировании электронных средств и нанoeлектронных устройств (ОПК-9);
- требования информационной безопасности при проектировании электронных средств и нанoeлектронных устройств (ОПК-9).

2) Уметь:

- анализировать структурные и функциональные схемы электронных средств (ОПК-7);
- использовать нормативно-техническую документацию в проектной деятельности (ОПК-7);
- анализировать конструкторскую документацию и определять физические принципы действия электронных средств и нанoeлектронных устройств (ОПК-7);
- использовать информационные технологии в проектной деятельности (ОПК-9);
- классифицировать внешние воздействующие факторы, влияющие на конструкцию электронных средств и нанoeлектронных устройств (ОПК-7).

3) Владеть:

- современными средствами информационно-программного обеспечения процессов проектирования электронных средств и нанoeлектронных устройств (ОПК-9);
- способами защиты электронных средств и нанoeлектронных устройств от влияния внешних воздействующих факторов (ОПК-7).

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Введение. Классификация и структура ЭС и НЭУ	7	1 - 2	4	-	2	4	-	8		5/50	Рейтинг-контроль №1
2	Этапы жизненного цикла и факторы, определяющие проектирование ЭС и НЭУ	7	3 - 4	4	-	2	4	-	8		5/50	
3	Компоновка ЭС и НЭУ	7	5 - 6	4	-	2	4	-	8		5/50	

4	Общие конструктивные и эксплуатационные требования	7	7 - 8	4	-	2	4	-	8		2/20	
5	Средства проектирования ЭС с печатным монтажом	7	9 - 10	4	-	2	4	-	12		5/50	Защита лаб. работ
6	Проектирование элементов несущих конструкций ЭС и НЭУ	7	11 - 12	4	-	2	4	-	12		5/50	Рейтинг-контроль №2
7	Защита конструкции ЭС и НЭУ: тепловая, пылевлаго- и виброзащита; защита от ЭМИ	7	13 - 14	4	-	2	4	-	12		4/40	Защита лаб. работ
8	Технологические и нормативно-технические требования при проектировании ЭС и НЭУ	7	15 - 16	4	-	2	4	-	12		4/40	Защита лаб. работ
9	Проектирование ЭС и НЭУ с учетом требований эргономики и технического дизайна	7	17 - 18	4		2	4	-	10		5/50	Защита лаб. работ
Всего		-	-	36	-	18	36	-	90	КР	40/44	Экзамен 36 час

#### 4. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При проведении лекционных занятий применяется традиционный подход, заключающийся в последовательном изучении разделов дисциплины и в изложении лектором содержания учебного материала текущей лекции, начиная с определения темы лекции и плана лекционного занятия, а также с формулировки цели лекции и перечня рассматриваемых вопросов (задач).

Занятия практической направленности проводятся в интерактивной форме с целью развития у студентов профессиональных компетенций ОПК-7 и ОПК-9. В ходе лекционно-семинарских, лабораторных и практических занятий у студентов формируются и закрепляются способности к объективно-критическому творческому суждению по вопросам изучаемой дисциплины за счет краткого периодического опроса лектором учащихся по

учебному материалу предыдущих занятий, за счет побуждения учащихся к дискуссии по текущему учебному материалу и за счет предоставления учащимся возможности выработки умозаключений, опираясь на собственные знания, полученные в результате самостоятельной работы.

При выполнении курсовой работы студенты изучают структуру технического задания, нормативно-технические документы по теме работы и правила оформления пояснительной записки и расчетно-графических материалов, осваивают письменный язык изложения текстовой части пояснительной записки. При подготовке к защите результатов курсовой работы учащиеся приобретают навыки составления устного доклада и ответов на предполагаемые вопросы.

На практических и лабораторных занятиях в составе студенческих рабочих подгрупп проводится изучение основополагающих расчетно-аналитических методов проектирования ЭС в полном соответствии с требованиями нормативно-технических документов, а также при заслушивании сообщений каждого из студентов на заданную тему реферата в форме научного доклада с демонстрацией презентации и при выработке всеми учащимися коллективного заключения по изложенному материалу.

Темы научных сообщений учащихся находятся в полном соответствии с направлениями самостоятельной работы студентов, тематикой лекционного материала, вопросами текущего рейтинг-контроля, содержанием лабораторного практикума, заданиями курсовой работы и перечнем экзаменационных вопросов. Преподаватель организует проведение занятий в форме секционных научных заседаний с регистрацией вопросов, характеризующих творческую активность студентов, что является одним из необходимых условий успешного прохождения студентами текущего рейтинг-контроля успеваемости.

