

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 20 15 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	7 / 252	36	18	36	126	Экзамен 36 час / КР
Итого	7 / 252	36	18	36	126	Экзамен 36 час / КР

Владимир 2015

## **ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения дисциплины «Проектирование электронных средств в наноэлектронике» 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 наноэлектронных 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 наноэлектронике» 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 наноэлектронике» основано на знаниях, приобретенных обучающимися при освоении предшествующих дисциплин учебного плана:

Физика; Метрология; Информационные технологии; Инженерная и компьютерная графика; Физические основы микро- и наносистемной техники; Электротехника; Введение в нанотехнологию; Электроника и микропроцессорная техника; Микроэлектромеханические системы; Прикладная механика; Основы управления техническими системами; Основы программирования; Компьютерное сопровождение научных исследований; Моделирование и проектирование в нанотехнологиях; Автоматизация проектирования наносистем; а также знаниях, полученных при прохождении производственной практики.

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

Процессы микро- и нанотехнологии; Аддитивные технологии; Микрооптика и фотоника; 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 наноэлектронике» 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 наноэлектронике» обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать:

- структуру, функциональные блоки и составные части электронных средств (ОПК-7);
- современную элементную базу электронных средств и наноэлектронных устройств (ОПК-7);
- этапы жизненного цикла электронных средств и наноэлектронных 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 7 зачетных единиц, 252 часа.

№ 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	-	14		5/50	Рейтинг-контроль №1
2	Этапы жизненного цикла и факторы, определяющие проектирование ЭС и НЭУ	7	3-4	4	-	2	4	-	14		5/50	
3	Компоновка ЭС и НЭУ	7	5-6	4	-	2	4	-	14		5/50	

4	Общие конструктивные и эксплуатационные требования	7	7 - 8	4	-	2	4	-	14		2/20	
5	Средства проектирования ЭС с печатным монтажом	7	9 - 10	4	-	2	4	-	14		5/50	Защита лаб. работ
6	Проектирование элементов несущих конструкций ЭС и НЭУ	7	11 - 12	4	-	2	4	-	14		5/50	Рейтинг-контроль №2
7	Защита конструкции ЭС и НЭУ: тепловая, пылевлаго- и виброзащита; защита от ЭМИ	7	13 - 14	4	-	2	4	-	14		4/40	Защита лаб. работ
8	Технологические и нормативно-технические требования при проектировании ЭС и НЭУ	7	15 - 16	4	-	2	4	-	14		4/40	Защита лаб. работ
9	Проектирование ЭС и НЭУ с учетом требований эргономики и технического дизайна		17 - 18	4		2	4	-	14		5/50	Защита лаб. работ Рейтинг-контроль №3 Защита курс. работы
Всего		-	-	36	-	18	36	-	126	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 микροэлектронной 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 ЭС на печатных платах.
14. Пульты управления и лицевые панели электронных средств. Основные требования компоновки. Способы нанесения надписей и шкал на лицевых панелях.
15. Основные способы охлаждения электронных средств. Законы охлаждения и классификации теплоотводов.
16. Методы интенсификации локального охлаждения электронных средств. Элементы локального охлаждения и особенности их проектирования. Тепловые трубки.
17. Общие системы охлаждения электронных средств. 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. Конструкторские способы уменьшения упругой и пластической деформации элементов.
19. Проектирование вибропрочных ячеек электронных средств. Конструктивные методы увеличения жесткости и уменьшения амплитуд колебаний при вибрациях. Виброизоляция (амортизация) электронных средств. Основные характеристики виброизоляторов и принципы их действия.
20. Электромагнитная совместимость электронных средств. Источники и приемники помех, виды паразитных связей и наводок. Экранирование электрического и магнитного полей. Электрические и магнитные экраны.
21. Экранирование проводов и кабелей электронных средств. Особенности конструирования и монтажа помехонесущих и чувствительных к помехе электрических



цепей. Перекрестные помехи в элементах электрического монтажа. Виды помех и паразитных связей, искажение сигнала, требования к линиям связи.

22. Емкостные связи элементов печатного монтажа. Взаимоиндуктивные 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 электронные средства. Общие методы влагозащиты. Герметизация электронных средств. Проектирование разъемных уплотнительных соединений.

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

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

Целью самостоятельной работы студентов является 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 ЭС.
- 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 (ПП).
- 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) Конструктивные 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 (40 ч.). Подготовка реферата (10 ч.).

Раздел 5-6. Работа с дополнительной литературой (20 ч.); Подготовка реферата (10 ч.).

Раздел 7-8. Работа с дополнительной литературой (20 ч.); Подготовка реферата (10 ч.);

Раздел 8. Работа с дополнительной литературой (16 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 ППП?
- 12) Как следует размещать функциональные узлы на ППП?
- 13) Что необходимо учитывать при размещении ЭРЭ на ППП?
- 14) Перечислите, какие существуют варианты установок ЭРЭ на ППП?
- 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 ППП?
- 17) Как необходимо располагать печатные проводники на ППП?
- 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 электронных средств;

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)

\_\_\_\_\_

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол № 17 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 \_\_\_\_\_