В ходе подготовки реферата студенты осваивают правила оформления достигнутых результатов в виде научной статьи в полном соответствии с требованиями, предъявляемыми к электронным изданиям. При этом учащиеся приобретают знания и навыки в составлении названия и аннотации статьи, структуры содержания и выбора ключевых слов, изложения теоретической, практической и экспериментальной частей публикации, определения области, объекта, предмета и цели исследования, постановки решаемых задач, изложения выводов и заключения, составления библиографического списка используемых источников информации.

При проведении лекционно-практических занятий применяются информационно-коммуникационные и мультимедиа-технологии для мониторинга текущей успеваемости и контроля знаний студентов, а также отображения презентаций, тестовых заданий и демонстрационных видеороликов посредством проекционных средств и мониторов ПК ЭВМ. Не менее 40% аудиторных занятий проводится в интерактивной форме.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

**Текущий контроль** успеваемости студентов является распределённым во времени семестра и основывается на оценке следующих составляющих:

1. Выполнение студентом лабораторных работ и подготовка индивидуальных отчетов; защита результатов лабораторных исследований.

2. Выполнение студентом индивидуальных заданий практической и самостоятельной работы; подготовка реферата, презентации и доклада. Выступление студента с индивидуальным докладом на секционном заседании и защита результатов выполненного исследования.

3. Участие студентов в обсуждении рефератов и докладов других учащихся на секционных заседаниях в ходе практических занятий.

4. Выполнение студентом индивидуального задания по курсовой работе; подготовка пояснительной записки по теме курсового исследования; подготовка доклада и защита результатов курсового исследования.

#### **Темы практических занятий и рефератов**

1) Роль и задачи конструктора при проектировании ячеек, субблоков, блоков, стоек и шкафов управления.

2) Функционально-узловой, каскадно-узловой, схемно-узловой и моносхемный методы проектирования ЭС.

3) Классификация ЭС по условиям эксплуатации. Стойкость ЭС к воздействию жестких электромагнитных излучений.

4) Компоновка ЭС. Факторы, определяющие компоновку; критерии оптимальности компоновки.

5) Схемы электрическая принципиальная, функциональная и структурная ЭС.

6) Общие технические требования к конструкции ЭС специального назначения.

7) Печатные и интегральные платы. Разновидности плат по технологии изготовления, конструкции и назначению.

8) Основные требования к печатному монтажу, трассировке и расчету элементов печатного монтажа.

9) Особенности оформления чертежа печатной платы.

10) Основные требования к установке компонентов и элементов функциональной электроники на печатных платах. Особенности оформления сборочных чертежей ячеек на печатных платах.

11) Блоки и ячейки микроэлектронной аппаратуры. Разновидности конструкций и особенности конструирования.

12) Системы охлаждения ЭС. Особенности проектирования ЭС с естественной и принудительной вентиляцией. Тепловые трубки.

13) Проектирование вибропрочных ячеек ЭС. Методы увеличения жесткости конструкции и снижения амплитуды колебаний при вибрациях и ударах.

14) Виброизоляция (амортизация) ЭС. Основные характеристики виброизоляторов и принципы их действия.

15) Экранирование электрического и магнитного полей. Конструкции электрических и магнитных экранов.

16) Виды помех и паразитных связей в проводниках, искажение сигналов, требования к линиям связи.

17) Индуктивные и кондуктивные паразитные связи элементов печатного монтажа.

18) Общие методы влагозащиты. Герметизация ЭС.

#### **Перечень тем лабораторных занятий**

Студенты выполняют лабораторные задания. Конкретный перечень лабораторных работ для каждого студента определяет преподаватель с учетом темы задания реферата и направления самостоятельной работы.

Работа №1. Обеспечения тепловых режимов ЭС.

Работа №2. Обеспечения механической прочности ЭС.

Работа №3. Обеспечения электрической прочности и электромагнитной совместимости ЭС.

Работа №4. Обеспечения надежности ЭС.

Работа №5. Обеспечения влагостойкости ЭС.

#### **Рейтинг-контроль №1**

Проводится в письменной форме.

Список заданий:

1. Функционально-узловой (модульный) метод конструирования ЭС.

2. Задачи конструктора при проектировании ячеек, блоков, приборов и устройств ЭС.

3. Классификация ЭС по условиям эксплуатации.

4. Компоновка ЭС, определяющие факторы.
5. Методы компоновки и критерии оптимальности.
6. Схемы электрические принципиальные, функциональные и структурные.

### **Рейтинг-контроль №2**

Проводится в письменной форме.

Список заданий:

1. Основные характеристики конструктивных и эксплуатационных требований к ЭС.
2. Печатные платы. Разновидности плат по технологии изготовления, конструкции и назначению.
3. Основные требования к элементам печатного монтажа и трассировке.
4. Правила оформления чертежа печатной платы.
5. Особенности установки электрорадиоэлементов (ЭРЭ) и устройств функциональной электроники (УФЭ) на печатные платы.
6. Правила оформления сборочных чертежей изделий на печатных платах.
7. Субблоки, блоки и ячейки современной микроэлектронной аппаратуры.

Разновидности конструкций.

### **Рейтинг-контроль №3**

Проводится в письменной форме.

Список заданий:

1. Системы охлаждения ЭС; особенности применения средств естественной и принудительной вентиляции.
2. Проектирование вибропрочных ячеек ЭС. Методы увеличения жесткости конструкции и снижения амплитуды виброколебаний.
3. Виброизоляция (амортизация) ЭС. Характеристики виброизоляторов и принципы их действия.
4. Экранирование электрического и магнитного поля. Конструкции электрических и магнитных экранов.
5. Виды помех и паразитных связей в ЭС, искажение сигналов; требования к линиям связи.
6. Индуктивные и кондуктивные паразитные связи элементов печатного монтажа.
7. Методы влагозащиты и герметизации ЭС.

### **Курсовая работа (контроль освоения разделов дисциплины)**

Целью курсовой работы является приобретение студентами навыков решения практических задач, связанных с умением анализировать техническое задание и схему электрическую принципиальную ЭС, определять структуру и эффективные методы проектирования ЭС.

Темой курсовых работ является разработка конструкции НЭУ или модулей ЭС, электрическая принципиальная схема которых характеризуется функциональной завершенностью и умеренной сложностью. Студент вправе самостоятельно избирать интересующее его направление развития конструкций ЭС и НЭУ, опираясь на интернет ресурс, периодические источники информации, научно-техническую и нормативно-техническую документацию (НТД). В курсовой работе должны быть отражены следующие решения:

1. Разработка технического задания в соответствии с требованиями НТД.
2. Выбор современной элементной базы ЭС.
3. Компоновка элементов модуля и трассировка коммуникационных оснований.
4. Расчет элементов печатного монтажа
5. Оформление чертежа схемы электрической принципиальной и чертежа печатной платы.
6. Разработка эскизов элементов несущих конструкций и/или чертежей.
7. Оформление сборочного чертежа модуля или устройства и спецификации.
8. Оформление пояснительной записки.

**Промежуточная аттестация** проходит в форме экзамена. Вопросы экзамена охватывают всю тематику, рассмотренную в ходе проведения лекционных, практических и лабораторных занятий в течение семестра.

Вопросы к экзамену:

(экзамен проводится в письменной форме)

1. Структура и назначение электронных средств. Типовая структура средств фотоники и оптроники.
2. Поколения и составные части электронных средств.
3. Этапы жизненного цикла электронных средств.
4. Пути совершенствования электронных средств, основополагающих параметров и характеристик. Определяющие факторы развития конструкций, методы конструирования.
5. Признаки системности конструкции электронных средств. Уровни входимости конструкции.
6. Функционально-узловой, каскадно-узловой, схемно-узловой и моносхемный методы конструирования электронных средств. Роль и задачи конструктора при проектировании ячеек, блоков, стоек и устройств.
7. Компоновка электронных средств, определяющие факторы. Методы компоновки и критерии оптимальности.
8. Исходные данные процесса конструирования электронных средств. Схема электрическая принципиальная, функциональная и структурная.
9. Соотношение понятий проектирование и конструирование электронных средств. Задачи, цели и техническое задание на проектирование. Средства проектирования.
10. Технологичность конструкции электронных средств. Качественные и количественные показатели технологичности. Комплексный показатель оценки технологичности.
11. Коммуникационные основания в виде печатных и интегральных плат. Разновидности плат по технологии изготовления, конструкции и назначению. Особенности конструкций по классам точности и плотности. Многослойные печатные платы.
12. Основные требования к проектированию печатного монтажа, особенности трассировки и расчета элементов печатного монтажа.
13. Основные требования к установке ЭРЭ и УФЭ на печатные платы. Особенности оформления чертежа печатной платы и сборочных чертежей ЭМУ на печатных платах.
14. Пульты управления и лицевые панели ЭС. Основные требования компоновки. Способы нанесения надписей и шкал на лицевых панелях.
15. Основные способы охлаждения электронных средств. Характеристики теплопроводности и классификации теплоотводов.
16. Методы интенсификации локального охлаждения ЭС. Элементы локального охлаждения и особенности их проектирования. Тепловые трубки.
17. Общие системы охлаждения ЭС. Особенности проектирования естественной и принудительной вентиляции ЭС. Схемы компоновок стоек управления.
18. Внешние механические воздействия на ЭС: вибрации и удары; их характеристики и влияние на элементы конструкции и компоненты.
19. Проектирование вибропрочных ячеек ЭС. Конструктивные методы увеличения жесткости и уменьшения амплитуд колебаний при вибрациях. Виброизоляция (амортизация) ЭС. Основные характеристики виброизоляторов и принципы их действия.
20. Электромагнитная совместимость ЭС. Источники и приемники помех, виды паразитных связей и наводок. Экранирование электрического и магнитного полей.
21. Экранирование проводов и кабелей ЭС. Перекрестные помехи в элементах электрического монтажа. Виды помех и паразитных связей, искажение сигнала, требования к линиям связи.



22. Емкостные связи элементов печатного монтажа. Индуктивные и кондуктивные паразитные связи элементов печатного монтажа.

23. Основные требования к проектированию печатных проводников сигнальных цепей. Разновидности конструкции и особенности исполнения шин питания и заземления.

24. Воздействие атмосферных осадков и влажности на ЭС. Общие методы влагозащиты. Герметизация ЭС. Проектирование разъемных уплотнительных соединений.

25. Особенности герметизации корпусов с подвижными элементами управления. Элементы электрических соединений для неразъемного и разъемного внешнего электрического монтажа.

#### **Самостоятельная работа студентов (контроль освоения разделов дисциплины)**

Целью самостоятельной работы студентов является углубленное освоение разделов дисциплины, дополняющих материалы лекционного курса. Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется при защите отчетов по лабораторным работам, в ходе практических занятий, при подготовке реферата, при проверке пояснительной записки к курсовой работе и при проведении рейтинг-контроля.

#### **Направления самостоятельной работы**

- 1) История развития конструкций ЭС.
- 2) Функционально-узловой (модульный) метод конструирования ЭС.
- 3) Классификация ЭС по условиям эксплуатации.
- 4) Схема электрическая принципиальная и функциональная.
- 5) Технологичность конструкции ЭС.
- 6) Разновидности печатных плат по технологии изготовления.
- 7) Трассировка и расчет элементов печатного монтажа.
- 8) Требования к установке ЭРЭ и УФЭ на печатные платы.
- 9) Разновидности конструкций блоков ЭС.
- 10) Разновидности конструкций ячеек ЭС.
- 11) Пульты управления и лицевые панели ЭС.
- 12) Методы интенсификации локального охлаждения ЭС.
- 13) Общие системы охлаждения ЭС: особенности проектирования средств естественной и принудительной вентиляции.
- 14) Вибрации, удары и их влияние на элементы ЭС.
- 15) Методы увеличения жесткости и снижения амплитуды колебаний вибропрочных ячеек ЭС при вибрациях.
- 16) Источники помех и приемники помех, виды паразитных связей и наводок в ЭС.
- 17) Экранирование электрического и магнитного поля. Электрические и магнитные экраны.
- 18) Экранирование проводов и кабелей ЭС.
- 19) Емкостные связи печатного монтажа.
- 20) Основные требования при проектировании печатных проводников сигнальных цепей.
- 21) Разновидности конструкции и особенности проектирования цепей питания и элементов заземления в ЭС.
- 22) Воздействие атмосферных осадков, влажности на ЭС. Общие методы влагозащиты.
- 23) Герметизация ЭС в разъемных корпусах. Проектирование разъемных уплотнительных соединений.

#### **Распределение видов самостоятельной работы по разделам дисциплины**

Раздел 1-4. Работа с дополнительной литературой (24 ч.). Подготовка реферата (8 ч.).

Раздел 5-6. Работа с дополнительной литературой (16 ч.); Подготовка реферата (8 ч.).

Раздел 7-8. Работа с дополнительной литературой (16 ч.); Подготовка реферата (8 ч.);

Раздел 8. Работа с дополнительной литературой (10 ч.).

**Открытый список вопросов для проверки результатов самостоятельной работы студентов:**

- 1) Какие бывают ограничения при конструкторском проектировании?
- 2) Какая информация может являться исходными данными для разработки ЭС?
- 3) Перечислите разделы, входящие в состав технического задания на проектирование ЭС?
- 4) Какие критерии выбираются для формирования групп по условиям эксплуатации?
- 5) Что такое компоновка ЭС?
- 6) Что является основной задачей компоновки?
- 7) Какие методы компоновочных работ вы знаете?
- 8) По каким принципам осуществляется размещение элементов управления и индикации на лицевых панелях? Приведите примеры.
- 9) Какими основными параметрами характеризуется такой орган чувств оператора, как зрение?
- 10) Каковы общие требования к проектированию отсчетных устройств?
- 11) Как устанавливаются ЭРЭ и УФЭ при монтаже на печатные платы (ПП)?
- 12) Как следует размещать функциональные узлы на ПП?
- 13) Что необходимо учитывать при размещении ЭРЭ на ПП?
- 14) Перечислите, какие существуют варианты установок ЭРЭ на ПП?
- 15) Каких правил необходимо придерживаться при проектировании контактных площадок для внутрисхемного контроля плат с поверхностным монтажом?
- 16) Какие зоны относятся к запрещенным для прокладки проводников, располагающихся на всей площади ПП?
- 17) Как необходимо располагать печатные проводники на ПП?
- 18) Как происходит экранирование печатных проводников?
- 19) Что понимают под термином «несущая конструкция»? Какие виды несущих конструкций вы знаете?
- 20) Перечислите главные задачи разработки конструкции блока.
- 21) Какие конструкции блоков вы знаете?
- 22) Назовите основные достоинства книжной компоновки блоков.
- 23) Какими степенями характеризуется защита ЭС от внешних воздействий?
- 24) Проведите сравнительный анализ материалов, используемых в конструкциях электронных средств, перечислите достоинства и недостатки этих материалов.
- 25) Характеристика видов защиты ЭС.
- 26) Основные виды герметизации.
- 27) Перечислите разновидности систем охлаждения.
- 28) Как выбирается система охлаждения для ЭС?
- 29) Перечислите виды радиаторов.
- 30) Какие моменты необходимо определить для анализа паразитных электромагнитных воздействий?
- 31) За счет чего осуществляется электростатическое экранирование?
- 32) В чем сущность магнитостатического экранирования?

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**а) основная литература:**

1. Шеин, А. Б. Методы проектирования электронных устройств [Электронный ресурс] / А. Б. Шеин, Н. М. Лазарева. — Электрон. текстовые данные. — М.: Инфра-Инженерия, 2013. — 456 с.

2. Муромцев, Д. Ю. Конструирование узлов и устройств электронных средств [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов. - Ростов н/Д: Феникс, 2013. - 540 с. : ил.

3. Юзова, В. А. Основы проектирования электронных средств. Конструирование электронных модулей первого структурного уровня [Электронный ресурс] / В. А. Юзова. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 208 с

**б) дополнительная литература:**

1. Головицына, М. В. Проектирование радиоэлектронных средств на основе современных информационных технологий [Электронный ресурс]: учебное пособие / М. В. Головицына - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2011. — 503 с.

2. Панков, Л. Н. Основы проектирования электронных средств [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л. Н. Панков, В. Р. Асланянц, Г. Ф. Долгов, В. В. Евграфов; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. – 260 с.

3. Певницкий, С. Ю. Разработка печатных плат в NI Ultiboard [Электронный ресурс]. - М.: ДМК Пресс, 2012. - 256 с.

**в) периодические издания:**

1. Проектирование и технология электронных средств. ISSN 2071-9809.

2. Динамика сложных систем – XXI век. ISSN 1999-7493.

3. Радиотехнические и телекоммуникационные системы. ISSN 2221-2574.

**г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

1. AltiumDesigner, SolidWorks, MultiSim – комплексная система автоматизированного проектирования ЭС;

2. КОМПАС-3D – семейство систем автоматизированного проектирования с возможностями оформления проектной и конструкторской документации согласно стандартам серии ЕСКД и СПДС.

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для представления лекционного материала, презентаций и рефератов студентов используется специализированное аудиторное оборудование с экраном для проекционных систем, проектором и ноутбуком.

Лабораторные и практические занятия проводятся в компьютерных классах и лабораториях, оснащенных необходимыми средствами технического и программного обеспечения.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС  
ВО по направлению 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника».

Рабочую программу составил профессор кафедры ФиПМ Н.Н. Давыдов   
(ФИО, подпись)

Рецензент

(представитель работодателя)

 Авильов А.А. Т.м. спец. наруго  
(место работы, должность, ФИО, подпись)  
Т.м. отдела ОКП "ГМП Радуга"

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол № 11 от 07.04.15 года

Заведующий кафедрой

 С.М. Аракелян

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника».

Протокол № 11 от 07.04.15 года

Председатель комиссии

 С.М. Аракелян

(ФИО, подпись)

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_